

Avløpsanlegg for spreidd busetnad

Utforming av slamavskillar og infiltrasjonsrøyr

Av Arve Berg

Arve Berg er siv.ing. fra NTH og ansatt som forsker på Vassdrags- og havnelaboratoriet (VHL).

SAMMENDRAG

Avløpsvatn kan fordelast jamt i infiltrasjonsanlegg utan å bruke støytbelastar. Ved å redusere utjamninga av vassføringa i slamavskillaren kan infiltrasjonsrøyrret utformast slik at avløpsvatnet blir tilnærma jamnt fordelt utover infiltrasjonsmassen. Utjamninga kan reduserast ved å snevre inn toppen av slamavskillaren.

Vårt forslag er å redusere vassflatearealet i slamavskillaren til 1.0 m². Som infiltrasjonsrøyr vel vi å bruke eit glatt plastrøyr med diameter 75 mm. Røyrret skal leggst med 20‰ fall (20 cm pr. 10 m). Grøftelengda bør vere 20 m. Høla skal plasserast i botnen av røyrret og ha diameter 6 mm.

Det bør vere 30 hol totalt. Av desse må 8 plasserast i første halvdel av røyrret og 22 i siste halvdel. Holavstanden blir dermed 1,3 m i første halvdel og 0,45 m i siste halvdel.

Innleiing

Statens forurensningstilsyn (SFT) held på å revidere retningslinjene for kloakk-utslepp frå spreidd busetnad. I desember 1980 tok SFT kontakt med Norges hydrodynamiske laboratorier for å få vurdert anlegg som hydraulisk sett kan verke tilfredsstillande. Vi vil her gjie ei oversikt

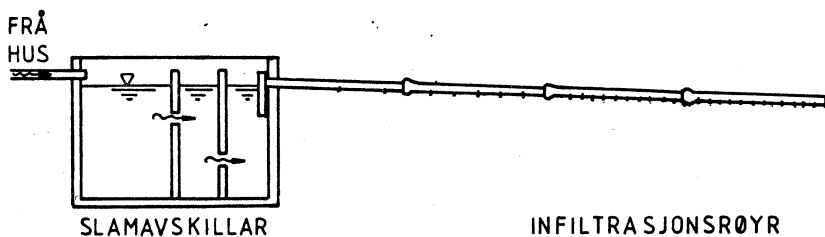
over ein del av tilrådingane og konklusjonane som er framkomne i forskningsprosjektet /1/. Arbeidet vårt dannar ein del av underlagsmaterialet for den prosjekteringsgruppa som er i arbeid i SFT-regi.

Behovet for nye retningslinjer har meldt seg pga relativt dårlege røynsler med anlegg bygt etter eksisterande retningslinjer /2/.

Ei viktig årsak til at anlegga har fungert dårleg, er dei hydrauliske forholda. Spesielt har fordelinga av vatnet i grøftene vore eit kritisk punkt. Eksisterande retningslinjer manglar rett og slett reglar for korleis infiltrasjonsrøyra skal utformast. Difor har det og vore brukt eit utal av røyrvariantar. Resultatet er jo som kjent at mesteparten av avløpsvatnet renn ut på dei første, eventuelt dei siste metrane av infiltrasjonsgrøfta. Dei brukte delane av grøfta blir overbelasta, mens størstedelen av grøfta er ubrukt. Dette medfører fare for gjentetting av dei overbelasta infiltrasjonsmassane.

Verkemåte for infiltrasjonsanlegg

Infiltrasjonsanlegga kan vere oppbygt på ulike måtar, men i den enklaste og mest vanlege løysinga renn vatnet med sjølvfall frå huset via ein slamavskillar og ut i grøfta, jfr. figur 1.



Figur 1. Prinsippskisse av transportsystemet.

I slamavskilleren blir flyteslam og avsettbar materiale fråskilt. Av dei igjenverande forureinsingane skal infiltrasjonsgrøfta fjerne så mykje at ikkje grunnvatn eller andre mottakarar blir skadeleg forureinsa. Det er viktig at belastninga på filteret blir så jamn som råd. Hola i infiltrasjonsrøret bør difor vere plassert slik at vatnet blir jamnt fordelt på heile grøftelengda.

Transporten av vatnet fra dei ulike husinstallasjonane til grøfta skjer ved sjølvfall, dvs det er tyngdekrafta som driv vatnet. Ved utforming og dimensjonering

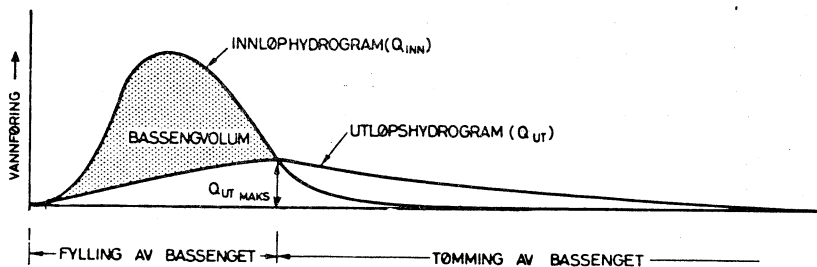
av transportsystemet må heile anlegget frå husinstallasjonane til filtermediet vurderast samla. Utforminga av slamavskilleren påverker utforminga av infiltrasjonsrøret.

Dimensjonerande vassmengder

For at eit infiltrasjonsanlegg skal fungere optimalt må det dimensjonerst utifrå den typiske avløpssituasjonen. Basert på innsamla data foreslår vi følgande «normalavløp» for ein husstand med 4 personar:

Tabell 1. Forslag til normalavløp for ein husstand på 4 personar.

Installasjon	Volum l	Tømmetid sek.	Vassføring l/s	Brukt antall ganger pr. døgn	Forbruk pr. døgn for 4 pers.
WC	7,5	5	1,5	24	180 l
Badekar	80,0	100	0,8	2	160 l
Handvask	3,2	32	0,1	35	112 l
Vaskemaskin	120,0	170	0,7	1,5	180 l
Oppvask	10,0	20	0,5	2	20 l
Matlaging	4,0	40	0,1	3	12 l
Husvask	10,0	14	0,7	1	10 l
SUM					674 l



Figur 2. Utjamning av vassføringa ved passering av slamavskillar. Prinsippskisse.

Hydrauliske forhold i slamavskillar

Slamavskillaren fungerer som eit utjammingsmagasin med hydraulisk kontroll i utløpet. Det vil seie at vasstanden i slamavskillaren ikkje blir påverka av forholda nedstrøms for utløpsnittet. Når vatnet går gjennom ein slamavskillar, går ein del vatn med til å heve vasstanden slik at den maksimale utløpsvassføringa blir mindre enn den maksimale innløpsvassføringa. Vassføringa ut av slamavskillaren vil dermed vare i lenger tid enn vassføringa inn.

Det er forma på utløpet og overflatearealet av bassenget som bestemmer ut-

jamninga. For eit vanleg sirkulært utløp er vassføringa ut proporsjonal med kvadratet av vasstanden over lågaste punkt i utløpet. Utløpshydrogrammet for slamavskillaren kan dermed lett reknast ut $/1, 3/$.

Som eit eksempel skal vi sjå på utjamninga i ein slamskillar som tilfredsstiller dagens forskrifter. Vi har valt ein prefabrikkert type i armert polyester som eksempel. Denne har innvendig diameter lik 2,1 m og tverrsnittsarealet i vassflata er ca. 3,5 m². Den maksimale utløpsvassføringa blir dermed som vist i tabell 2 ved avløp frå dei ulike husinnstallasjonane.

Tabell 2. Eksempel på utjamning i ein vanleg slamavskillar ($A = 3,5 \text{ m}^2$) $/1/$.

Installasjon	Tømmetid sek.	Vassføring i innløp l/s	Maksimal vassføring i utløp l/s
WC	5	1,5	0,002
Badekar	100	0,8	0,174
Handvask	32	0,1	0,0003
Vaskemaskin	170	0,7	0,310
Oppvask	20	0,5	0,003
Matlaging	40	0,1	0,005
Husvask	14	0,7	0,003

Vi ser av tabell 2 at når tverrsnittet i vassflata av slamavskilleren er 3,5 m², så er det berre tømning av badekar og vaskemaskin som gjev markert vassføring ut av slamskilleren.

Den kraftige utjamninga av vassføringa i slamavskilleren fører til at den aller første delen av grøfta blir sterkt overbelasta. I dette tilfellet vil så mykje som ca. 55% av avløpet over døgnnet renne ut i dei første 2 hola. Viss vatnet skal bli tilfredsstillande reinsa, kan dagens utforming difor ikkje aksepteras. Vi ser to løysningar på problemet:

- Sette inn ein støytbelastar etter slamavskilleren.
- Redusere utjamninga i slamavskilleren.

Støytbelastar fører til driftsproblem og auka kostnader og er etter vår meining lite aktuelt for enkelthus. For å oppnå tilfredsstillande fordeling av vatnet langs infiltrasjonsgrøfta, må difor utforminga av slamavskilleren endrast.

Ny utforming av slamavskillar

For å redusere utjamninga av vassføringa, må arealet av vassflata i slamavskilleren reduserast. Slamavskilleren kan innsnevrast i toppen som vist på figur 3. Utjamninga kan også reduserast ved å endre forma på utløpet, men det er ikkje tatt med her.

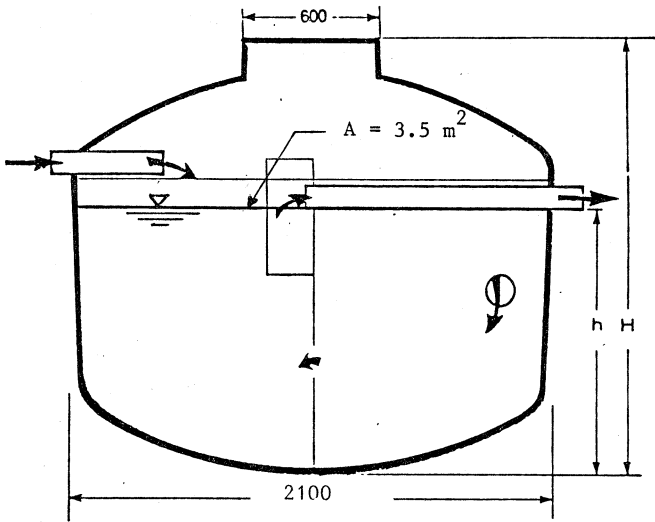
Som eksempel skal vi sjå på effekten av å snevre inn arealet av vassflata til 1,0 m², jfr. tabell 3.

Ved å samanlikne tabellane 2 og 3 ser vi at vassføringa ut av slamavskilleren aukar kraftig når vi snevrar inn arealet av den frie vassflata frå 3,5 m² til 1,0 m². Spesielt viktig er tidobling av den maksimale vassføringa ut av slamavskilleren ved tømning av WC. Denne husinstallasjonen står for over fjerdeparten av døgnavløpet, jfr. tabell 1.

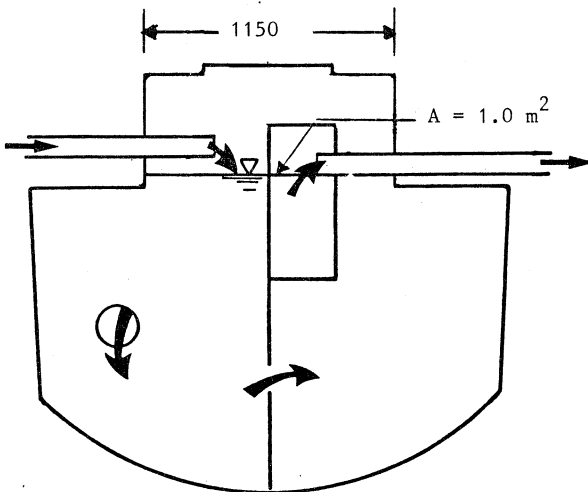
Når vassføringa aukar ut av slamavskilleren, dvs. i starten av infiltrasjonsrøret, vil større delar av grøfta bli belasta. Dette gjer at vi med ei fornuftig holplasering kan oppnå akseptabel fordeling av avløpsvatnet langs grøfta.

Tabell 3. Utjamning i slamavskillar med innsnevra topp ($A = 1,0 \text{ m}^2$).

Installasjon	Tømmetid	Vassføring i innløp	Maksimal vassføring i utløp
	sek.	l/s	l/s
WC	5	1,5	0,022
Badekar	100	0,8	0,71
Handvask	32	0,1	0,005
Vaskemaskin	170	0,7	0,69
Oppvask	20	0,5	0,037
Matlaging	40	0,1	0,006
Husvask	14	0,7	0,036



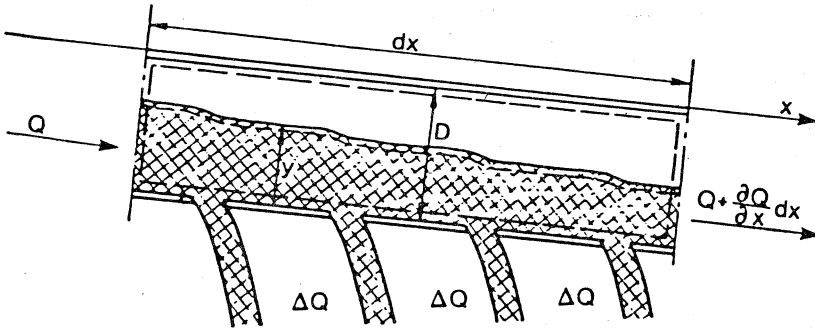
vanleg
utforming



alternativ
utforming

Figur 3. Utforming av slamauskullar, prinsippsskisse.

Hydrauliske forhold i infiltrasjonsrøyr



Figur 4. *Strømforhold i infiltrasjonsrøyr.*

Straumen gjennom infiltrasjonsrøyrret skjer med delvis fyllt tverrsnitt. Vassføringa blir redusert skrittvis utover i røyrret ved at vatn strømer ut gjennom hola i botnen av røyrret, jfr. figur 4.

I eit dansk arbeid /3/ er det vist kor mange hol det må vere i infiltrasjonsrøyrret for at alt vatnet skal renne ut før det når enden av røyrret, dvs. slik at oppstuvning blir unngått. Figur 5 viser talet på nødvendige hol når røyrdiameteren er 75 mm og holdiameteren er 6 mm.

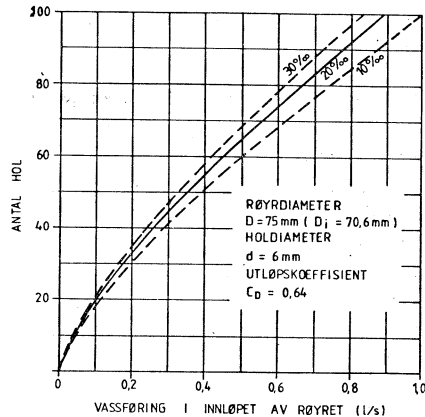
Vassføringa gjennom kvart enkelt hol er proporsjonal med tverrsnittsarealet av holet og kvadratrota av vasstanden over holet. Fordelinga av vatnet langs røyrret blir dermed ujamn. Det renn ut mest vatn i første del og minst i siste del som vist på figur 6. Figuren viser forholdet mellom faktisk og midtlare utrenning. Avvik større enn 10% frå jamn fordeling er skravert.

Standardisering av infiltrasjonsrøyrret

For ikkje å få for stor avstand mellom hola, bør holdiameteren vere liten. På den andre sida bør holdiameteren vere stor for å unngå tiltetting, men holdiameteren

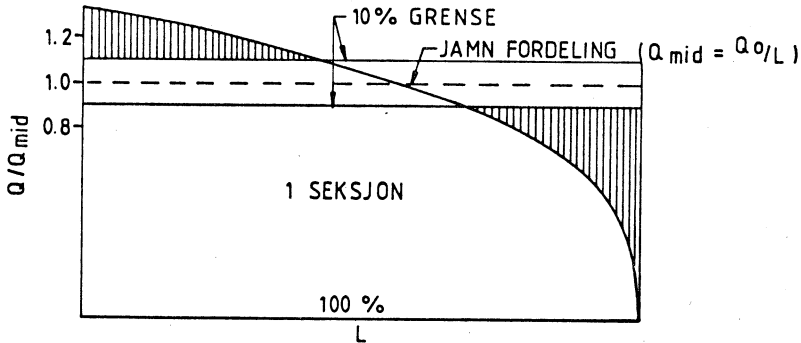
må ikkje vere større enn korndiameteren til pukken rundt røyrret. Eit fornuftig kompromiss er å velje holdiameteren lik 6 mm. Hola skal plasserast i botnen av røyrret.

Vassføringa ut av slamavskillaren er lita. Røyrdiameteren bør difor vere 75 mm. Det bør brukast glatte plastrøyr (PVC).



Figur 5.

Talet på nødvendig hol i infiltrasjonsrøyrret.



Figur 6. Fordeling av vatnet langs den våte delen av røyrlengda ved konstant vassføring.

Helninga til infiltrasjonsrøyret er i dagens forskrifter altfor lita. Helninga bør vere 20‰ . Med denne verdien skulle ein kunne unngå motfall og med rimelig god anleggskontroll få eit fall i området $10\text{—}30\text{‰}$. Det blir dermed hydraulisk kontroll (kritisk strøming) i utløpet frå slamavskillaren.

For enkelthus bør grøftelengda vere 20 m . Grøftebreidda må vere slik at kravet til infiltrasjonsareal blir tilfredsstillt.

Holplassering langs infiltrasjonsrøyret

Vassføringa i infiltrasjonsrøyret vil variere med tida avhengig av bruken av dei ulike husinstallasjonane. Vassføringa bestemmer kor stor del av røyret som blir belasta til ei kvar tid. Den aller første delen av grøfta får tilført avløpsvatn store delar av dagen, mens den aller siste del av grøfta kanskje berre får ei dose pr. dag. *Infiltrasjonsrøyret bør dimensjonast slik at grøfta får jamn belastning (fordeling) over døgnet.*

Vi forutset at vassflatearealet i slamskillaren er $1,0\text{ m}^2$. Det totale holtalet blir bestemt av den støybelastninga som

oppstår ved tømning av badekar og vaskemaskin. Av tabell 3 og figur 5 ser vi at infiltrasjonsrøyret må ha ca. 85 h for at det ikkje skal bli oppstuvning i enden av røyret ved tømning av badekar eller vaskemaskin.

Ved bruk av andre husinstallasjonar vil maksimalt dei 10 første hola bli belasta. Dei siste 75 hola blir m.a.o. berre brukt ved tømning av badekar og vaskemaskin. Desse hola får ca. 40% av den totale døgobelastninga, jfr. tabell 1 og figur 6. Dei 10 første hola får dermed ca. 60% av den totale døgobelastninga.

For å få til jamn fordeling må det brukast ein kombinasjon av minkande holavstand utetter røyret og oppstuvning i enden av røyret ved tømning av badekar og vaskemaskin. Vi vel å dimensjonere røyret slik at oppstuvninga maksimalt når tilbake til midt i grøfta. Dette oppnår vi ved å lage i alt 30 hola i infiltrasjonsrøyret. Av desse skal 8 av hola vere i første halvdel av røyret, mens 22 skal vere i siste halvdel. Ved ei total lengde på 20 m blir holavstanden på dei første 10 metrane $1,3\text{ m}$, mens holavstanden i siste halvdel blir $0,45\text{ m}$.

LITTERATURLISTE

- /1/ *A. Berg*: «Avløpsanlegg for spredt bebyggelse. Dimensjonering og val av system.» Vassdrags- og havnelaboratoriet rapport STF60 A81107, Trondheim oktober 1981.
- /2/ *P. E. Lindbak*: «Rensing av avløpsvann fra spredt bolig- og fritidsbebyggelse. Infiltrasjonsanlegg, sandfilteranlegg og resorpsjonsanlegg.» Prosjektkomiteén for rensing av avløpsvann (PRA) rapport nr. 20, Oslo, juni 1978.
- /3/ *R. Wiuff*: «Strømninger i sivedræn.» COWI consult A/S & Institut for Strømningsmekanik og Vandbygning (ISVA) DTH. Teknologirådet, Publ. nr. 366, Virum, juni 1980.