

11



Selvrensning i afløbssystemer

Temablad 11. Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening

Selvrensningsevnen afhænger af lægningen

Hydraulik er et vigtigt område inden for afløbssystemer. Selve vandføringsevnen er behandlet i temablad 9, mens emnet for dette temablad er selvrensning. Som for vandføringsevnen har det vist sig, at rørets anlægsmæssige tilstand har stor betydning for, om røret er selvrensende eller ej. I det følgende vil det blive belyst, hvilke faktorer der påvirker selvrensningsevnen - såvel beregningsmæssigt som i praksis.

Selvrensning kan defineres som „en afløbsstrøms evne til at medrive faste partikler, som ellers ville blive udskilt i ledningen“¹. På dimensioneringsstadiet kontrolleres det normalt, om selvrensningsevnen er tilstede ved at beregne den forskydningsspænding, der er mellem rørvæggen og det strømrende afløbsvand, se gult felt på næste side.

Forskellige grader af selvrensning

Der kan defineres forskellige grader af selvrensning. Selvrensning kan eksempelvis deles op som følger:

- ◆ Ledningen holdes helt ren. Der er hverken kloakhud eller aflejringer i ledningen. Denne form for selvrensning opnås kun i ledninger med stort fald/stor hastighed og fyldningsgrad.
- ◆ Ledningen har kloakhud, men ikke aflejringer. Dette er, hvad der normalt forstås ved selvrensning i afløbssystemer.
- ◆ Ledningen kan have både kloakhud og mindre aflejringer. Der opstår imidlertid ikke gener i forbindelse med ledningen, eksempelvis lugtgener eller kælderoversvømmelse i forbindelse med regnvejr.

Er en ledning ikke tilstrækkelig selvrensende, vil det ofte først blive opdaget når „ulykken“ er sket, og der står vand op i kældrene, eller andre gener viser sig.

Nogle steder kalkuleres der allerede ved nyanlæg med et vist antal rensninger/spulinger pr. år. Dette er normalt for at undgå store lægningsdybder eller etablering af pumpestrækninger.

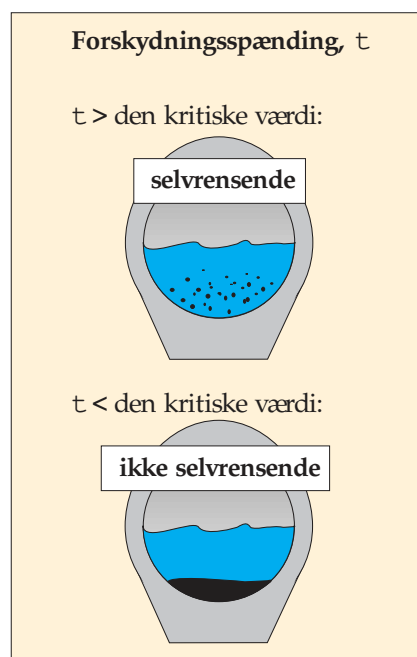
Kriterier for selvrensning

Tidligere blev det kontrolleret, om en afløbsledning kunne antages at være

selvrensende ud fra hastigheden af afløbsvandet. Denne størrelse er dog mindre anvendelig, da den samme hastighed for forskellige fyldningsgrader svarer til forskellig transportevne for bundmaterialet. Fremgangsmåden benyttes dog stadig flere steder i udlandet.

I Danmark og mange andre steder er man imidlertid gået over til at benytte størrelsen af forskydningsspændingen som kriterium for selvrensning. Denne forskydningsspænding er et udtryk for vandets transportevne. For at kunne antage at en afløbsledning er selvrensende, kræves således at forskydningsspændingen kommer over en vis værdi - en kritisk værdi, kaldet kritisk bundforskydningsspænding.

Denne kritiske værdi er imidlertid vanskelig at fastsætte for forskellige typer ledninger. Det er yderst problematisk at udføre forsøg, der afspejler de virkelige forhold godt nok, og dermed giver resultater, der kan overfø-



Ifølge teorien afgør forskydningsspændingen, om røret er selvrensende eller ej.

res på de praktiske forhold. Det afspejler sig blandt andet også i, at de nordiske lande har et fælles grundlag for afløbsregulativer, men ikke har kunnet enes om samme kriterier for selvrensning.

Hvilke forhold påvirker selvrensningsevnen?

Selvrensningsevnen kan forringes af en lang række forhold, her skal kun nævnes nogle enkelte. Et norsk projekt² har blandt andet konkluderet, at der er en tæt sammenhæng mellem transportevne og ledningens kvalitet.

I praksis kan følgende forhold blandt andet give problemer med hensyn til selvrensningsevnen:

- ◆ Lunker og ujævnt fald.
- ◆ Mindre vandmængder end forudsat, dette kan blandt andet være aktuelt på grund af de mange vandbesparende foranstaltninger, der etableres.
- ◆ Tværsnitsreducerende forhindringer, eksempelvis deformationer og indragende dele.

Lunker kan være en hovedårsag til selvrensningsproblemer i en ledning². Desuden kan de såkaldte tværsnitsreducerende forhindringer ofte give problemer.

Betonsamlinger og -brønde giver optimal selvrensning

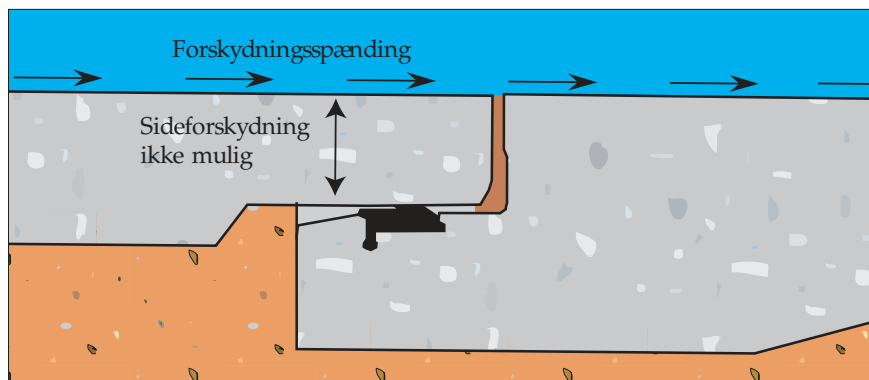
De moderne betonrørssamlinger har kun minimal indflydelse på vandføring og selvrensning. Samlingerne er konstrueret, så der ikke kan opstå sideforskydning, og der er kun ringe risiko for, at pakningerne fejlmontres.

Bagspalten vil hurtigt blive fyldt op med diverse aflejringer. Resultatet er

en tilnærmelsesvis homogen ledning, hvor vandet ikke „mærker“ samlingerne. Ved lægning skal det dog kontrolleres, at bagspalterne er af en passende størrelse, se rørleverandørens deklaration.

I ældre rør kunne der være problemer med grater ved samlingerne, men på grund af forbedrede produktionsmetoder og kontrol med rørene, er dette ikke et problem i dag.

Endvidere giver specialbrønde, der er „skræddersyet“ til det enkelte projekt, mulighed for at etablere et afløbsnet uden bøjninger og overgange og dermed en optimal selvrensningsevne.



Såvel Euro- som ig-samlingen kan ikke sideforskydes. Bagspalten vil hurtigt blive fyldt op med aflejringer, og ledningen er således nærmest en homogen ledning, hvor vandet ikke påvirkes af samlingerne. Sideforskydning kan forekomme i tidligere samlinger.

Beregning af selvrensning

Når en afløbsledning skal dimensioneres som selvrensende, sker det ofte ved hjælp af metoden angivet i „Norm for afløbsinstallationer“ DS 432, på trods af at den kun er gældende inden for skel. Denne metode tager ikke hensyn til forhold som lunger og ujævnt fald.

Helt grundlæggende skal det fastlægges, hvor ofte ledningen skal skylles ren. Skal det eksempelvis ske én gang i døgnet, benyttes den maksimale vandføring inden for det døgn, hvor der er den mindste vandføring.

Ud fra denne vandføring og det projekterede fald, kan forskydnings-spændingen beregnes med følgende formel:

$$\tau = 10.000 \text{ N/m}^3 \cdot I \cdot R$$

hvor

τ er forskydnings-spændingen [N/m^2].

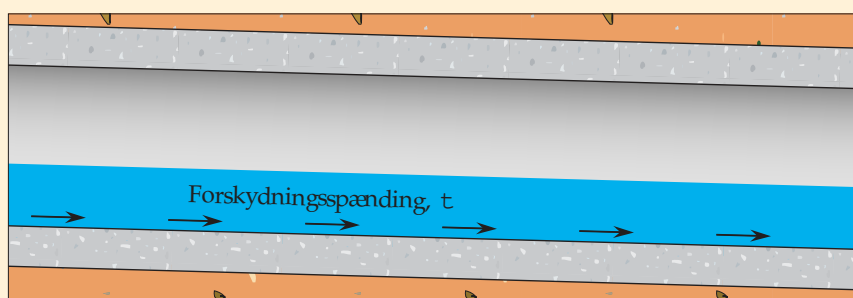
I er energiliniens (rørets) hældning.
 R er ledningens hydrauliske radius ved den givne vandføring. (Det „våde“ areal divideret med den „våde“ omkreds) [m].

Herved fås størrelsen af forskydnings-spændingen. Denne skal være større end de følgende kritiske værdier:

2,5 N/m^2 for spildevandsledninger
 2,5 N/m^2 for spildevandsandelen alene i fællesledninger.

1,5 N/m^2 for regnvandsledninger.
 1,5 N/m^2 for regnvandsandelen alene i fællesledninger.

For plastrør er kravene 10 % lavere.



Selvrensningsevnen beregnes ud fra størrelsen af forskydnings-spændingen.

Samme minimumsfald for plast- og betonrør

I følge DS 432 er minimumsfaldet for ledninger af plast og beton det samme for en given vandføring. For at indarbejde dette i beregningerne, er det nødvendigt at regne med de 10 % lavere kritiske værdier for plastledninger. Det skyldes, at en lavere ruhed giver en mindre delfyldning og dermed en mindre hydrauliske radius R , og derved bliver forskydnings-spændingen τ mindre, se grafen.

De 10 % lavere kritiske værdier betyder altså ikke, at minimumsfaldet for plastrør kan være mindre end for betonrør, men er blot fastlagt ud fra, at plast- og betonrør skal kunne ligge med samme minimumsfald, når normens ruheder på 0,25 mm for plast og 1,0 mm for beton benyttes³.

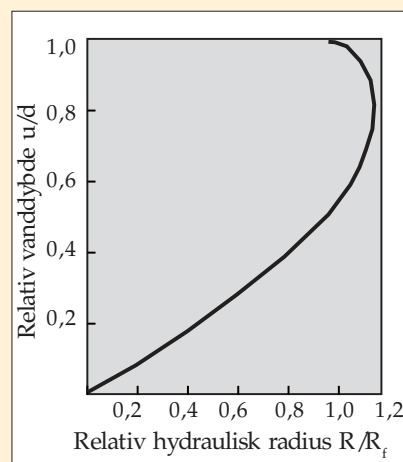
Ens ruheder - ens kritiske værdier

Ovennævnte forhold skal man desuden være opmærksom på, hvis der benyttes de i DS 432 foreskrevne kritiske værdier for forskydnings-spæn-

dingen, men andre ruheder end de 0,25 og 1,0 mm.

Benyttes eksempelvis samme ruhed for beton- og plastrør, bør der således også benyttes samme kritiske værdi af forskydnings-spændingen.

Flere undersøgelser viser, at driftsruheden hovedsageligt afhænger af den drifts- og anlægsmæssige tilstand, og ikke af rørmaterialet^{4,5,6}.



Den hydrauliske radius for delfyldte rør R kan indirekte aflæses af grafen. Når ruheden stiger, øges vanddybden, og dermed den hydrauliske radius.

Minimumsfald bør fastlægges ud fra praktiske forhold

De anlægstekniske forhold, har alafgørende indflydelse på selvrensningsevnen. Alle tværsnitsreducerende forhold skal undgås, eksempelvis deformationer og dårlige stiktilslutninger. Desuden skal mængden og størrelsen af luncker og ujævnt fald minimeres.

Ved at benytte betonrør kan disse problemer undgås eller minimeres, blandt andet på grund af betonrørens gode egenskaber som⁷:

- ◆ Stor egenstyrke
- ◆ Retlinet rørstamme
- ◆ Stor godstykkelse
- ◆ Formfast rør
- ◆ God stabilitet i rørgraven

For at tage hensyn til de anlægstekniske forhold, har det i Canada været foreslået⁴, at minimumsfaldet kunne fastlægges ud fra bl.a. kontrolniveau, funderingsforhold og rørens egenskaber.

Hovedformålet er at fastlægge minimumsfaldet således, at der ikke opstår luncker, der er så store/dybe, at der reelt er „bagfald“ (der står vand i luncken). Det vil sige, at på steder med dårlige funderingsforhold skal minimumsfaldet være forholdsvis stort, fordi dårlige funderingsforhold medfører flere/større luncker.

Et norsk projekt² konkluderer, at „ved vurdering af selvrensningsevnen er det helt nødvendigt, at tage udgangspunkt i en forventet kvalitet af ledningssystemet“. Derfor foreslås i projektet en metode, hvor der fastsættes 3 klasser, alt efter hvor store tolerancer på faldet mv. der kan tillades. Først beregnes det nødvendige fald på „normal vis“, som vist tidligere. Derefter tages der højde for de afvigelser fra det projekterede fald, som kan

Referencer

1. DS 432. "Norm for afløbsinstallationer". 1994.
2. „Sjølvsrensning og spyling av avløpsledninger“. Brukerrapport 9/88. Arve Berg, Norsk hydroteknisk laboratorium. 1988.
3. „Hydrauliske forhold ved ovale afløbsledninger“. Civ. Ing. J.B. Ingwersen. 1979.
4. "Field measurements of the hydraulic resistance of sanitary sewers". R. Gerard, P. Bouthillier, J. Besmejn. Department of Civil Engineering, University of Alberta,

Ledninger projekteres og anlægges som ikke-selvrensende

Nogle rørledninger projekteres som ikke-selvrensende for at undgå store lægningsdybder eller pumpestationer. Samtidig påregnes et vist antal spulinger pr. år for at holde ledningen ren.

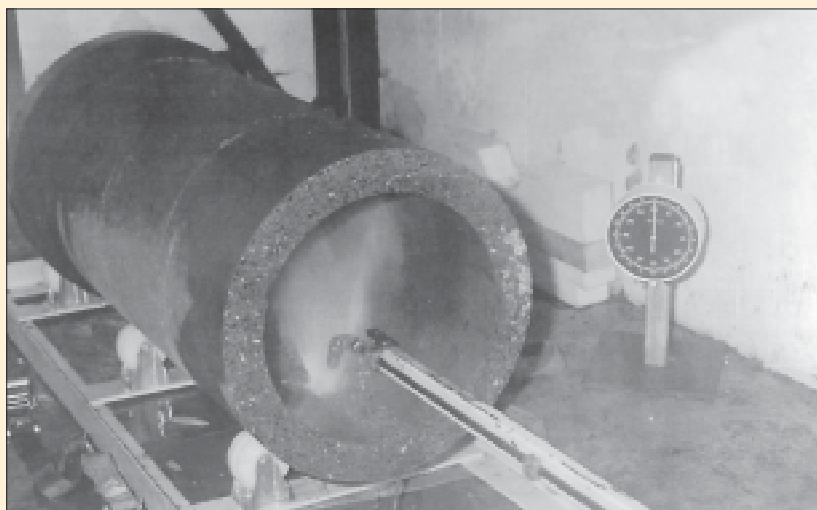
I den forbindelse skal det kontrolleres, at de benyttede rør kan modstå det spuletryk, der anvendes. I England er der udført diverse forsøg med højtryksspuling af beton-, ler- og plastrør.

Forsøgene viser, at moderne betonrør kan modstå spuling med meget høje tryk. Det har resulteret i en engelsk anvisning for spuling af rør.

Her anbefales maksimale tryk på 340 bar for betonrør⁸.

I Danmark benyttes typisk tryk på 120-150 bar. Betonrør tåler desuden kraftige slag fra slyngende spulehoveder.

Ældre betonrør, typisk rør fra før 1960, kan i nogle tilfælde være af forholdsvis dårlig kvalitet sammenlignet med de moderne betonrør. Ved spuling af sådanne rør anbefales det at anvende så lavt tryk som muligt. Højt spuletryk eller slyngende spulehoveder kan forårsage skader på rørene, som formindsker ledningens restlevetid.



Engelske forsøg har vist, at betonrør tåler spuling med meget høje vandtryk.

opstå, alt efter hvilken „klasse“ projektet udføres i. Ovennævnte fremgangsmåder skulle selvfølgelig drage nytte af de erfaringer, der er gjort indtil videre.

Metoderne kan diskuteres, men de sikrer, at der inddrages flere af de forhold, der har vist sig at have stor betydning for selvrensningsevnen.

Se også temablad 8
„Betonrør sikrer god komprimering og hydraulik.
Fordele ved lægning af betonrør.“

- Canada. Canadian Journal of Civil Engineering vol. 16, 1989.
5. „Betonrør har den største vandføringsevne“. Temablad 9. Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening. 1998.
6. „Hydrauliske forhold i afløbsledninger“. Civ. Ing. Søren S. Gleerup. Artikel i „Edb-anvendelse i vandmiljøteknikken - EVA“. Blad fra EVA-udvalget, Spildevandskomiteen. April 1999.
7. „Betonrør sikrer god komprimering og hy-

- draulik. Fordele ved lægning af betonrør“. Temablad 8. Afløbsfraktionen. 1998.
8. „Sewer jetting Code of practice“. 1. udgave. WRc plc. Swindon, Wilts. 1997.

Temablade kan rekvireres på tlf. 33 747 747 eller via afløbsfraktionens hjemmeside: www.afloebfraktionen.dk
Afløbsfraktionen, November 1999