

## 1 FORMÅL

Etablering av tette flater medfører økt avrenning og spissbelastning under nedbør. For å dempe denne spissbelastningen bygges fordrøyningsmagasin (mellomlagre) før påslipp av overvann til overvannsnettet i separat-systemet, til felles-systemet eller før utslipp til lokale bekker el. Til dette benyttes magasin av stein, plastkassetter, mm.

Dette bladet skal, basert på eksisterende kunnskap, litteratur og standard metoder, utgjøre en veileder/retningsnotat som dekker overnevnte løsningstyper.

## 2 BEGRENSNINGER

Dette VA/Miljø-bladet begrenser seg til løsninger som er aktuelle for næringsbygg, skoler, barnehager, idrettshaller mm. der magasinet normalt etableres innenfor tomtegrensa.

Bruk av steinmagasin eller plast kassetter åpner for muligheten til infiltrasjon av deler av tilført overvann som innebærer redusert magasinbehov. Infiltrasjon er ikke beskrevet i dette bladet (jfr. VA/Miljø-blad 92, Overflateinfiltrasjon).

Spesielt for plastkassetter med store overflater vil det kunne skje en biologisk aktivitet som innebærer rensing av vannet. Ved at en stor del av forurensningene i vannet er festet til partikler, vil sedimentering i store rør og tanker, med senere fjerning av slam, også innebære en form for rensing. Rensing av overvannet omtales ikke i dette miljøbladet.

For beregning av nødvendig magasinvolument henvises til VA/Miljø-blad 85; Overvann. Valg av dimensjonerende gjentakelsesintervall og VA/Miljø-blad 69; Overvanns dammer. Beregning av volum.

Prishensyn gjør at plasstøpte anlegg sjelden er aktuelt og er ikke omtalt.

Juridiske forhold omtales ikke.

## 3 FUNKSJONSKRAV

Det foreligger risiko for at anlegg som dette VA/Miljø-bladet omfatter ikke får ønsket driftsoppfølging. Det er derfor viktig at anlegget får en utforming som krever minimalt tilsyn og drift.

Anlegg som tilknyttes kommunalt ledningsanlegg skal bygges, drives og vedlikeholdes med

utgangspunkt i best tilgjengelig teknologi og fagkunnskap.

Driftstekniske hensyn mm. krever at funksjonskrav må settes til oppstrøms anlegg, selve magasinet og nedstrøms vannføringsregulator.

1. Oppstrøms anlegg må gis en utforming og drift slik at det ikke oppstår problemer med nedstrøms magasin og vannføringsregulator. Spesielt er det viktig at sand/grus el. holdes tilbake slik at levetiden til stein magasin/plast kassetter ikke reduseres og at vannførings-regulatoren ikke tilstoppes.
2. Magasinet skal normalt sikres med nødoverløp som tilknyttes en akseptabel flomvei (jfr. VA/Miljø-blad 93; Åpne flomveier).
3. Magasinet må ventileres slik at volumet utnyttes fullt ut.
4. Magasinet skal tåle overliggende belastning, både på kort og lang sikt, uten å ta skade. Skilting for å hindre tungtrafikk kan være aktuelt.
5. Oppstrøms anlegg, magasinet og vannføringsregulatoren skal utformes slik at det på en enkel måte kan inspiseres for kontroll av driftsbehovet. Akkumulert slam el. fra alle anleggsdeler skal på en enkel måte kunne fjernes.
6. Regulatoren som installeres skal være prefabrikkert og tilfredsstillende en nøyaktighet på +/- 10% ved dimensjonerende videreført vannmengde.
7. Det skal legges til rette for uttak av representative prøver fra anleggets utløp.

## 4 LØSNINGER

### 4.1 OPPSTRØMS ANLEGG

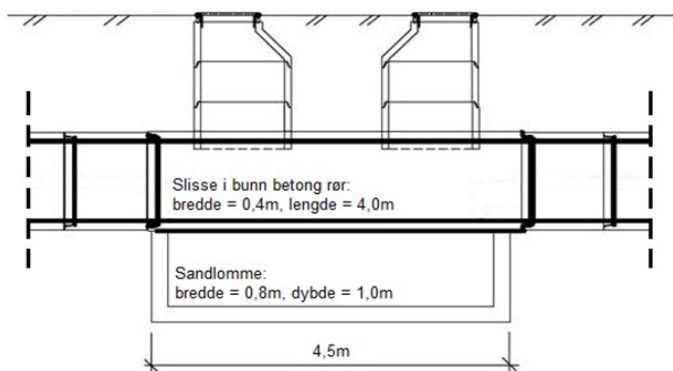
Akkumulering av sand og grus el. i magasinet kan få alvorlige driftstekniske konsekvenser og levetiden for magasin av stein og kassetter reduseres drastisk.

Avrenning av regnvann fra tette flater på marknivå tilføres avløpssystemet gjennom gatesandfang. Undersøkelser (1) viser at en sandfangskum med diameter 1,0 m og 150 mm dykket utløp har en hydraulisk kapasitet på ca. 20 l/s. Er tilrenningen større resuserendes akkumulert sand og føres videre til magasinet. For å hindre

overbelastning må nedslagsfeltet til det enkelte gatesandfanget ikke være for stort samtidig som akkumulert sand må regelmessig tømmes.

En økning i regnintensiteten, som følge av klimaendring, innebærer større risiko for overbelastning av eksisterende gatesandfang. Klimaeffekten forutsetter mindre nedslagsfelt per sandfang og dermed etablering av flere sandfang enn tidligere praksis skulle tilsi.

Et sandfang like oppstrøms magasinet innebærer normalt store konstruksjoner. Eksempelvis dimensjoneres et langsandfang (2) for en overflatebelastning på 18 m/h og en strømningshastighet på 0,3 m/s. For et gjentakelsesintervall på 50 år i Oslo området gir 2 000 m<sup>2</sup> tette flater en maksimal avrenning innledningsvis på ca. 100 l/s. Denne tilrenningen krever et langsandfang med 1 m bredde og en lengde på 20 m. Figur 1 viser eksempel på utforming av stein/sandfang.



Figur 1. Eksempel på sandfang

Erfaringsmessig er det problematisk i praksis å legge opp til tilfredsstillende tømmerutiner av sandfang. Dette innebærer at magasinet fra tid til annet vil tilføres sand og grus. Velges magasinløsninger som er følsomme for tilførsel av sand og grus bør alternativ til tradisjonelle gatesandfang vurderes.

Regnvann fra takflater kan inneholde blader og kvister. Dette kan by på tilstopningsproblemer i mengderegulatoren spesielt ved små videreførte vannmengder/strømningsstverrsnitt. Montering av sil el. ved takrenne nedløp bør eventuelt vurderes.

Der det foreligger risiko for at overvannet inneholder olje, skal oljeutskiller installeres. Tanker, store rør el. kan ved bruk av dykket utløp eller skumskjerm utformes på en slik måte at oljen holdes tilbake i magasinet.

## 4.2 FORDRØYNINGSMAGASIN

### 4.2.1 Generelt

Fordrøyningsmagasin for overvann kan inndeles i:

- Magasin av typen åpent volum (store rør, tanker mm.)
- Magasin av typen lukket volum (steinmagasin, kassetter)

Magasin av typen åpent volum er mindre sårbare for tilførsel av sand og grus enn magasin av luk-

ket volum.

For prefabrikkerte løsninger forutsettes at leverandørens monterings anvisning følges.

### 4.2.2 Kriterier for valg av løsning

Lokale forhold vil være avgjørende for valg av løsning. Det anbefales at prosjektets rammebetingelser i anbudsfasen presenteres på en slik måte at anbydere kan tilby den løsningen som passer best for lokaliteten.

Sentrale rammebetingelser vil være:

1. Tilgjengelig areal med angivelse av arealbruk (trafikk?) og belastninger
2. Geotekniske og hydrogeologiske forhold spesielt der det er aktuelt med kombinert infiltrasjon/ magasinering (NB! Avstand til grunnvannstand)
3. Magasin volum og eventuelt krav om tett løsning (NB! Bruk av membran eller tilsvarende)
4. Midlere avrenning lagt til grunn ved beregning av magasinbehov (NB! Potensial for reduksjon av magasinbehov; jfr. Avsnitt 4.3)
5. Nivå bunn magasin med angivelse av nivå eksternt påkoblingspunkt
6. Maksimalt vannnivå ved dimensjonerende tilrenning med angivelse av hvor overløpet skal tilknyttes eventuelt flom vei
7. Dimensjonerende videreført vannmengde ved fullt magasin/ maksimalt vannnivå

Generelt vil følgende forhold være avgjørende ved valg av løsning:

1. Magasinets følsomhet ved tilførsel av sand og grus mht. levetid ev. drift/ tilstopping
2. Muligheter for kontroll av akkumulert sand og grus
3. Muligheter for fjerning av akkumulert sand og grus
4. Krav til kontroll ved installasjon/bygging
5. Pris; innkjøp, montering inkl. eventuelle tillegg

### 4.2.3 Magasin av typen åpent volum

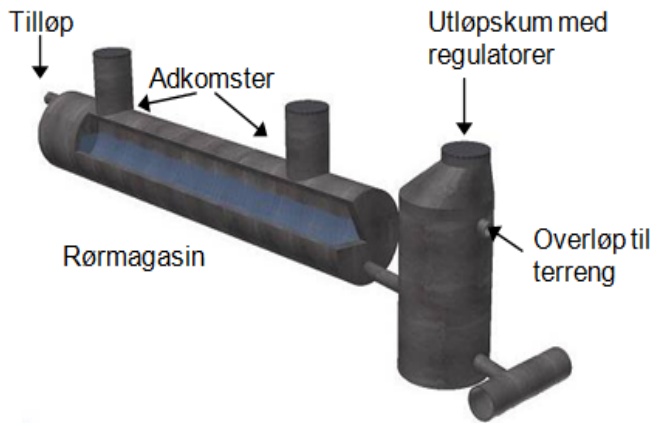
#### 4.2.3.1 Generelt

Metoden har følgende fellestrekk:

- bygges som ett eller flere magasin (serie eller parallell)
- trygg tradisjonell løsning
- normalt ikke følsom overfor grunnvannstand
- integrert oljefelle ved dykket utløp og/eller skumskjerm
- driftsvennlig; enkel og innspisere/tømme for sand og grus (NB! egen sump for sand/grus)

### 4.2.3.2 Rørmagasin

Rør av ulike materiale benyttes til formålet.



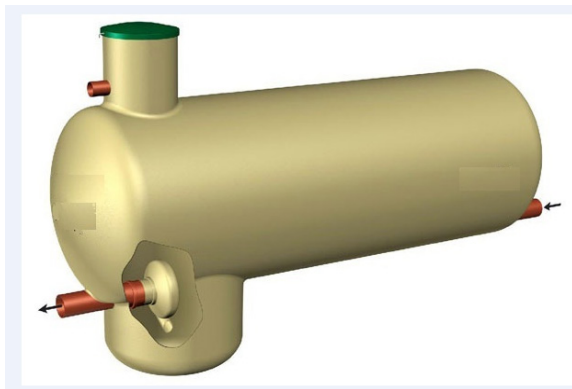
Figur 2; Prinsippkisse av rørmagasin

### 4.2.3.3 Kum- og tankmagasin

For små magasinbehov benyttes ofte kummer. Prefabrikkerte tanker er også vanlig. For disse løsningene er det ikke behov for egen regulator kum da virvelkammeret integreres i selve kummen/tanken.

For GRP tanker gjelder;

- leveres opp til 100 m<sup>3</sup>
- kan leveres med vogger for gulvmontering (gasjeanlegg mm.)
- må sikres ved oppdrift og trafikkbelastning



Figur 3; GRP magasin med integrert virvelkammer (3)

## 4.2.4 Magasin av typen lukket volum

### 4.2.4.1 Generelt

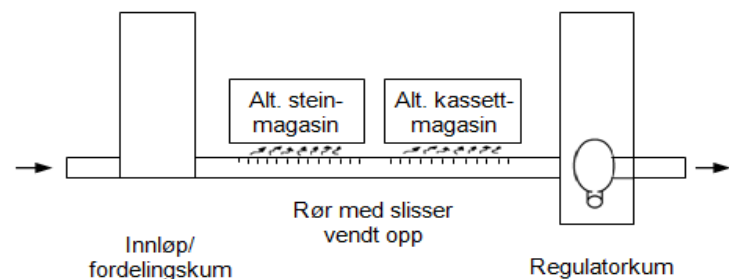
Metoden har følgende fellestrekk:

- ved infiltrasjon; redusert magasinbehov, geoteknisk og hydrogeologisk kompetanse bør normalt kontaktes
- driftserfaringer ikke dokumentert
- følsom overfor høy grunnvannstand og olje
- risiko for redusert levetid ved tilførsel av sand, grus mm.
- beskyttes mot inntrenging av finstoff ved å pakke inn magasinet i geotekstil eller tilsvarende
- membran, steinstøv eller tilsv. benyttes ved behov for å hindre infiltrasjon til omliggende masser

### 4.2.4.2 Steinmagasin

Steinmagasin har ofte vært førstevalg på grunn av pris ved innkjøp.

Figur 4 viser et arrangement der innløps kum forbindes direkte med utløps kum (regulator kum) med rør utstyrt med slisser. Dersom rørets slisser vender oppover vil ev. innkommende sand transporteres i bunnen av røret i strømningsretningen og på den måten forhindres i å tilføres omliggende masser. Ved neste regneperiode vil akkumulert sand spyles videre i systemet. Spyling kan også inngå i driften av anlegget.



Figur 4; Anbefalt arrangement

Slissene dimensjoneres etter maksimal tilrenning til magasinet. Kapasiteten pr. slisse bestemmes i prinsippet som for et strupet utløp etter formelen:

$$Q = A \cdot \mu \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

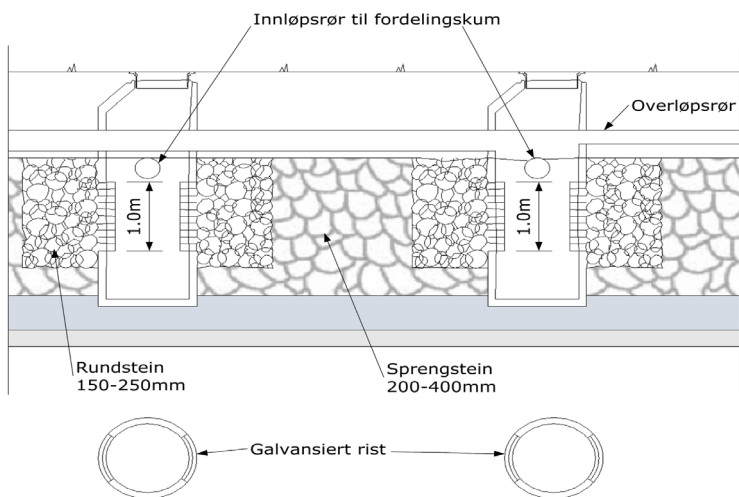
A = slisse areal (m<sup>2</sup>)

$\mu$  = vannføringskoeffesienten

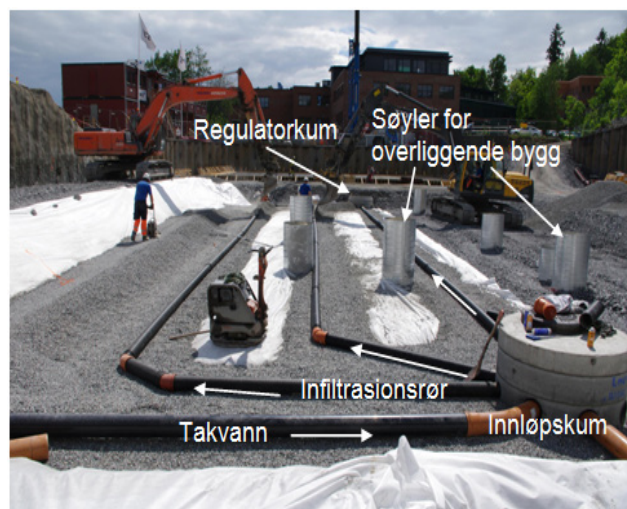
g = tyngdens akselerasjon (m/s<sup>2</sup>)

h = trykkehøyde (m)

For fritt utløp oppgis  $\mu = 0.6$  (VA/Miljø-blad 74). For ikke fritt utløp er  $\mu < 0.6$ . For store vannmengder kan eksempelvis betong rør med kjerneborrede hull, med diameter og antall tilpasset ønsket kapasitet, benyttes. Figur 5 viser et anlegg med fordelingskummer utstyrt med utsparinger med lysåpning 1.00 m \* 0.75 m som er dekket med en galvanisert rist 100 mm\*100 mm.



Figur 5; Fordelingskum med rist



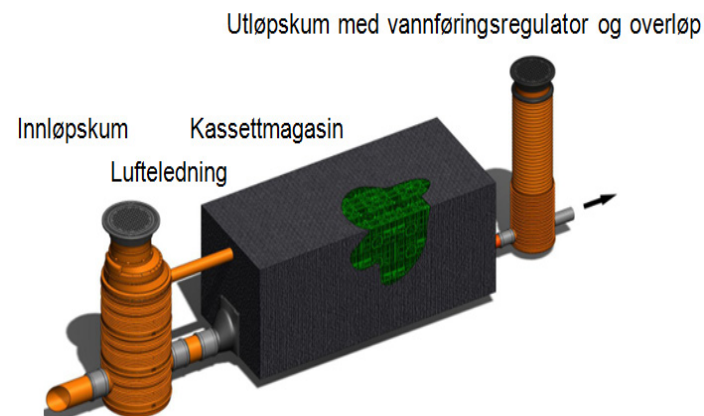
Figur 6; Eksempel på stein magasin

- stor variasjon i løsningsalternativer
- typisk hulrom prosent 30-40%
- ofte benyttes 60-120 mm masser
- vasking anbefales av masser med innhold av finstoff

#### 4.2.4.3 Plastkassetter

For å redusere risikoen for at magasinet tilføres sand og grus bør et arrangement som vist i figur 4 vurderes.

- typisk hulromsandel; 95%
- flere typer på markedet (flatpakke, styrk, levetid)
- europeisk standard under arbeid

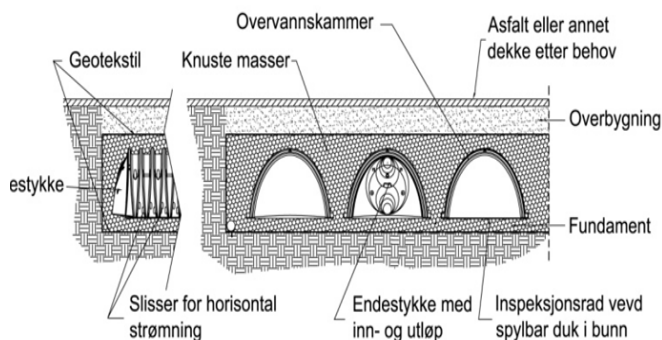


Figur 7; Typisk anlegg med kassetter

#### 4.2.4.4 Kombinasjonsmagasin

Kombinasjonsmagasin består av både "åpent" og "lukket" volum.

Figur 8 viser prinsipptegning av et konsept der det åpne volumet utgjøres av elliptiske profiler av polypropylen. Vannet tilføres til ett eller flere av profilene og fordeles til det øvrige volumet (omliggende profiler og steinmasser) gjennom åpne slisser i sidene. Tilførsel røret(ene) er utstyrt med et geotekstil som gjør at slammet kan spyles/suges ut. Største profil som markedsføres har en høyde på 1.15 m. Profilets form innebærer lave fraktkostnader.



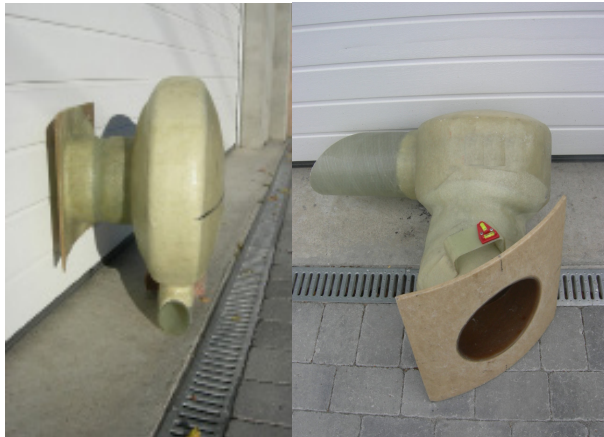
Figur 8; Kombinasjonsmagasin. Prinsipptegning



### 4.3 MENGDEREGULERING

Fordrøyning innebærer struping av vannmengden ut fra magasinet. Strupeorganet som installeres har en helt avgjørende betydning for anleggets funksjon, drift og økonomi. Strupeledning anses ikke å tilfredstille kravet til best tilgjengelig teknologi (VA/Miljø-blad 74).

Normalt velges en regulator basert på virvelkammer prinsippet (4). Kammeret som installeres kan være tørroppstilt eller våtoppstilt. Normalt velges våtoppstilt for mengderegulering av overvann. Våtoppstilte kammer inneles i kammer med og uten dykket utløp. I et kammer med dykket utløp holdes flyttestoffer tilbake.

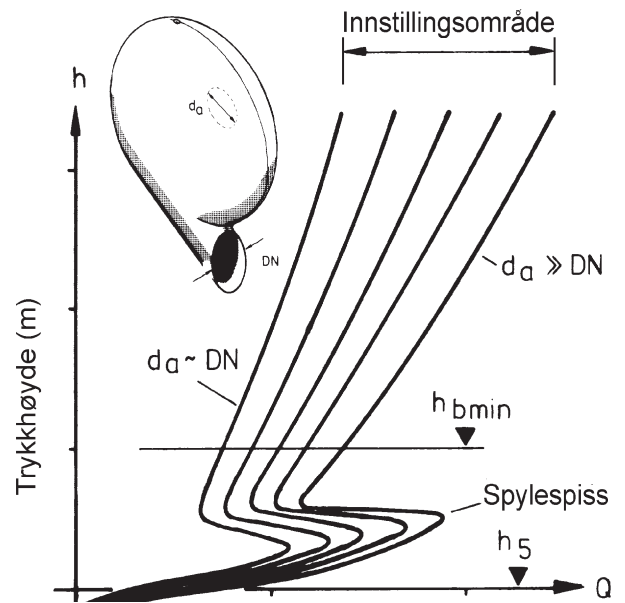


Figur 9. To typer virvelkammer med (tv) og uten (th) dykket utløp

**Driftsstabilitet.** Virvelkammeret har et strømnings tverrsnitt som er opptil 5 (jfr. Figur 11) ganger større enn strupet utløp. Det vil alltid foreligge en fare for at blader, pinner, sand og grus kommer i kontakt med regulatoren. Pga. faren for tilstopping bør normalt den regulatoren som har størst strømnings tverrsnitt velges.

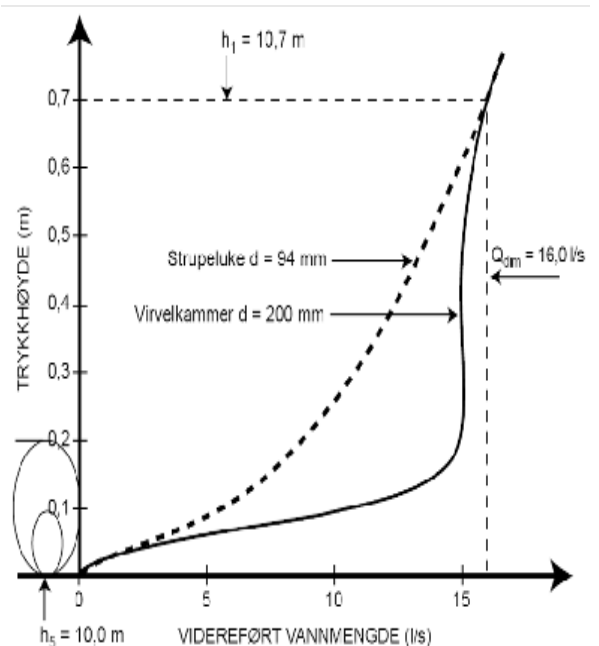
**Nøyaktighet.** På markedet leveres det virvelkammer med en kapasitetsgaranti på +/- 5 – 10% avhengig av type. Det anbefales at regulatoren som installeres er prefabrikkert og at nøyaktigheten kan dokumenteres. For at regulatoren skal ha ønsket kapasitet forutsettes fritt utløp. Ofte krever dette et større utløpsrør enn kapasitetsmessige forhold ellers skulle tilsi.

Virvelkammerets hydrauliske karakteristikk varierer med kammertype og utløpsdyse ( $d_a$ ).



Figur 10. Eksempel på hydraulisk karakteristikk (3).

Kammerets midlere avrenning skal legges til grunn ved beregning av magasinbehov. Optimalt kammervalg kan gi betydelige besparelser i bas-sengvolum. Et regneeksempel i (4) dokumenterer en besparelse på ca. 20%.



Figur 11. Optimalt virvelkammer gir redusert magasinbehov (4).

På det norske markedet finnes det virvelkammer i rustfritt stål og i glassfiber.

<i>Henvisninger:</i>		<i>Utarbeidet:</i>	Nov. 2012	MFT
/1/	<i>Trygve Lunde, NHL. Hydraulisk dimensjonering av gatesandfang. Prosjektrapport 69/88 Program for VAR-teknikk. 12.08.1988.</i>	<i>Revidert:</i>		
/2/	<i>Retningslinjer for dimensjonering av renseanlegg. SFT, TA-525. August 1978.</i>	/4/	<i>Lars Aaby og Oddvar Lindholm. Mengderegulering i avløpsteknikken. Hva er best tilgjengelig teknologi? Vann nr. 2/2007.</i>	
/3/	<i>VA-Konsept. Overvannshåndtering. Brødrene Dahl AS</i>			