

Drosling af afløb

LAR-metodekatalog

Oktober 2011

Aarhus Kommune

Drosling af afløb

Oktober 2011

Ref Drosling af afløb

Udarbejdet af:

- Rambøll Danmark A/S

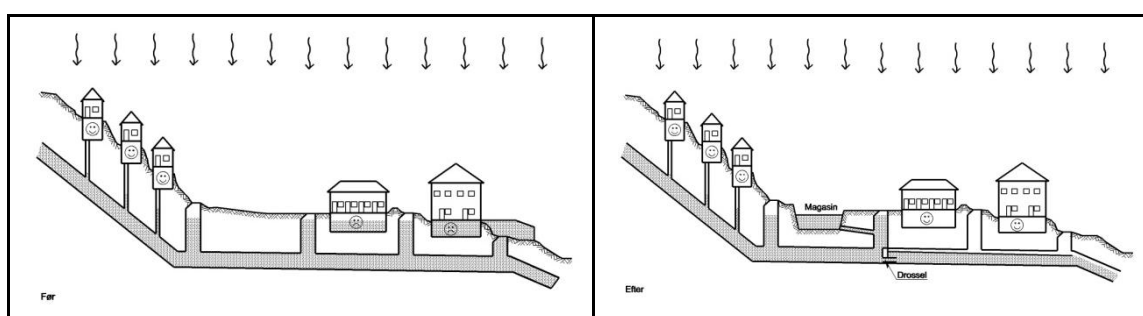
Indholdsfortegnelse

1.	DATABLAD	1
2.	GENEREL BESKRIVELSE	3
2.1	Opbygning og funktion	4
2.2	Krav fra myndigheder	10
2.3	Renseeffekt	11
2.4	Landskab og beplantning	11
2.5	Begrænsninger for anvendelsen	11
3.	ANLÆGSDELE	12
4.	DIMENSIONERING	14
5.	DRIFT OG VEDLIGEHOLD	18
6.	ØKONOMI	19
6.1	Anlægsudgifter	19
6.2	Drift og vedligeholdelsesudgifter	20
7.	REFERENCER	21

1. DATABLAD

Princippet ved drosling af afløbet er at indbygge en bremse af vandet, så vandføringen forbi droslingen mindskes, og der kun løber en begrænset vandmængde videre.

Når vandet forsinkes i at løbe videre forbi droslingen, vil systemet nedstrøms, som skal modtage vandet, belastes mindre. Droslingen betyder, at vandstrømmen videre ned gennem systemet udjævnes, og dermed mindskes risikoen for, at LAR-anlæg, kloaksystem eller recipienter nedstrøms bliver oversvømmet / overbelastet og derfor heller ikke udsættes for erosion.



Figur 1.1 Eksempel på system før og efter etablering af drosling.

Der findes flere typer af drosling, som kan anvendes ved forskellige vandmængder.

- Punktindsnævring, som begrænser vandføringen. Velegnet ved større vandmængder. Stopper nemt til ved små vandmængder.
- Drosselledning til større anlæg.
- Flowregulatorer og pumpeløsninger. Velegnede til små vandstrømme.

Drosling anvendes typisk i forbindelse med forsinkelsesmetoder, som opstuvning på terræn, lukkede bassiner, våde bassiner og damme, render og grøfter mv., og kan derfor være en del af et LAR-anlæg.

Væsentligste egenskaber	Reduktion af vandvolumen	Ingen
	Reduktion af intens regn	Høj
	Fjernelse af suspenderet stof	Ingen
	Fjernelse af kvælstof	Ingen
	Fjernelse af tungmetaller	Ingen
	Fjernelse af oliestoffer	Ingen
	Fjernelse af pesticider	Ingen
	Landskabelig værdi	Ingen, kun når der opmagasineres på terræn i f.eks. regnbed eller bassin

Drift og vedligehold	<p>Ringede behov for vedligeholdelse af de fleste regulatorer</p> <p>Ved anvendelse af drosselledninger kan der være behov for hyppigere tilsyn af hensyn til risiko for tilstopning</p> <p>Fjernelse af større grene eller andet</p> <p>Funktion af evt. bevægelige dele kontrolleres</p>
Fordele	<p>Enkel indbygning</p> <p>Dokumenteret effekt ved beskyttelse af nedstrøms systemer mod kraftige regnhændelser</p> <p>Meget lidt vedligeholdelse</p> <p>Miljøvenlig (kræver normalt ingen eller meget lidt energi)</p>
Ulemper	<p>Ingen rensning af vandet</p> <p>Ingen reduktion af vandvolumen</p> <p>Kun sjældent rekreativ værdi</p>
Økonomi	<p>Relativt billig i anlæg og drift i forhold til effekten med at undgå overbelastning / oversvømmelse</p>

Table 1.1 Metodeoversigt.

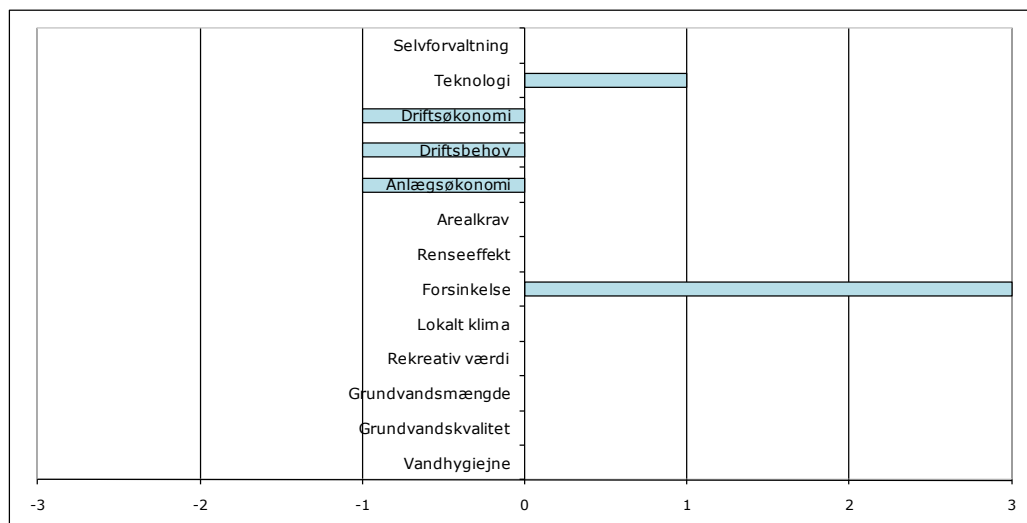
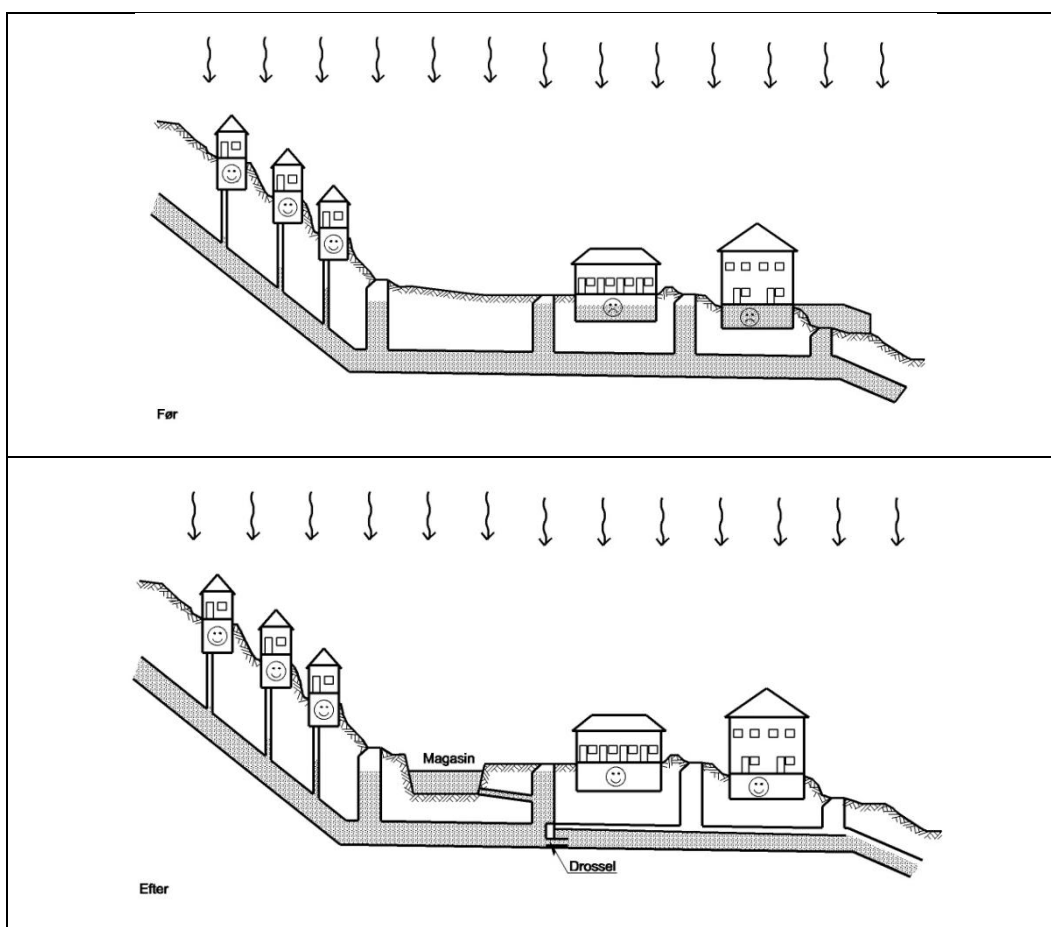


Figure 1.2 Samlet vurdering af egenskaber.

Samlet vurdering af egenskaber ved drosling af afløb i forhold til afledning af regnvand direkte til regnvandssystem eller recipient ses af figur 1.2. Hvor der ikke er angivet nogen værdi, vurderes metoden ikke at have nogen væsentlige fordele eller ulemper i forhold til at lede regnvandet direkte til regnvandssystem/recipient.

2. GENEREL BESKRIVELSE

Det overordnede formål med at drosle et afløb er at tilbageholde og forsinke regnvand fra at løbe uhindret videre. Drosling kan være en forudsætning for at LAR-anlæg kan virke, men er ikke i sig selv en LAR-metode. I figur 2.1 er princippet for drosling vist. Før droslingen løb vandet fra de højere liggende parceller hurtigt ned til de lavtliggende parceller. Det medførte overbelastning af kloakken, opstuvning af vand i ledningen og i kældrene på de lavtliggende huse og visse steder på terrænet. Efter droslingen stuvendes vandet op i et bassin, så det ikke overbelaster kloakken og kældrene nedstrøms. Bassinet tømmes langsomt efter regnvejret.



Figur 2.1 Før regulering medfører kraftig nedbør oversvømmelse i kældre. Efter etablering af drosling og bassin sker der ikke længere oversvømmelser i kældre.

Før der indsættes en drosling i et afløbssystem, er det vigtigt at vurdere effekten af droslingen både for områder opstrøms og nedstrøms for droslingen, så problemet ikke flyttes til andre steder.

Droslingen skal udformes, så den ikke stopper til med blade, grene mv., der ledes med regnvandet til afløbet.

Drosling af afløb sker normalt ved:

- a) Flowregulatorer
- b) Pumpestationer
- c) Punktindsnævring (vand ledes gennem et lille hul)
- d) Drosselledninger (ledninger med mindre kapacitet end opstrøms ledninger).

De nævnte droslinger kan anvendes til såvel fællessystemer som til separate regnvandssystemer. Punktindsnævring og drosselledninger er normalt ikke egnede til mindre vandmængder, da hullet til gennemstrømning af vandet bliver for lille, og dermed nemt stopper til.

For at undgå tilstopning lægges der normalt ikke ledninger i jord med en diameter mindre end Ø110mm.

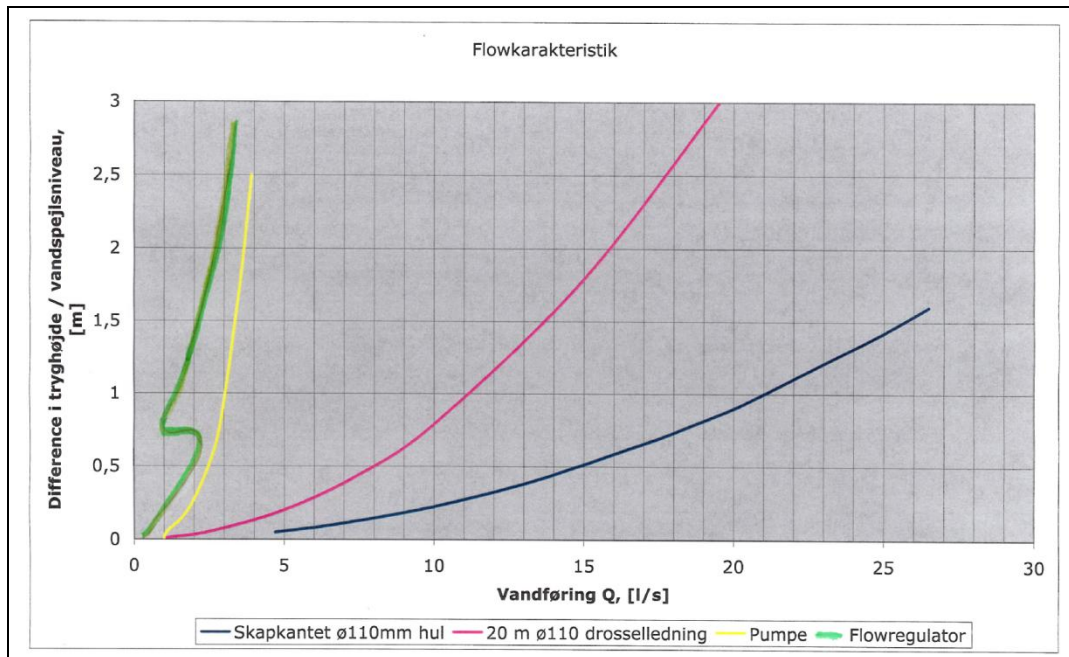
Hvor der er ønske om kraftig drosling, bør der vælges en flowregulator eller en løsning med pumpe. Droslingen bør være uden mekanik og strømforbrug, og en pumpe løsning bør så vidt muligt undgås.

I forbindelse med reguleringen indbygges ofte et magasin til at tilbageholde regnvandet, og/eller der etableres et overløb til en recipient (f.eks. et vandløb eller til havnen).

2.1 **Opbygning og funktion**

De forskellige typer af droslinger bremser vandet på forskellig måde. På figur 2.2 er for de 4 drosseltyper vist, hvor meget vand der løber gennem droslingen sammenholdt med, hvor meget vandet stuver op. For type a, b og c er der taget udgangspunkt i et gennemstrømningshul på Ø110 mm, som er det mindste tværsnit for afløbsledninger.

For pumpe løsningen b) gælder, at den principielt kan udformes vilkårligt. På figur 2.2 er derfor vist et eksempel på en pumpe karakteristik.



Figur 2.2 Flowkarakteristik for 4 forskellige droslinger.

Som det fremgår af figuren, giver en punktindsnævring/skarpkantet hul med en diameter på 110 mm og med en opstuvning af vandet på 1 meter en vandføring gennem droslingen på ca. 21 l/s.

En ca. 20 m lang Ø110 drosselledning med samme opstuvning på ca. 1 m vil have en vandføring på ca. 11 l/s igennem.

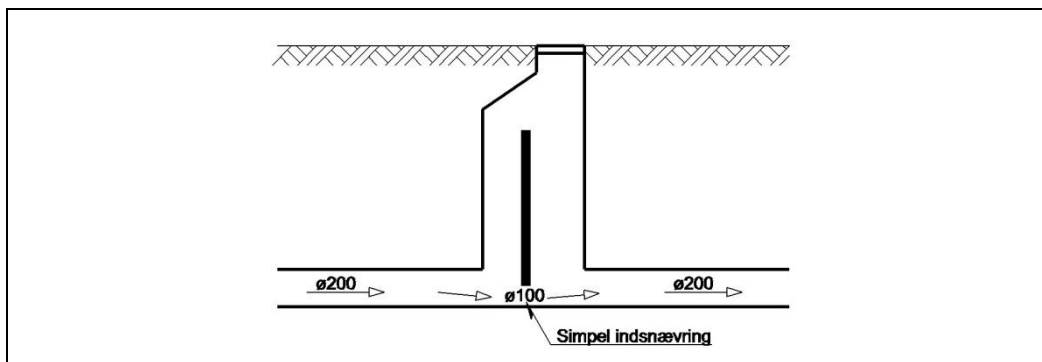
Flowregulatoren giver en vandføring på ca. 1,5 l/s igennem ved en opstuvning på 1 m.

Som det fremgår, er der markant forskel i kurvernes forløb. Kurverne for punktindsnævring og drosselledning er forholdsvis flade, og disse typer egner sig ikke til drosling af små vandføringer.

De stejleste kurver, flowregulator eller Pumpe, er bedst egnede til at sikre mest mulig vandføring, indtil en fast maksimal vandføring nås.

Punktindsnævring

Den mest simple form for drosling er at lede vandet gennem et mindre tværsnit, jf. figur 2.3.



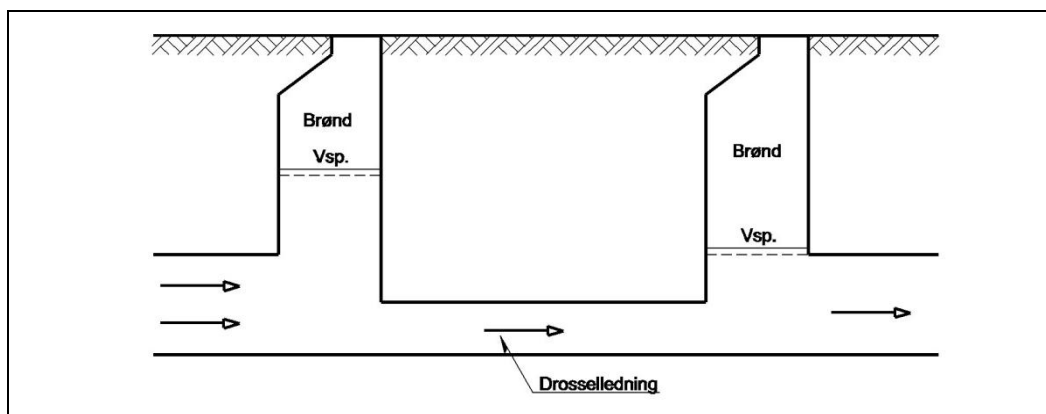
Figur 2.3 Simpel punktindsnævring.

Denne løsning har dog i mange tilfælde den ulempe, at indsnævringen bliver forholdsvis kraftig, hvis den skal begrænse den maksimale vandføring tilstrækkeligt. En kraftig indsnævring giver en stor risiko for tilstopning.

Punktindsnævring benyttes sjældent i mindre afløbssystemer.

Drosselledning

En lidt bedre drosling af afløb kan opnås ved at etablere en længere ledningsstrækning mellem to brønde med en mindre diameter. Det vil principielt fungere som den simple punktindsnævring, men har den fordel, at den ved samme begrænsning af vandføringen har et større tværsnit, hvor vandet løber igennem. Det giver mindre risiko for tilstopning. Figur 2.4 viser princippet i en drosselledning



Figur 2.4 Drosselledning.

Ulempen ved drosselledningen er, at vandføringen stiger meget ved en lille forøgelse af opstuvningen for drosselledningen.

Flowregulatorer

Flowregulatorer/vandbremsere indbygges typisk i brønde på afløbssystemet. Drosling med en flowregulator medfører, at der kun kan passere en fast og begrænset vandmængde igennem droslingen. En flowregulator benævnes ofte en "vandbremse".

I en flowregulator sker der kun en lille begrænsning af vandføringen, når der strømmer lidt vand. Når der strømmer meget vand, bremses vandet effektivt, og der ledes stort set den samme vandmængde igennem flowregulatoren, som ved den lille vandføring.

Flowregulatorer findes i forskellige typer og til forskelligt brug. Der er ofte ønske om en kraftig drosling, se eksempel herunder.

Eksempel 1

Regnvandet fra et kontorbyggeri skal ledes til et nærliggende vandløb, men inden vandet løber ud i vandløbet, skal udstrømning drosles ned via et forsinkelsesbassin og en flowregulator.

Grunden er på 10.000 m², hvoraf tag-, vej og parkeringsarealer udgør 6.000 m².

Aarhus Kommune tillader at udlede 1,0 l/s pr. ha grundareal til vandløb, men for arealer mindre end 5 ha tillades udledt 5,0 l/s. Da grunden er 1 ha (10.000 m²) og dermed er mindre end 5 ha, må der ledes 5 l/s til vandløbet.

Regnvandsledningerne dimensioneres for 172 l/s pr. ha befæstet areal.

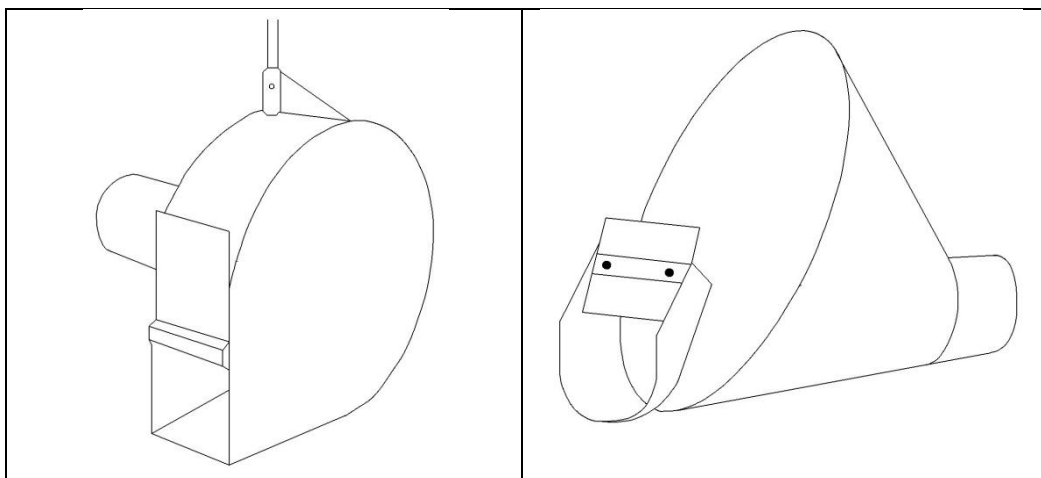
Droslingen af regnvandet skal således nedsætte vandmængden, der ledes videre til vandløbet fra ca. 103 l/s (172 l/s pr. ha x 0,6 ha) til 5,0 l/s.

Der er to forskellige hovedprincipper for flowregulatorer, som fungerer uden bevægelig mekanik. De benævnes henholdsvis som "centrifugalbremse" og "cyklonbremse", jf. figur 2.5.

Begge typer kan normalt placeres i en almindelig Ø1250 mm eller evt. Ø1500mm kloakbrønd.

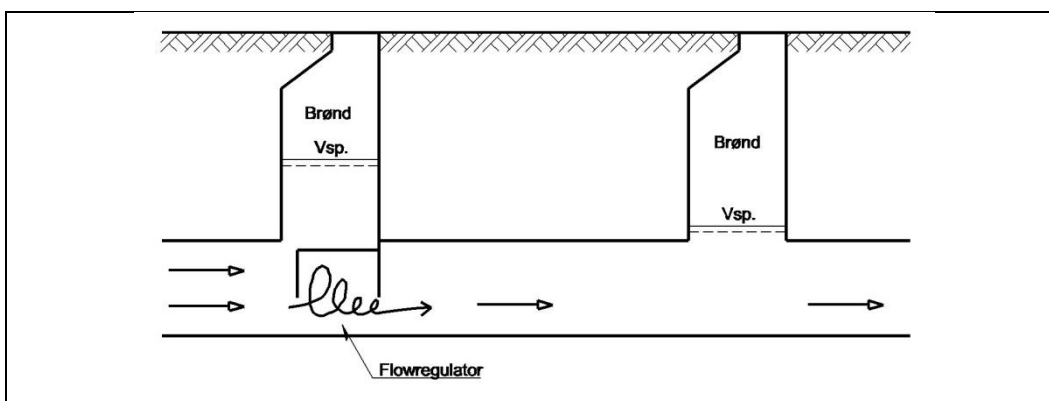
I centrifugalbremsen bremses vandet, når det ledes rundt i bremsen.

Cyklonbremsen bremses vandet på forskellig vis afhængig af, hvor højt vandet stiver op. Ved stigende vandstand indespærres luft i den øverste del af bremsen, og det fører til en kraftigere bremsning af vandet.



Figur 2.5 Centrifugalbremse til venstre og cyklonbremse til højre.

For begge typer af flowregulatorer gælder, at vandet ved lav vandstand / lav vandføring passerer forholdsvis uhindret igennem bremsen, men ved større vandføringer bremses vandet kraftigt. Princippet er vist på figur 2.6.



Figur 2.6 Princippet for funktion af en flowregulator / vandbremse.

Der findes også andre typer flowregulatorer, som især benyttes ved store vandføringer.

Der er flere fordele ved regulatorerne:

- Regulatorerne er udformet, så de kan begrænse afløbet samtidigt med, at der bevares et stort gennemløb. Dette betyder, at risikoen for tilstopning med grene og lignende reduceres.
- Regulatorer kan begrænses til mindre vandføringer, end det er tilladt med drosselledninger.

- Regulatorer kan udformes med et næsten konstant afløb, selv om tilløbet er større end regulatoren er dimensioneret for.

Cyklonbremser anvendes normalt først ved droslede vandføringer på 8-10 l/s og derover. Centrifugalbremser kan derimod anvendes helt ned til ganske små vandføringer på ca. 0,2 l/s.

Pumpe

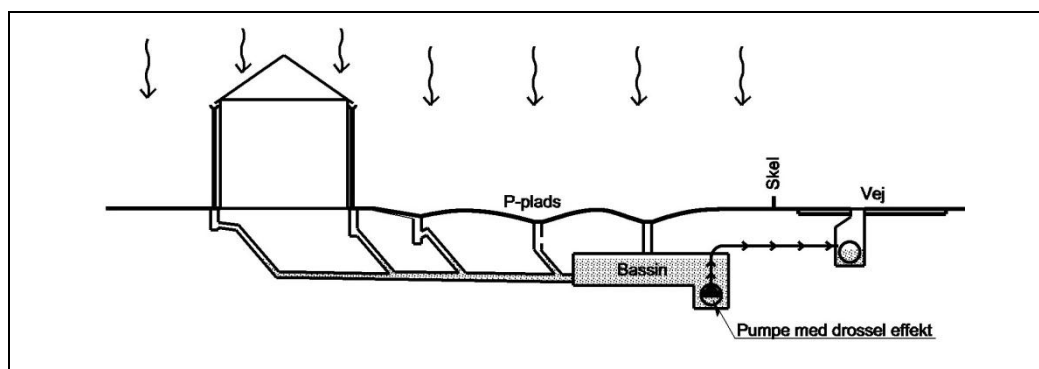
Normalt pumpes regnvand ikke, men løber selv. Det kan dog være nødvendigt at pumpe vandet over kortere eller længere strækninger. Ved valg af pumpeinstallation kan en droslede effekt opnås.

Eksempel 2

På figur 2.7. er skitseret et eksempel på et 10.000 m² stort areal (f.eks. en bolig-ejendom med parkeringsplads), hvor Aarhus Vands regnvandssystem i vejen ligger så højt, at det ikke har været muligt at tilslutte regnvandsafledningen fra grunden direkte til systemet.

Det er ønsket, at arealet kun afleder, hvad der svarer til 5,0 l/s ha til regnvandssystemet, og pumpekapaciteten fastsættes dermed til 5,0 l/s.

Under kraftigere nedbørshændelser vil tilløbet til pumpen være større end 5,0 l/s, og derfor etableres et magasin, hvor vandet kan opsamles, indtil pumpen efter regnvejret har tømt bassinet. Pumpeinstallationen har en droslede effekt.



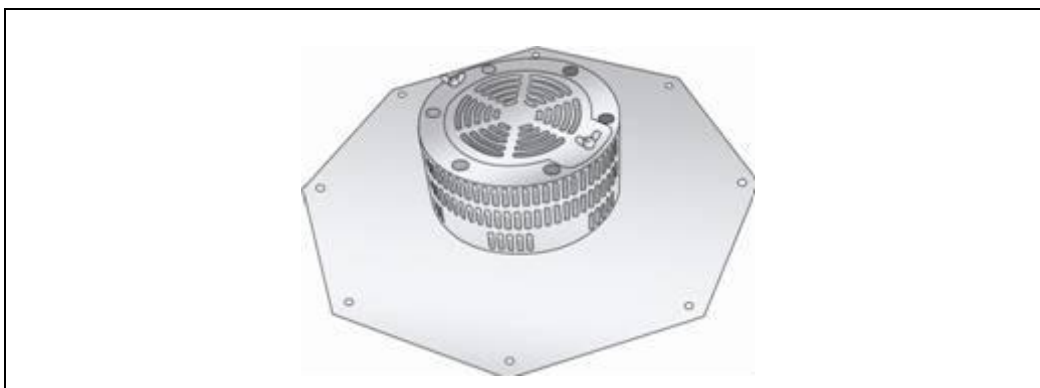
Figur 2.7 Eksempel på afløb med drosling i form af pumpeinstallation.

Anlæg med pumper skal indrettes, så driftsproblemer og tilstopninger minimeres, og så det er nemt at rense og vedligeholde pumpen.

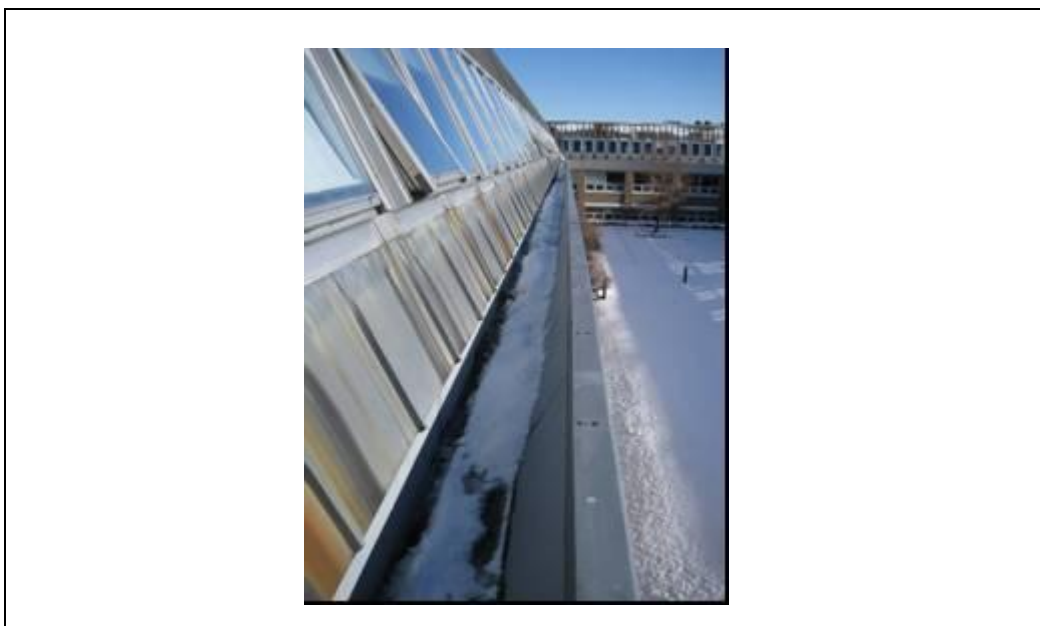
Øvrige regulatorer

Der findes også særlige regulatorer, som monteres i tagnedløb på tage. Regulatorerne tilbageholder vand midlertidigt på tag, f.eks. i særlige tagrender eller på flade ta-

ge og lignende. Disse regulatorer kan bruges, hvor den ekstra vægt fra det magasinerede vand ikke har betydning for tagets konstruktion. Figur 2.8 og 2.9 viser eksempler på regulatorer på tage.



Figur 2.8 Tagbrøndsregulator. Lille afløb ved lav vandstand og større afløb ved højere vandstand.



Figur 2.9 Eksempel på stor tagrende med mulighed for at tilbageholde regnvand midlertidigt.

2.2 **Krav fra myndigheder**

Med hensyn til tilladelser der er nødvendige efter miljøbeskyttelsesloven og byggeloven ved etablering af LAR-løsninger henvises til notatet:

“Generelle krav fra myndigheder ved etablering af LAR. Hvad skal der ansøges om? Og hvad må jeg selv udføre?”

Specifikt for "drosling af afløb" kan nævnes, at drosling kan give anledning til overløb af regnvand enten til kloaksystemet eller til f.eks. et vandløb. Dette kræver tilladelse i begge tilfælde, jf. de generelle krav.

Drosselledninger kan ikke altid tillades, da man som udgangspunkt ikke må reducere dimensionen på en ledningsstrækning.

Alt arbejde med drosling på kloaksystemer skal udføres af en autoriseret kloakmester.

2.3 Renseeffekt

Der sker ingen rensning af vandet ved drosling af afløb, jf. tabel 2.1.

	Suspenderet stof	Tungmetaller	Oliestoffer	Pesticider
Drosling af afløb	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen

Tabel 2.1 Oversigt over rensning af regnvandet ved drosling af afløb.

2.4 Landskab og beplantning

Drosling i sig selv medfører ingen synlige ændringer eller muligheder for at påvirke landskab eller beplantning.

Ved drosling tilbageholdes og magasineres regnvand ved kraftig nedbør. Magasinet til det midlertidigt tilbageholdte vand kan udformes således, at vandet bliver synligt og kan give en rekreativ værdi, jf. Metodebeskrivelserne om opstuvning på terræn samt Våde bassiner og damme.

2.5 Begrænsninger for anvendelsen

I tabel 2.2 er drosling af afløb vurderet i forhold til en række lokale faktorer, som kan begrænse, ændre eller påvirke udførelsen eller driften.

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Grundvand	Ved anvendelse af brønde til indbygning af regulatorer i områder med højt grundvandsspejl skal brønden sikres mod opdrift.
Jordbundsforhold	Ingen
Pladsforhold/arealkrav	Ingen
Forurening i jorden	Ingen

Tabel 2.2 Oversigt over forhold, der kan påvirke eller begrænse anvendelsen af drosling af afløb.

3. ANLÆGSDELE

Punktindsnævring

Punktindsnævring består typisk af:

- En skillevæg i en brønd med et hul igennem

Drosselledning

Indbygning af drosselledninger sker som erstatning for den almindelige afløbsledning i jorden og er derved ikke pladskrævende.

Består af:

- To brønde med en given afstand imellem (f.eks. 20 m).
- En drosselledning mellem brøndene

Drosselledninger etableres normalt som kortere ledningsstrækninger i samme ledningsmateriale som de øvrige afløbsledninger på lokaliteten. Mindre dimensioner normalt i plast.

Flowregulatorer

En installation består af:

- Brønd/bygværk med ind- og udløb
- En flowregulator

Indbygning af flowregulatorer sker i brønde eller bygværker.

Ved afløb fra enkeltmatrikler eller mindre byområder vil indbygning normalt kunne ske i en $\varnothing 1250$ mm eller $\varnothing 1500$ mm brønd. Regulatorer kan også monteres i et bygværk f.eks. i et bassin til magasinering af regnvand.

Flowregulatorer udføres normalt i rustfrit syrefast stål for at kunne modstå tærring. Visse flowregulatorer er udformet, så de kan reguleres og/eller demonteres fra terræn.

Placering af flowregulatorer afhænger af typen. Nogle placeres i bundløbet andre højere oppe i brønden, dvs. med fri højde nedenunder selve regulatoren. Nogle regulatorer kræver frit udløb, mens andre tåler tilbagestuvning fra nedstrømsiden.

Pumpe

Består simplest af:

- Pumpesump (evt. pumpebrønd)
- En pumpeinstallation inkl. elforsyning
- Styling i form af start/stop afhængig af vandspejlskoter
- Trykledning (evt. ventil og kontraklap på trykledningen)

Afhængig af formål kan der evt. monteres flere pumper, ligesom installationen kan forsynes med flowmåler og ventiler. Der kan desuden etableres en egentlig styring af pumpen ud fra målte vandspejl, målte vandføringer osv.

Til de fleste mindre anlæg i forbindelse med LAR-metoder vil der anvendes en simpel løsning.

Tagbrøndsregulator

Består f.eks. af:

- Tagbrøndsregulatorer (typisk i rustfrit syrefast stål).

Tagbrøndsregulatorer indbygges som almindelige tagbrønde på tagfladen og kræver ikke særlige pladsforhold.

4. DIMENSIONERING

Drosling skal dimensioneres, så de opstillede krav overholdes.

Ved LAR-metoder kan det f.eks. være et myndighedskrav om afledning af maksimalt X l/s til recipient eller regnvandssystem. Droslingen dimensioneres så ud fra denne maksimale afledning og ud fra stuvningsforholdene.

Eksempel 3

I eksempel 1 fra tidligere skulle afløbet fra en boligejendom drosles ned til maksimalt 5,0 l/s.

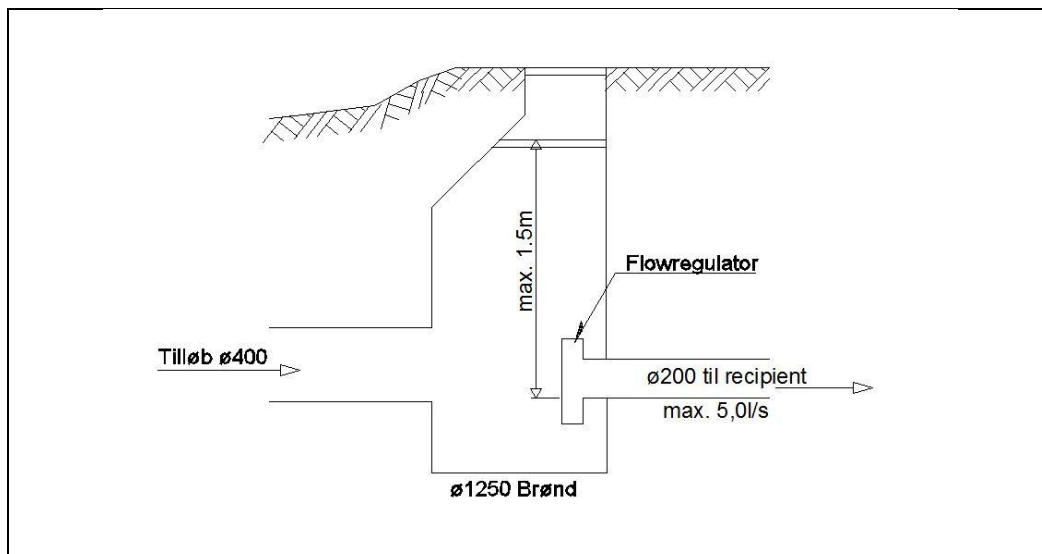
Der er mulighed for, at vandet kan stuve op i kloaksystemet før flowregulatoren. Maksimal opstuvning er 1,5 m.

Følgende oplysninger gives til leverandøren:

- Max vandføring er 5,0 l/s ved 1,5 m vandstand.
- Det er kun regnvand fra overflader (ingen spildevand).
- Tilløb til regulatorbrønden er Ø400mm og afløb er Ø200mm

Leverandøren fremsender skitse og beskrivelse af en løsning på en flowregulator, som kan overholde de beskrevne krav.

Brønden med regulatoren er vist i figur 4.1.



Figur 4.1 Brønd med regulator (se eksempel 3).

Drosling af afløb dimensioneres ud fra den ønskede / krævede beskyttelse af nedstrøms afløbssystem, recipient eller renseanlæg.

Ved udledninger til recipienter vil der ofte stilles krav om udjævning og forsinkelse, der er afhængig af den specifikke recipients robusthed.

Der vil således normalt blive stillet krav om en maksimal vandføring/afløb, der ikke overskrides oftere end med en nærmere angivet frekvens, f.eks. 1 gang pr. 5. år eller hvert 10. år.

Punktindsnævring

Vandgennemstrømning gennem en skarpkantet udløbsåbning beregnes efter formlen

$$Q = 0,6 \times \pi \times \frac{d^2}{4} \times \sqrt{2g \times h}$$

hvor:

d = diameter af udløbsåbning [m]

g = tyngdeaccelerationen (9,81 m²/s)

h = afstanden mellem udløbsåbningens midte (centerlinie) og vandspejlet [m].

Drosselledning

Drosselledninger dimensioneres på samme måde som almindelige ledningsstrækninger med fuldtløbende rør, jf. /5/. Hvor meget røret bremser vandet, afhænger af, hvor stor modstand vandet har, når det skal passere røret. Modstanden i røret består dels af et friktionstab i selve røret, når vandet strømmer gennem det, dels af tab ved indløb og udløb til og fra røret.

Den samlede modstand i røret kan udtrykkes ved energitabet:

$$\Delta H = \Delta H_F + \Delta H_{I+U} = I \times L + 1,6 \times V^2 / 2g, \text{ hvor:}$$

I = gradienten

L = længden af drosselledningen [m]

V = middelhastigheden i drosselledningen [m/s].

Gradienten I bestemmes ud fra Colebrook og Whites formel eller Mannings formel /5/. For selve dimensioneringen af røret henvises til /5/ eller lignende referencer, hvor diagrammer og beregningsformler er angivet.

Flowregulatorer

Når den hydrauliske kapacitet af det droslede afløb er fastlagt, skal de mulige stuvningsniveauer opstrøms for det droslede afløb beregnes / afdækkes. I tilfælde, hvor der kan forekomme tilbagestuvning på nedstrømsiden af det droslede afløb, bestemmes de mulige vandspejlsforskelle før og efter regulatoren eller drosselledningen.

På baggrund af dette dimensioneres den specifikke drosling med en unik karakteristik - forhold mellem vandspejlsniveauer og vandføring.

Regulatorer kan fremstilles meget præcist til den ønskede maksimale vandføring og kan udformes med en karakteristik (sammenhængen mellem vandføring og vandspejlsniveau før regulatoren), der giver meget små variationer i afløbet uanset vandspejlsniveauet før regulatoren.

Selve dimensioneringen af flowregulatoren udføres normalt af leverandøren ud fra oplysninger om det konkrete projekt. De informationer som normalt skal oplyses ved bestilling er f.eks.:

- Medie - er det regnvand eller blandet regn- og spildevand
- Placering - skal regulatoren sidde neddykket eller ej
- Tilsluttede ledninger til brønden. Dimensioner og koter på ledninger og brønden
- Kapacitet (max vandmængde ved X m opstuvning).

Pumpeinstallation

Der findes en del standard pumpebrønde på markedet, som kan tilpasses de konkrete situationer.

Dimensioneringen sker ofte af pumpeleverandøren, så de passer bedst muligt med de krævede specifikationer. Typiske oplysninger til leverandøren er:

- Medie - er det regnvand eller blandet regn- og spildevand
- Er der ønske om en eller to pumper (2 pumper = større sikkerhed)
- Kapacitet (max vandmængde ved X m opstuvning, tryktab i trykledning indregnet)
- Tilsluttede ledninger til brønden.

Regulering på tage

Ved droslinger på tagbrønde defineres det ønskede begrænsede afløb i l/s ved en given opstuvning på tagfladen. Desuden defineres en overløbskote af hensyn til, hvor meget vand taget kan tåle at bære og være tæt for.

På præfabrikerede droslinger på tagbrønde til tagarealer mindre end 230 m² er typiske værdier for overløbskoten 5-15 cm over tagfladens dybdepunkt. Afhængigt af den ønskede kapacitet vælges fra 1 til 3 indløb til tagbrønden.

Typisk flow pr. indløb i en tagbrønd er fra ca. 0,1 l/s ved ca. 2 cm opstuvning til ca. 1,5 l/s ved maksimal opstuvning før overløb. Tagbrønde med såvel mindre som større flow pr. indløb konstrueres fra leverandører.

Ved valg af 1 indløb vil afløbet pr. tagbrønd således variere fra ca. 0,1 l/s ved opstuvning på 2 cm til ca. 1,5 l/s ved maksimal opstuvning.

Ved valg af 3 indløb vil afløbet pr. tagbrønd således variere fra ca. 0,3 l/s ved opstuvning på 2 cm til ca. 4,5 l/s ved maksimal opstuvning.

I eksemplet med 3 indløb pr. tagbrønd vil kapaciteten svare til ca. 13 l/s·ha ved opstuvninger under 2 cm og forudsat afvanding af et tagareal på 230 m² (10.000 m²/230 m² x 0,3 l/s). Dette skal ses i forhold til de 140 l/s·ha, som tagbrøndene normalt dimensioneres for. Metoden giver således en betydelig forsinkelse af regnvandet.

Ved dimensionering skal det bemærkes, at der altid skal være mindst to tagbrønde pr. tag af hensyn til risikoen for tilstopning.

5. DRIFT OG VEDLIGEHOLD

Aktiviteter for drift og vedligehold ved drosling af afløb er vist i tabel 5.1.

	Aktivitet	Hyppighed
Jævnligt	Tilsyn med regulatorer	1 - 2 gange årligt
	Tilsyn med pumpebrønde og tjek af pumpestart	2 - 4 gange årligt
	Tilsyn med punktindsnævring og drosselledninger	4 - 8 gange årligt og efter hvert større regnskyl
	Tilsyn med tagbrøndsregulator og fjernelse af løv, grene mv.	Hvert efterår og efter hvert større regnskyl

Tabel 5.1 Drift og vedligehold ved drosling af afløb.

Tilsynsfrekvens ved de forskellige droslinger skal generelt tilpasses til de konsekvenser en eventuel tilstopning vil give. Hvis der er store konsekvenser, kan det overvejes at etablere en form for alarm (f.eks. rød lampe som viser pumpefejl eller høj vandstand i systemet længe efter at nedbørshændelsen er forbi).

Tilsynsfrekvensen afhænger også meget af muligheden for, at der kan komme større ting ned i ledningen foran droslingen. Tilsynet skal derfor primært sikre, at der ikke er noget, som medfører tilstopning foran droslingen.

6. ØKONOMI

6.1 Anlægsudgifter

Følgende overslagspriser kan gives, idet det naturligvis afhænger af det konkrete projekt. Priserne er angivet i prisniveau 2011 og ekskl. moms.

Drosling med flowregulator

Omkostninger til flowregulator inkl. 2,5 m dyb Ø1250 mm brønd beløber sig overslagsmæssigt til 25-30.000 kr. ekskl. moms. Heraf udgør flowregulatoren ca. 10.000 kr. og brønden ca. 5.250 kr. Resten er til montering og etablering af løsningen.

Drosling med pumpebrønd

Simpel løsning til pumpning af regnvand op til ca. 10 l/s inkl. 2,5 m dyb Ø800 mm plastbrønd, pumpeinstallation med en pumpe, ventil, rør i brønden, styreenhed i skab tæt ved brønd, niveaumålere, nedgravning af brønd mv. beløber sig overslagsmæssigt til 25-30.000 kr. ekskl. moms. Dertil kommer selve el-tilslutningen som afhænger meget af de konkrete forhold, men typisk vil ligge mellem 30.000 – 75.000 kr.

Drosling med punktindsnævring

Omkostninger ved etablering af simpelt skot med hul i eksisterende Ø1250 mm brønd beløber sig overslagsmæssigt til 5-10.000 kr. ekskl. moms.

Drosling med drosselledning

Ved nyetablering af anlæg vil en drosselledning give en lille besparelse på ledningsarbejdet (da drosselledningen er mindre end det kloakrør, der ellers skulle benyttes på drosselstrækningen). Til gengæld koster løsningen muligvis en ekstra brønd.

6.2 Drift og vedligeholdelsesudgifter

Forudsætning:

- hvert tilsyn sættes til 1 mandtime á 325 kr.
- flowregulator udskiftes efter 25 år.
- pumpe og elkomponenter á 8.000 kr. udskiftes hvert 12. år.

Tilsyn kan ofte foretages af ejeren selv eller ansat personale, så udgifterne hertil bliver 0 kr.

Drosling med flowregulator

Årligt:	Kr. årligt
2 tilsyn á kr. 325	650,-
Afskrivning på regulator	380,-
I alt kr. årligt ekskl. moms	1.030,-

Drosling med pumpebrønd

	Kr. årligt
Ved mindre anlæg og løftehøjder skønnes elforbruget til ca. 1 kr. pr. 6 m ³ vand, der pumpes. Pumpes årligt al årsnedbøren (660 mm/m ²) fra et 5.000 m ² stort areal (ca. 3.300 m ³) svarer det til en årlig el-udgift til pumpningen på ca.	550,-
Årligt:	
2 tilsyn á kr. 325	650,-
Afskrivning på pumpe og el-anlæg ca.	630,-
I alt kr. årligt ekskl. moms	1.830,-

Drosling med punktindsnævring og drosselledning

Årligt:	Kr. årligt
6 tilsyn á kr. 325	1.950,-
I alt kr. årligt ekskl. moms	1.950,-

7. REFERENCER

- /1/ Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen nr. 40, 1992. "Hydraulisk regulering af afskæring af spildevand".
- /2/ DS 432: Norm for afløbsinstallationer.
- /3/ Afløbsinstallationer, SBI-anvisning 185, 1997.
- /4/ Spildevandskomitéens Skrift nr. 27, 28 og 29.
- /5/ B. Howald Petersen. Hydraulik - Stationære strømninger, 2. udgave 2006.