

Auteur Ir. M.E. (Marc) Buitenhuis MTD, Aliaxis

Verspreiding van pathogenen via drooggevallen watersloten in het vuilwaterafvoersysteem

Tijdens het online gehouden CIB W062 Water Supply and Drainage for Buildings symposium van 2021 was er niet slechts één presentatie, maar waren er zelfs twee presentaties, beide van de groep onder aanvoering van Michael Gormley van het Schotse Institute of Sustainable Building Design van de Heriot Watt Universiteit uit Edinburgh, die de aandacht vestigden op pathogenen in vuilwaterafvoersystemen. Allereerst is dit uiteraard een zeer aansprekend thema met de COVID-19 periode nog zo kort achter ons en is het een onderwerp dat tot dusver onderbelicht is geweest. Vandaar dat dit artikel de inhoud van deze presentaties wil samenvatten en daar nog informatie van het RIVM aan toe wil voegen over de pathogenen die in vuilwater gevonden kunnen worden om het geheel leesbaarder en completer te maken. Overigens is het ook een onderwerp dat we met een vooronderzoek, ST-50 genaamd, verder aan het onderzoeken zijn in de expertgroep Sanitaire Technieken van TVVL. Dit vooronderzoek is nog gaande, vandaar dat we in dit artikel op dat vlak nog geen resultaten kunnen presenteren.

In dit artikel wordt de mogelijke verspreiding van pathogenen via drooggevallen watersloten in het vuilwaterafvoersysteem onder het voetlicht gebracht. Er wordt kort uiteengezet hoe dit zou kunnen optreden en welke pathogenen er hoofdzakelijk voorkomen in dit systeem. Daarna wordt er ingezoomd op het experiment, dat is uitgevoerd aan de Heriot Watt universiteit om vast te stellen in hoeverre de volksgezondheid gevaar loopt bij verspreiding via het vuilwaterafvoersysteem. Hiervoor is gekeken naar de verspreiding van een onschuldig pathogeen bij een toiletspoeling in een opstelling met 2 verdiepingen. Daarbij vindt de spoeling plaats op de eerste verdieping en wordt op de tweede verdieping gemonitord in hoeverre het pathogeen zijn weg naar buiten vindt door een drooggevallen waterslot.

Uitbraken

Sinds de Britse wetenschapper John Snow in 1854 aantoonde dat de bron van de uitbraak van Cholera de waterpomp in de Broadstreet in Soho Londen was, is er meer en meer aandacht gekomen voor de drinkwaterkwaliteit en is onze voornaamste zorg en aandacht uitgegaan naar het pathogeenvrij houden van ons kwalitatief hoogwaardige drinkwater.

Voor de ziekteverwekkende pathogenen (virussen, bacteriën, parasieten en wormen) in het afvalwater is echter veel minder oog. Normaal gesproken komen we hier toch zelden of niet mee in aanraking, omdat het zich achter de watersloten van onze leefomgeving afspeelt. Zo nu en dan echter worden we toch geconfronteerd met deze onderbelichte kant. Meestal blijft het dan bij een stankprobleem, dat ontstaan is door een drooggevallen waterslot. Maar zo af en toe is het gevolg toch ernstiger. De vraag is of we ons zorgen moeten gaan maken of is het een klein aanvaardbaar risico?

In het verleden bleef het vaak beperkt tot een kleine, lokale uitbraak van bijvoorbeeld het Noro-virus in een ziekenhuis, waar dan meestal enkel patiënten met een verminderde weestand levensbedreigende problemen van ondervonden. Of bleef het ongemak slechts beperkt tot buikkramp en verhoogde stoelgang. Alhoewel de gevolgen voor een aantal individuen erg vervelend kunnen zijn, is er niet direct een gevaar voor de volksgezondheid.

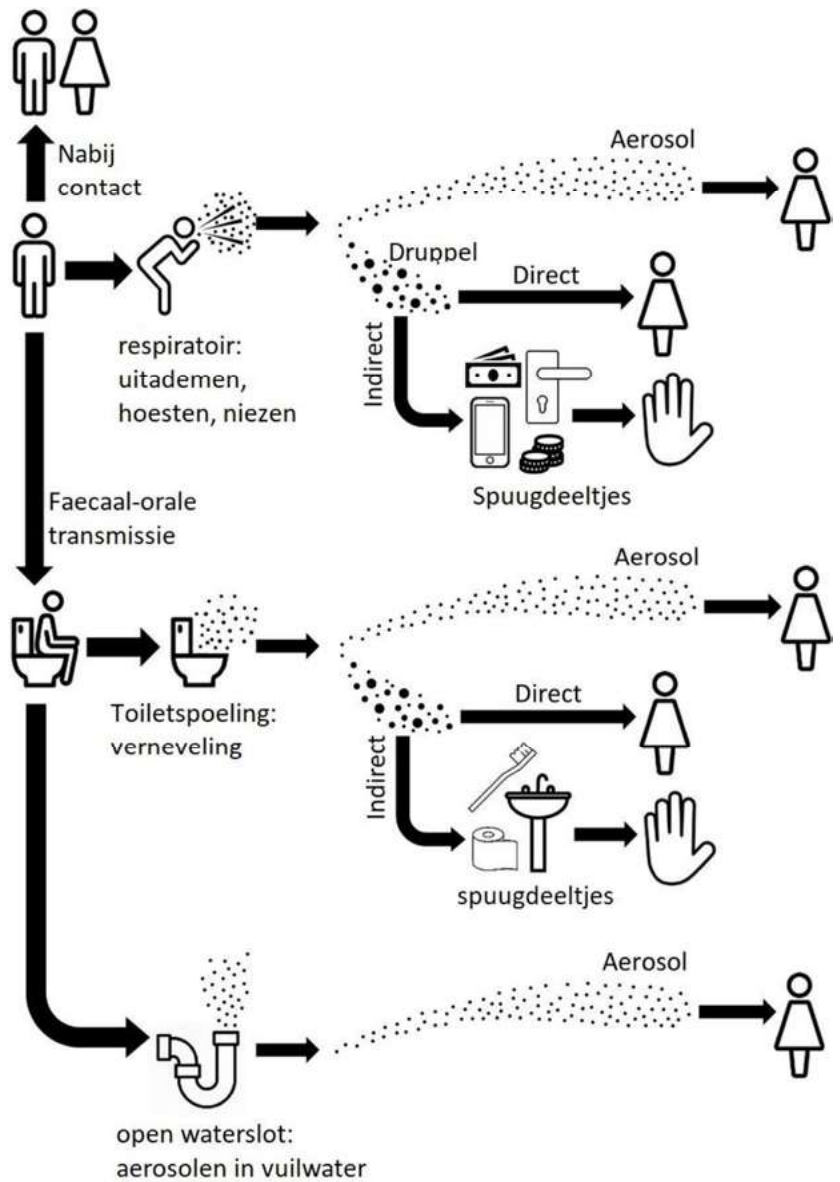
Dit veranderde echter toen de wereld geconfronteerd werd met de plaatselijke uitbraak van het SARS-virus in Azië. Deze vorm van het coronavirus wist zich te verspreiden in een appartementenflat (Amoy Garden) in Hong Kong en daar 341 mensen te infecteren, waarvan er 42 het niet overleefden. De oorzaak bleek de toiletgang van een ziek persoon en een drooggevallen waterslot in een badkamer, waarna het virus zich via de ventilatiekanalen wist te verspreiden. De wereld was gewaarschuwd dat een

drooggevallen waterslot meer kon veroorzaken dan slechts stankhinder. Overigens is het ook goed te vermelden dat de ventilatoren in de badkamers overgedimensioneerd waren, wat de luchtstroom verhoogt en het verdampingsproces in de watersloten bevordert, waardoor deze sneller droog komen te staan.

SARS-COV-1 bleek een zeer dodelijk virus, maar zich gelukkig voor de rest van de wereld niet heel snel te verspreiden. De afgelopen jaren is de wereld echter opgeschrikt door het veel besmettelijkere zusje van SARS-COV-1, het SARS-COV-2-virus dat leidde tot de wereldwijde COVID-19-pandemie. We kennen de gevolgen voor ons allen van dit dodelijke en zeer besmettelijke virus, dat de wereld zo'n 2 jaar in de greep heeft gehad. Ook dit virus heeft net als zijn zusje zich waarschijnlijk ook via het vuilwatersysteem en leegstaande watersloten kunnen verspreiden. Dit is overigens nooit aangetoond, omdat de overdracht door de omgevingslucht zo dominant was dat het niet was aan te tonen dat het vuilwatersysteem hier ook zijn bijdrage in heeft kunnen hebben. Een mogelijkheid is het echter wel en het is niet ondenkbaar dat het in de toekomst wel zou kunnen gebeuren dat het vuilwaterafvoersysteem de bron is voor een grotere uitbraak. Figuur 1 toont de mogelijke verspreidingsroutes.

Verspreiding via vuilwaterafvoersysteem

In principe kan elke ziekteverwekkende bacterie of virus zich via het vuilwaterafvoersysteem verspreiden, als dit via de ontlasting of urine in het systeem terecht kan komen en lang genoeg kan overleven om er via een drooggevallen waterslot elders weer uit te treden. Voorwaarde is dan uiteraard wel dat het in voldoende mate opgenomen kan worden in een aerosol en dat er ergens een of meerdere leegstaande watersloten zijn, waardoor het vuilwaterafvoersysteem besmette lucht uit kan wisselen met de omgeving.



Figuur 1: Verspreidingsroutes van pathogenen.

Voorbeelden van pathogenen die voor kunnen komen in afvalwater worden onderverdeeld in 4 groepen (Morgenschweis et al., 2015):

- bacteriën: o.a. Salmonella, Legionella, Shigella, Clostridium, Vibrio cholera, Campylobacter, pathogene E. coli;
- virussen: o.a. Hepatitis A en E virus, Norovirus, Rotavirus, Enterovirus, Reovirus, Astrovirus, Calicivirus;
- darmparasieten/protozoa: o.a. Cryptosporidium, Giardia, Entamoeba, Toxoplasma Gondii;
- wormeieren: o.a. Ascaris (lintwormachtigen), Toxocara.

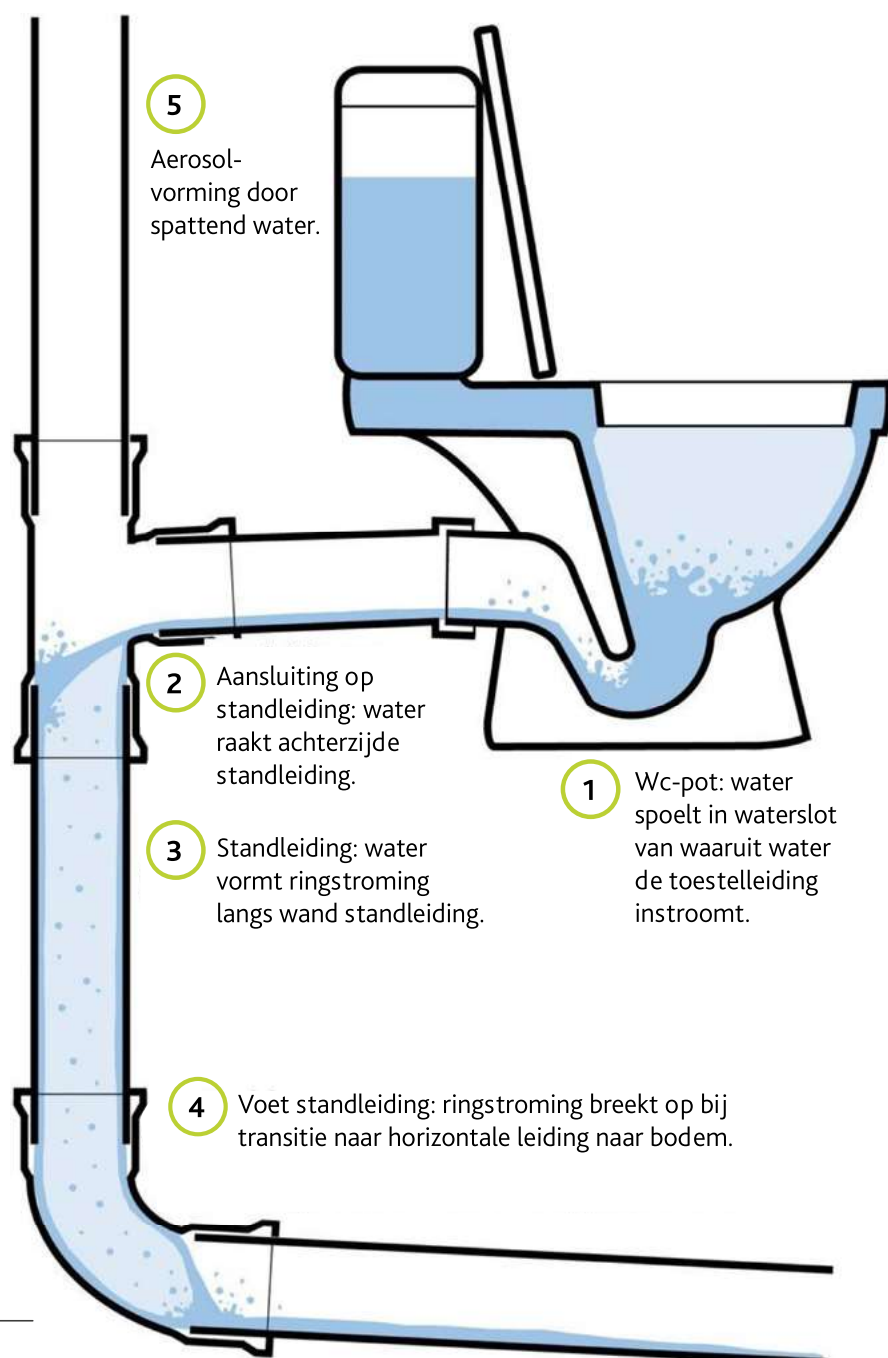
De meeste van deze pathogenen veroorzaken bij gezonde mensen slechts ongemakken, zoals diarree of keelontsteking,

en een groot deel verspreidt zich niet via aerosolen, maar via direct contact, zodat goede hygiënische maatregelen (regelmatig schoonmaken en handen wassen) volstaan. Voor een klein aantal (Legionella en het merendeel van de virussen) geldt dit echter niet en moeten we beducht zijn voor verspreiding door de lucht.

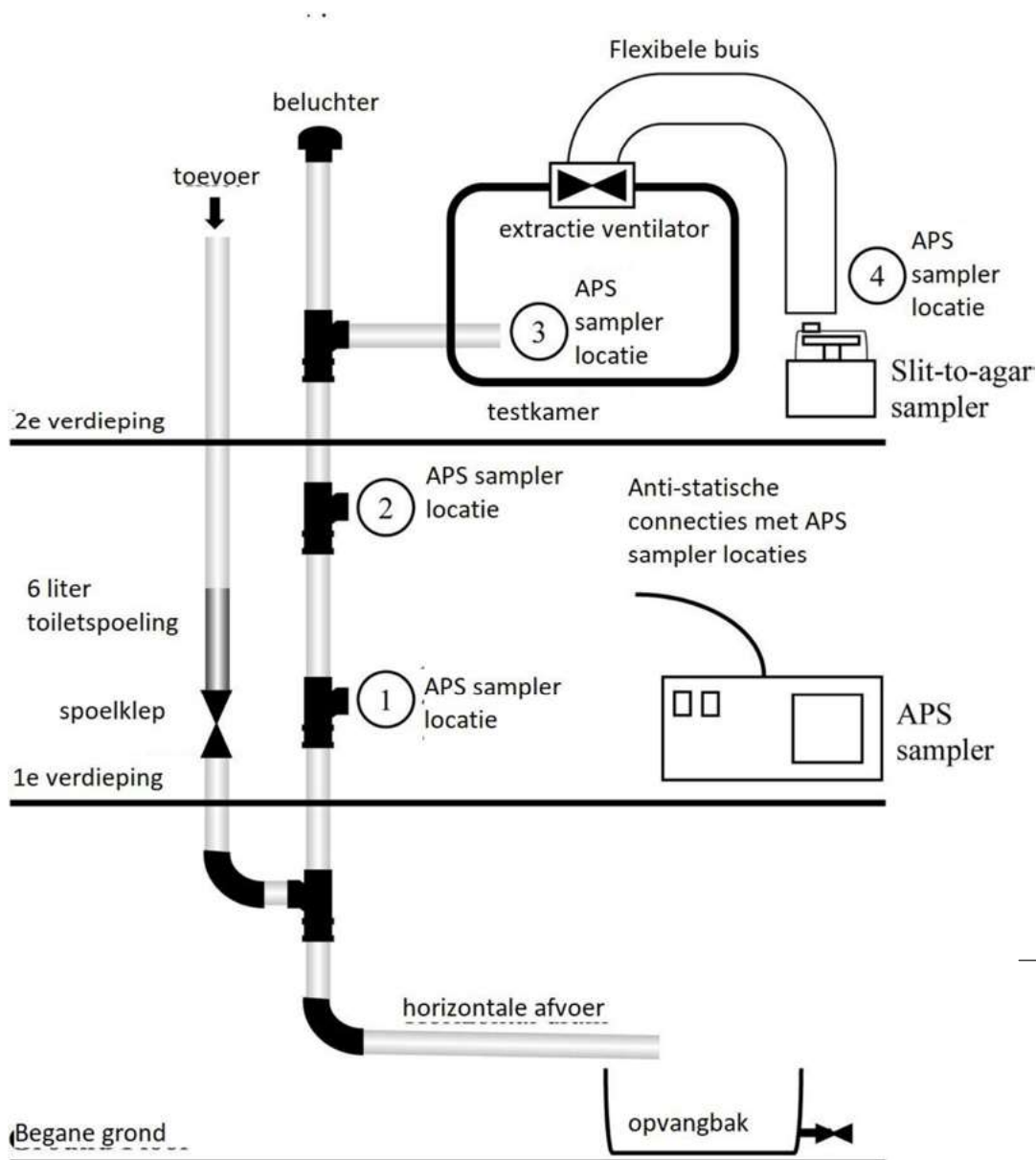
Men kan zich voorstellen dat een toiletspoeling, zoals in figuur 2 uitgebeeld, aanleiding kan geven tot druppel- en aerosolvorming in de standleiding en dat pathogenen hierin opgenomen zouden kunnen worden.

Het droogvallen van watersloten doet zich vaker voor dan gedacht. Uit onderzoek door de Heriot Watt Universiteit in Edinburgh is naar voren gekomen dat er in meerdere door hen onderzochte gebouwen sprake is geweest van een of meerdere leegstaande watersloten, waaronder in ziekenhuizen en kantoren. De oorzaak van een leegstaand waterslot kunnen drukschommelingen in het systeem zijn, die een waterslot leegtrekken of leegblazen. Maar ook door verdamping kan een waterslot droogvallen, wanneer het langdurig niet gebruikt wordt en dus niet wordt bijgevuld. Men realiseert zich vaak niet dat een niet regelmatig bijgevoerd waterslot van 50 mm, zoals in de Europese norm voorgeschreven, ook in ons vochtige, redelijk koude klimaat binnen 3 tot 4 maanden volledig verdampt zal zijn. Laat staan in drogere, warmere (binnen)klimaten, dus niet alleen in de tropen, maar ook nabij verwarmingsketels of andere machinerie die warmte afgeven. Een appartement of kantoor dat langere tijd leegstaat, of een vergeten waterslot na een verbouwing kunnen dus aanleiding zijn voor dit soort problemen.

Zoals gezegd kunnen ook drukpieken aanleiding geven tot het leegtrekken of leegblazen van watersloten en deze drukpieken komen frequenter voor naar mate men hoger bouwt en de standleidingen dus langer worden en meer apparaten worden aangesloten. Bovendien zijn maar weinig mensen zich bewust van het ontstaan van drukken in het vuilwaterafvoersysteem en wordt de invloed van een omleiding of aansluiting vaak onderschat. Een goed ontwerp is cruciaal en minder evident dan men zou denken. De water- en luchtstromen door dit systeem zijn uiterst complex en men doet het snel verkeerd.



Figuur 2: Waterstroom in het vuilwaterafvoersysteem bij een toiletspoeling.



Figuur 3: Testopstelling voor het testen van de verspreiding van pathogenen bij defecten in het vuilwatersysteem bij de Heriot Watt Universiteit.

Onderzoek

De afdeling Sustainable Building Design van de Heriot Watt Universiteit heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheid van verspreiding van pathogenen via het vuilwaterafvoersysteem. De onderzoekers hebben een testopstelling op ware grootte van 2 verdiepingen gebouwd (zie figuur 3). Op de eerste verdieping kan een wc-spoeling gesimuleerd worden, doordat hier een klep is aangebracht die bij opening 6 liter geprepareerd water in het systeem kan brengen. Op de tweede verdieping bevindt zich een testruimte, waar een toilet geïnstalleerd kan worden en een ventilator is aangebracht die zorgdraagt voor de luchtstroom in de standleiding.

Het geprepareerde water bestaat uit een representatieve concentratie van *Pseudomonas Putida* in zout (NaCl). De turbulente spoeling zorgt voor druppelvorming en beneveling, waarin aerosolen kunnen vormen inclusief eventuele pathogenen. *Pseudomonas Putida* is geen pathogeen, maar wordt vanwege zijn onschuldige aard vaak gebruikt om te simuleren wat de invloed zou zijn van pathogenen. Omdat het zich toch anders gedraagt, zijn de resultaten indicatief en niet een-op-een identiek.

Naast de spoeling wordt een luchtstroom gegenereerd van circa 30 l/s, dat overeenkomt met de luchtstroom in zowel de 50 verdiepingen tellende Amoy Garden appartementenflat in Hong Kong als een 3 verdiepingen tellend gebouw, dat op luchtstromen is onderzocht door de

universiteit uit Edinburgh. De luchtstroom is niet essentieel voor verspreiding, zonder gebeurt dat ook, maar op veel beperktere schaal.

Of de pathogeen zich verspreidde werd bepaald door de wanden af te nemen van zowel het toilet op de hoger gelegen verdieping en de testruimte eromheen en metingen met een air sampler. Deze toonden aan dat dit inderdaad een transmissieroute is.

Bij volgend onderzoek is met een Aerodynamic Particle Size meter vastgesteld dat de meeste deeltjes die uit het systeem ontsnapten, kleiner waren dan 5 µm (aerosolen) en er geen deeltjes groter dan 11 µm (druppels) werden gevonden in de luchtstroom. Dit bewijst dat het om (bio) aerosolen gaat die worden gevormd en ontsnappen. Aerosolen kunnen over langere afstanden en voor langere tijd in luchtstromen verblijven, en vallen dus niet zoals druppels binnen circa 1 m [op de grond]. Daarmee kunnen ze dus makkelijker mensen infecteren, die in een ruimte aanwezig zijn. Bovendien werd vastgesteld dat het aantal deeltjes dat uit het systeem ontsnapt bij een 6L spoeling, overeenkomt met een persoon die 6,5 minuut lang hardop praat en dat het aantal deeltjes evenredig toeneemt met het spoelvolume van het toilet maar niet afhankelijk is van de grootte van de luchtstroom.

Watersloten

Uit bovenstaande wordt duidelijk dat pathogenen zich in aerosolen in het vuilwaterafvoersysteem kunnen ophouden en via drooggevallen watersloten hun weg kunnen vinden naar onze leefruimtes. Het is daarom uitermate belangrijk dat de watersloten intact blijven in deze systemen. In de praktijk betekent dit dat de drukken in het systeem binnen de daarvoor gestelde limieten moeten blijven, en dat watersloten regelmatig moeten worden bijgevuld. Dat houdt in dat ze regelmatig moeten worden doorgespoeld door het aangesloten toestel. Het regelmatig bijvullen van de watersloten betekent dat de watersloten in ruimtes die niet in gebruik zijn, regelmatig worden bijgevuld of (tijdelijk) worden afgedopt.

Referenties

1. Public health engineering in the context of COVID-19: assessing risk and preparing for the future, CIB W062 online symposium 2021, M. Gormley
2. The detection of bacterial and viral aerosols in a full-scale building drainage test rig – implication for disease transmission, CIB W062 online symposium 2021, T. Dight, M. Gormley
3. Medicijnresten, pathogenen en antibioticaresistentie in struviet uit Nederlands huishoudelijk afvalwater, RIVM Briefrapport 2017-0144, E. van der Grinten, J. Spijker

Willen we de drukken in een vuilwatersysteem binnen de perken houden, dan moet men allereerst het systeem op de juiste manier ontwerpen. Dit vergt een gedegen kennis van de water- en luchtstromingen in het systeem en de hoeveelheid water dat maximaal afgevoerd zal kunnen worden. Over het algemeen kan gesteld worden dat de drukken lager zullen zijn wanneer de waterstroom - en daarmee ook de luchtstroom - lager zal zijn. Waterbesparende toiletten en douches kunnen dus zorgen voor lagere drukken in het systeem en daarmee tot een lager risico op drooggevallen watersloten. Als dit dan toch gebeurt, zullen ze in ieder geval het aantal aerosolen verlagen dat kan uit treden.

Voordat men nu overal waterbesparende toestellen gaat plaatsen, moet men zich realiseren dat waterbesparende toestellen wel een kleinere transportafstand van vaste stoffen in horizontale leidingen tot gevolg hebben waar in het ontwerp geen rekening mee is gehouden. Zoals gezegd, alles valt of staat met een goed ontwerp en een gedegen kennis van de fenomenen in het vuilwatersysteem, waarin naast water ook lucht stroomt en zelfs vaste stoffen worden getransporteerd.

Kortom: het vuilwaterafvoersysteem is een stuk complexer dan men op het eerste gezicht zou denken en daarnaast is het een uiterst belangrijk systeem voor onze gezondheid. Wil men ernstige gezondheidsrisico's vermijden, dan moet het vuilwaterafvoersysteem goed doordacht ontworpen en aangelegd worden zodat de optredende drukken niet resulteren in leeg getrokken watersloten waardoor pathogenen vrij spel hebben in onze leefomgeving.