

Kapacitet i undergrundsoverrislingen i udførelsen af biologisk rensning af spildevand i små rensningsanlæg

Diplomingeniør R. Schmidt, Professor, Doktor, Ingeniør M. Grottker

Laboratorium for bygningsvandforsyning og affaldsteknik
Fagområde bygge-anlægs-væsenet hos FH (Freie Hansestadt) Lübeck

1. Foranledning

På grund af bygningsstrukturene i landdistrikterne i Slesvig-Holsten er omfattende centraliserede koncepter for bortskaffelse af spildevand kun sjældent muligt inden for økonomisk rimelige grænser. Allerede på nuværende tidspunkt drives i Slesvig-Holsten, baseret på den tilsluttede del af befolkningen, det længste offentlige kloaksystem i de vesttyske territoriale staters flademål (9,0 per tilsluttet indbygger). Især i kommuner med færre end 300 indbyggere ligger graden af tilslutningen i befolkningen til en offentlig spildevandsledning på kun 50 % (statistiske kontorer i forbundsregeringen og delstatsregeringerne (2004), Det Statistiske Kontor i Hamborg og Slesvig-Holsten (2004)).

Antallet af i-brug-tagne små rensningsanlæg er i dag markant med 57.400 anlæg, hvoraf kun omkring 65 % af disse anlæg er udstyret med en efterfølgende biologisk behandling, henholdsvis, i de seneste år, ifølge det nuværende stadium på det tidspunkt (DIN 4261-del 1, "Små spildevandsanlæg" (1991)), er eftermonteret med biologisk behandling. Ifølge en undersøgelse af LANU (2002), består det biologiske rensningstrin på omkring 6.800 af disse anlæg af et undergrundsoverrislingsanlæg, hvilket efterfølgende i de fleste almindelige tilfælde er en efterkoblet flerkammer udgangsseptiktank. Aldersstrukturen på disse anlæg er fremstillet i Figur nr. 1. Omkring 75 procent af disse anlæg er designet til en nominal værdi på op til fire personers værdier, andelen af anlæg, der er designet til en nominal værdi på op til ni personers værdier eller mere, er med 2,3 procent ubetydelig.

Den største ulempe for undergrundsoverrislingsanlæggenes vedkommende er manglen på lejlighed til at overvåge spildevandet, henholdsvis ydelsen af Vandrensning. Dette faktum har bidraget til udgivelsen af Water Practice Standards Committee i december 2002, med offentliggørelsen af den reviderede udgave af DIN 4261 del 1 lovforslag, som udelukkede undergrundsoverrisling som en proces til biologisk rensning af spildevand. Indtil tilgængeligheden af den reviderede europæiske standard EN 12.566 definerer Standards Committee fra vandsektoren (Water Practice Standards) den i december 2002 offentliggjorte version af DIN 4261, er undergrundsoverrislingsanlæg midlertidigt tilladt. Derfor må disse anlæg kun anvendes til udvaskning (bortskaffelse) af aerobt (organismer) forbehandlet spildevand.

En downstream-biologisk behandling f.eks. gennem filtre efter grøfter eller underjordisk passage er ikke længere inkluderet i standarden. Derved er den tidligere undergrundsoverrisling ikke længere i overensstemmelse med DIN 4.261-del 1 (2002) med de generelt accepterede regler for teknologi.

Her kommer en kasse:

<p>Anlæg, efter andele</p> <p>100%-80%-60%-40%-20%-0%</p> <p>10 år og ældre: 56,78%</p> <p>20 år og ældre: 22,71 %</p> <p>45-40-35-30-25-20-15-10-5-0</p> <p>Anlæggets alder [a]</p>
--

Figur 1. Aldersstruktur (opsummeret) af undergrundsoverrislingsanlæg og sandfiltergrøfter i fem udvalgte landkredse (amter) i Slesvig-Holsten (i alt: 1.455 anlæg)

Formålet med det fremlagte, som det statslige kontor for Natur og Miljø i staten, Schleswig-Holstein (LANU) bestilte, var det, at man med dette projekt, kunne kvantificere undergrundsoverrisling som en proces til biologisk rensning af spildevand og for at kunne afgive en redegørelse om deres resultater med hensyn til biologisk rensning af spildevand fra husholdninger. Der bør drages konklusioner om mulig opgradering af de anlæg som i øjeblikket befinder sig i service og faciliteter og forslag til fremtidig udformning af sådanne systemer skal afledes heraf.

2. Optisk undersøgelse af mindre anlæg

For at kunne bestemme den strukturelle, byggetekniske og vedligeholdelsesmæssige tilstand på de mindre vandrensningsanlæg, som er i brug for øjeblikket og som er uden teknisk spildevandsventilering i Slesvig-Holsten, blev de af SICKERMANN (2005) vurderet ud fra rent optiske sigtpunkter som jord infiltrationssystemer designet til små anlæg. Blandt de i alt 180 tilfældigt udvalgte vandrensningsanlæg var 87 vandrensningsanlæg til undergrundsoverrisling, 63 sandfiltre og 30 plante-vandrensningsanlæg. Evalueringen omfattede både fri adgang til vandrensningskomponenter, såsom indløbskanaler, distributionsstrukturer, påfyldningssystemer og ventilationsrør, såvel som også til de utilgængelige dele af vandrensningsanlægget, som f.eks. irrigatorer og drænrør, hvortil et rør- og kanal-kredsløbs- tv blev brugt.

Ifølge den etablerede vedligeholdelse af bygninger og tekniske mangler, blev de undersøgte anlæg opdelt i tre, optisk definerede kriterier under Vandrensning klasser:

- Vandrensning klasse RK 1: uden skader, konstruktion og vedligeholdelse i perfekt stand, ydeevnen er ikke påvirket (man kan gå ud fra en velordnet bortskaffelse af spildevand.)
- Vandrensning klasse RK 2: kapaciteten er indskrænket (f.eks. som en følge af bundfældningsaflejringer, let vækst eller fremkomst af trærødder osv.), kan genoprettes ved passende vedligeholdelsesforanstaltninger fra RK 1-proceduren
- Vandrensning klasse RK 3: svære byggetekniske skader (der kan ikke længere forventes en velordnet bortskaffelse af spildevand)(SICKERMANN (2005)).

Figur 2 viser den samlede fordeling af de undersøgte systemer på alle repræsenterede klasser af identificeret Vandrensning. Samlet set kunne, af de 180 undersøgte anlæg, 56 anlæg (31,1%) henføres til RK1, 12 vandrensningsanlæg (6,7%) til RK2 og 112 vandrensningsanlæg (62,2%) kunne henføres til RK3. De få af RK2 identificerbare vandrensningsanlæg er en indikation af, at det fuldstændige tab af funktion sker relativt hurtigt efter de første tegn på funktionsforstyrrelser.

Her kommer en kasse:

Anlagen = Vandrensningsanlæg

Figur 2. Fordeling af vandrensningsklasser i alle omfattede mindre vandrensningsanlæg (efter SICKERMANN (2005))

Betydelige er de absolutte og den relative nedgang i det udstyr som er i RK 1, og den relative stigning som er i det udstyr som er i RK 3, med en stigende levetid i driften.

Under hensyn til drifts- og vedligeholdelsesbetingelserne af de undersøgte vandrensningsanlæg, skal den forventede levetid af vandrensningsanlæggene til undergrundsoverrisling beregnes med maksimalt 8 år (se figur 3 og 4)

Her kommer en kasse:

- > 4 år
- 4 til 8 år
- 8 til 12 år
- 12 til 16 år
- > 16 år

Figur 3 Sammenhæng af teoretisk etablerede rengøringsklasser af små renseanlæg undersøgt efter aldersgruppe (efter SICKERMANN (2005)).

Her kommer en kasse:

- > 4 år
- 4 til 8 år
- 8 til 12 år
- 12 til 16 år
- > 16 år

Figur 4 Procentvis fordeling af teoretisk etablerede rengøringsklasser af små renseanlæg undersøgt efter aldersgruppe (efter SICKERMANN (2005)).

For en erklæring om den generelle Kapacitet af de undersøgte jord infiltrationsprocesser for vandrensningsydelsen indenfor kommunalt spildevand, er resultatopgørelsen over driftstiden af de med tiden almindeligt forværrede generelle vandrensningsanlæg alene, ikke tilstrækkelig. Af denne grund, blev klassificeringen af sand filter rensningsanlæg (50 anlæg) og planterensningsanlæg (30 anlæg) deponeret i de respektive teoretisk definerede rengøringsklasser, gennem en analytisk undersøgelse af tilløb og afløb (se også tabel 1). Tilsvarende er den grundlæggende konklusion, om de forventede afløbsværdier og dermed rensningseffektiviteten af et rensningsanlæg alene på grund af dets klassificering i et rent optisk defineret kriterium af vandrensningsklasse, ikke mulig.

Tabel 1 Fordeling af undersøgte mindre vandrensningsanlæg i vandrensningsklasser og tilhørende CSB-afløbsværdier

Vandrensningsklasse: RK	Antal af mindre vandrensningsanlæg			CSB (mg/L)		
	deraf Sandfilter (kolonne 1)			Min.	Medium	Maksimum
	deraf Plantevandrensningsanlæg (kol.2) i alt					
1	22	8	30	14,4	54,6	156,0
2	4	1	5	22,1	94,2	187,0
3	24	21	45	17,9	99,6	543,0
I alt	50	30	80			

Tendensmæssigt kan der dog genkendes en forbindelse mellem den valgte vandrensningsklasse og de deraf følgende CSB-afløbsværdier. Ved forsømmelse af det tilhørende udstyr hos de vandrensningsanlæg som er klassificeret til RK2, er faldet hos RK1 plante vandrensningsanlæg i klassen højere koncentrationer af CSB-udlednings- afløbskoncentrationerne, når man sammenligner med RK3 plante vandrensningsanlæg, betydeligt. Jo lavere CSB-udlednings-afløbskoncentrationerne er, desto mere sandsynligt er det, at det pågældende vandrensningsanlæg forud kan sættes i gruppe med RK1.

Alt i alt lader det sig påvise, at de fleste af de undersøgte små vandrensningsanlæg, men især med hensyn til de vandrensningsanlæg, som er anlagt som undergrundsoverrislingsanlæg, havde **opmærksomhedskrævende mangler indenfor vedligeholdelse og reparation**, men også, forårsaget af den høje grad af selvbyg, som kan påvises ved den store andel af interne aktiviteter i forbindelse med udarbejdelsen af disse vandrensningsanlæg, et stort antal bygnings fejl, opstået ved gør-det-selv byggeri. Derved forringes tilstanden indenfor vandrensningsanlæg som er anlagt som undergrundsoverrislingsanlæg med stigende levetid indenfor driften, hurtigt. **I aldersklassen fra 9 driftsår og op til 12 driftsår, var det kun 16 procent af de plantevandrensningsanlæg, som blev undersøgt, som befandt sig i en tilstand, der kunne tillade en overdragelse til RK1.** De resterende vandrensningsanlæg blev klassificeret til RK3, og disse havde, ud over optisk opdagede fejl, en tendens til dårligere CSB- spildevands/afløbs koncentrationer. **Alt i alt, på baggrund af de fundne resultater af de optiske undersøgelser, må den maksimale driftsvarighed af vandrensningsanlæg baseret på undergrundsoverrislingsanlæg, i henhold til de givne drifts- og vedligeholdelsesbetingelser, vurderes til at være på maksimum 8 år.**

3. Prøvetagning af nedsivende vand (Perkolat prøver)

På tre udvalgte undergrundsoverrislingsanlæg blev der i perioden september 2004 til oktober 2005 ved hjælp af sugekopper udtaget perkolat prøver (prøver af nedsivende vand) fra den mættede/vadose jordzone under overrislingsrørledningerne. Vandprøvetagningen af nedsivningen blev foretaget i tre forskellige jord horisonter, hvorimod udtømningen af sugekopperne løbende skete ved hjælp af en vakuumenhed.

For vandrensningsanlæggenes vedkommende drejer det sig om nybyggede (2 vandrensningsanlæg), respektive ombyggede (1 anlæg) i henhold til DIN 4261 (1991). Det er spildevand fra private husholdninger, som bliver behandlet i vandrensningsanlæggenes. De befinder sig i privateje, er bygget under eget ansvar fra deres ejeres side og er også vedligeholdt af ejerne. I-brug-tagningen af anlæggenes er sket 04/1996, 08/2002, og 11/1998.

Nedbrydningen af kulstofforbindelser i jorden sker gennem mikrobiel aktivitet i de øvre zoner af et jordfilter gennem næsten udelukkende aerobe mikroorganismer, hvorved mekanismer til nedbrydning af organiske stoffer især forekommer i et biologisk filmlag, der udvikler sig lige under overrislingsrørledningerne med en tykkelse på 30 - 50 cm. Forudsætning for en god vandrenningskapacitet er tilstrækkelig ilt i makro porerum i jordens matrix (RETTINGER (1992); EBERS & BISCHOFBERGER (1992) blandt andre). Som det fremgår af figur 5, særlig inden for vandrenningsanlæggene A og B, vises en betydelig reduktion af CSB-koncentrationer i de første 15 til 30 cm af nedsivningen. Lignende undersøgelser af KUNST & FLASCHE (1996) og PLATZER (1997) har vist, at EN CSB reduktion på mindst 80 procent i en jorddybde på op til maksimalt 20 cm kan opnås. Med god udluftning af jorden, kan der være op til 90 procent af CSB'en, som elimineres.

Mindre kraftig viser reduktionen af CSB- koncentrationerne for vandrenningsanlæg C sig at være. På grund af en folieafdækning kan det udelukkes for dette anlægs vedkommende, at der over overrislingsrørledningerne sker fortynding under indflydelse af nedbør. Man går ud fra en effektiv fjernelse af CSB-forbindelser i jorden. Desuden er vandrenningsanlæg C også lagt på et indbygget, 30 cm tykt lag grus. Ud over øget strømningshastighed dette medfører Ud over øget strømningshastighed medfører dette sandsynligvis en langt dybere indtrængen i jorden af ilt. Generelt kan en CSB reduktion antages med relativ sikkerhed til at være i størrelsesordenen 80 procent.

Vandrensningsevnen/kapaciteten af de undersøgte vandrenningsanlæg med hensyn til fjernelse af CSB, skal vurderes som værende meget god. De eksisterende systemer for overvågning af størrelsen af klasse 1 værdier på 150 mg / L CSB, men også de ofte øgede krav til små rensningsanlæg i følsomme områder på 90 mg / L CSB i spildevand, kan observeres sikkert i jordfilter fra 1,0 m flow afstand.

Her kommer en kasse:

CSB [mg/L]
Tilløb
Dybde
Vandrenningsanlæg A + B + C

Figur 5. CSB koncentrationer i perkolatet af de undersøgte overrislingsvandrenningsanlæg i forskellige dybder under overrislingsrørledningerne.

De analyseresultater, som præsenteres i figur 6 & 7, bekræfter vedrørende **ammonium og nitrat**, at det er i de øverste nedsivningslag/zoner, under forudsætning af en god ilttilførsel, at de modtagne nitrifikationsprocesser, rent faktisk foregår. De NH_4 og $\text{NO}_3\text{-N}$ -koncentrationer, som er identificeret i vandrensningsanlæggene A og B, viser, at næsten hele den disponible ammonium nedsivning, efter en 10 til 30 cm, næsten er fuldstændigt nitrificeret. For vandrensningsanlæg C's vedkommende, når disse omsætningsprocesser ned til langt større dybder, hvorved de samlede omsætningsrater er sammenlignelige. Generelt kan det påvises, at de undersøgte vandrensningsanlæg helt igennem har potentiale til at fuldføre nitrifikation. På den anden side kan man gå ud fra en nitrat akkumulering i jord, henholdsvis i stående grundvand, kan forventes hævet over enhver tvivl.

Her kommer en kasse:

$\text{NH}_4\text{-N}$ [mg/L]

Tilløb

Dybde

Vandrensningsanlæg A + B + C

Figur 6. Koncentrationer af $\text{NH}_4\text{-N}$ i perkolatet af de undersøgte overrislingsvandrensningsanlæg i forskellige dybder under overrislingsrørledningerne.

Her kommer en kasse:

NO₃-N-[mg/L]

Tilløb

Dybde

Vandrensningsanlæg A + B + C

Figur 7. Koncentrationer af NO₃-N i perkolatet af de undersøgte overrislingsvandrensningsanlæg i forskellige dybder under overrislingsrørledningerne.

4. Sammenfatning

Alt i alt lader det sig påvise, forudsat at de undersøgte vandrensningsanlæg til undergrundsoverrisling kan imødekomme de aktuelle krav om bortskaffelseskapacitet efter AbwVO, (Spildevandsforordning) bilag 1. Således er de, hvad angår deres ydelseskapacitet helt igennem sammenlignelige med andre jordinfiltrationer, henholdsvis anlæg uden kunstig spildevandsudluftning metoder (f.eks. sandfilter grøfter eller plantebaserede rensningsanlæg). Grundlæggende forudsætning for velfungerende overrislingsvandrensningsanlæg er blot en passende struktur, som den er beskrevet i DIN 4.261-1 (1991), og regelmæssig vedligeholdelse og vedligeholdelse af vandrensningsanlæggene.

De optiske undersøgelser af 180 tilfældigt udvalgte sandfilteranlæg, plantevandrensningsanlæg, blomsterbedeanlæg til undergrundsoverrislingsanlæg viste, at omkring 62 procent af disse anlæg var i en strukturel eller driftsmæssige tilstand, som med en høj sandsynlighed udelukker en velordnet spildevandsbehandling og / eller spildevandsrensning. Dette gjaldt især i høj grad de anlæg, som var inspiceret som undergrundsoverrislingsvandrensningsanlæg. Årsagen til dette kunne ikke mindst fastslås, som værende den manglende interesse og / eller mangelen på ekspertise hos hver pågældende driftsherre. Kun få af de adspurgte driftsherrer af overrislingsvandrensningsanlæg kunne troværdigt forsikre om, at deres investeringer blev serviceret med jævne mellemrum. De fleste var end ikke klar over eksistensen af et sådant vandrensningsanlæg. Denne holdning er for en stor del begrundet i den kendsgerning, at ejerne af sådanne overrislingsvandrensningsanlæg ikke er underlagt forpligtelse til regelmæssige beviser på vandrensningskapaciteten af deres anlæg. Baseret på resultaterne af de optiske undersøgelser er den forventede drift af vandrensningsanlæggene med undergrundsoverrislingskapacitet vurderet til at dække en højst 8 år lang periode.

Som grundlag for dette værdiskøn af resultaterne af alle de optiske vandrensningsanlæg, som er undersøgt, blev det også taget i betragtning, at det var inklusive de anlæg, som var dårligt vedligeholdt, og de, som slet ikke var vedligeholdt. Det kan derfor antages, at der gennem en omhyggelig vedligeholdelse kan opnås betydeligt højere driftslevetider af anlæggene. Dette viste også resultaterne af perkolat analyserne, som blev delvist foretaget på vandrensningsanlæg, som havde en alder på 12 år.

Baseret på perkolat prøverne fra umættede grundzoner under overrislingsrørledningerne kunne det påvises, at de undersøgte, udsendte koncentrationer af kulstofforbindelser, målt som CSB, kunne overholde de værdier, som er beskrevet i bilag 1 til spildevandsdirektivet/forordningen (1996) på 150 mg / L og som kræves i samme forordning. Som et resultat af den nitrifikation dom foregår i jordfilter, følger den største reduktion af ammonium. Denitrifikationsprocesser foregår ikke i relevante størrelsesordener. Optagelsen af nitrat i jord og i grundvand skal derfor vurderes til at være betænkelig. Baseret på sammenlignelige selvrensende rensningskapaciteter af grundvand og overfladevand, er det i vurderingen af denne kendsgerning, tydeligt at se, at i sammenligning med lignende procedurer (jord infiltration, uden ventilation) kan man ikke konstatere nogen forskel.

Det er altså, på grund af manglen på en effektiv recipient af spildevand for at kunne modtage det behandlede spildevand, uundgåeligt at bygge et overrislingsanlæg; dette bør fremover fortolkes som et biologisk behandlingsskridt. Da dette er fornuftigt set ud fra både økonomiske såvel som økologiske grunde, blev der, inden for rammerne af det samlede projekt, udarbejdet overordnede grundlæggende anbefalinger for fremtidig konstruktion og forslag til vedligeholdelse og drift af undergrundsoverrislingsvandrensningsanlæg, med det formål at muliggøre fremtidig drift af disse undergrundsoverrislingsvandrensningsanlæg.

Kilder:

Kilderne har jeg valgt ikke at oversætte, dersom det ønskes kan det naturligvis gøres!

320 linjer elektronisk optalt

GB Sprog, Gurli Bech, 140410