

Invloed openbaar drinkwater-net op tapwatertemperatuur

In de zomer kan de temperatuur van het drinkwater in distributieleidingen mogelijk opwarmen tot boven 25°C, waardoor het water aan de tap niet meer voldoet aan de eisen in het Drinkwaterbesluit. Hoewel bij reguliere inspectie slechts af en toe een overschrijding van deze grens wordt gevonden, is de kans op een overschrijding niet nul en wordt verwacht dat met de klimaatverandering de kans hierop toeneemt. KWR heeft een model ontwikkeld waarmee de drinkwatertemperatuur goed voorspeld kan worden. Met dit model kunnen ook maatregelen tegen hoge drinkwatertemperaturen worden beoordeeld. Deze informatie is tevens relevant voor terrein- en gebouwbeheerders.

Dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker, KWR Watercycle Research Institute

Bij binnenkomst in een gebouwinstallatie mag de temperatuur van het drinkwater volgens het Drinkwaterbesluit niet hoger zijn dan 25°C. Dit voorschrift hangt samen met het behoud van de kwaliteit van het drinkwater, waarbij het dan met name om de microbiële waterkwaliteit gaat. Het is bekend dat bij een hogere temperatuur sommige micro-organismen sneller kunnen groeien, zowel in de biofilm als in het stromende water. De temperatuur aan de tap wordt het sterkst beïnvloed door de bodemtemperatuur. Met een model kunnen de gevolgen van hoge bodemtemperaturen worden voorspeld. Voorlopig wordt de temperatuur gebruikt als een soort surrogaatparameter om te bepalen of er een verhoogd risico is met betrekking tot de waterkwaliteit. Temperatuur is een surrogaatparameter, omdat een verhoogde temperatuur namelijk niet per definitie leidt tot meer microbiële activiteit, omdat deze van meer factoren afhankelijk is. In de zomer gebeurt het nu al op verschillende plaatsen dat de drinkwatertemperatuur in het

distributienet boven de 25 graden komt [1]. Klimaatverandering zal er toe leiden dat dit vaker voorkomt en dat ook hogere temperaturen bereikt kunnen worden. Met het model kan KWR voorspellen dat onder bepaalde omstandigheden de temperatuur in stedelijke omgeving in het W+ scenario in 2050 gedurende meer dan 7 dagen boven de 28 graden zal komen [2]. Dit is een erkend verhoogd risico met het oog op Legionella.

■ VOORSPELMODEL

KWR heeft een model ontwikkeld waarmee de drinkwatertemperatuur in het distributienet heel goed voorspeld kan worden [1]. Figuur 1 toont schematisch welke factoren een rol spelen bij de opwarming van de bodem en het water. Het model van KWR bestaat uit twee delen:

- een model dat de opwarming van de bodem voorspelt, op basis van de bodemeigenschappen warmtecapaciteit en warmtegeleidingscoëfficiënt en enkele weergegevens,

- zoals zonnestraling, temperatuur en wind [3]. Ook houdt het model rekening met de bedekking van de bodem. Is deze verhard of is deze begroeid? Het model neemt ook het 'urban heat island' effect (in de stad is het warmer dan in het omliggende platteland) in beschouwing, zodat ook de stedelijke bodemtemperatuur kan worden voorspeld;
- een model dat de warmteoverdracht tussen bodem en drinkwater in leidingen voorspelt, op basis van leidingdiameter, leidingmateriaal en stroomsnelheid [1]. De opwarmingsnelheid is afhankelijk van de verhouding tussen het contactoppervlak tussen leiding en omgeving en het volume van het water dat door de leiding stroomt. Wanneer die verhouding relatief groot is (een aansluitleiding), zal het water veel sneller de omgevingstemperatuur bereiken dan bij een kleine verhouding (een transportleiding). De mate van opwarming van het leidingwater is daarnaast afhankelijk van de tijd dat het water in contact staat met de warme omgeving,

bij langere verblijftijden is er meer tijd voor opwarming van het drinkwater tot de omgevingstemperatuur. Ook speelt convectie een rol: bij een hoge stroomsnelheid verloopt de opwarming sneller dan bij stilstaand water.

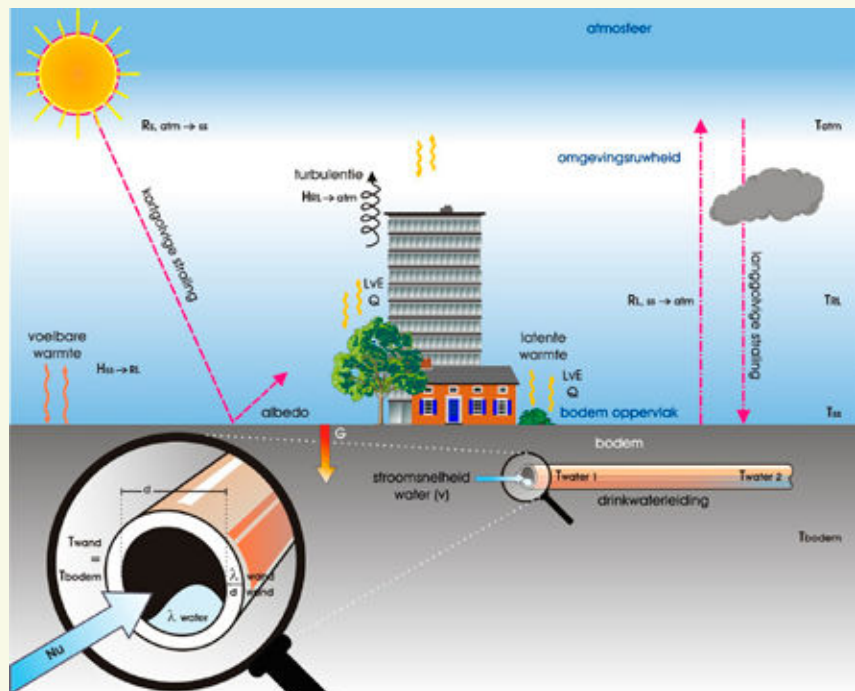
■ ÉÉN METER DIEPTE

Het KNMI meet op vier van haar meetlocaties de bodemtemperatuur op verschillende dieptes. De meetomstandigheden zijn typisch voor het platteland: weinig menselijke warmtebronnen, en de bodembedekking is gras. Ook zijn dit metingen in een kleibodem. De temperatuur komt hier zelden boven de 19 graden uit (figuur 2). In een stedelijke omgeving waar zand als grondverbeteraar is toegepast, leidingen onder een verhard oppervlak liggen en ook veel antropogene warmtebronnen zijn zoals auto's en airconditioningsystemen, zijn echter geen langdurige metingen van de bodemtemperatuur beschikbaar. Met het model kunnen de bodemtemperatuur en de drinkwatertemperatuur aan de tap worden berekend. Uit toetsing met gemeten temperaturen aan de tap bleek dat de bodemtemperatuur op 1 meter een goede indicatie is voor drinkwatertemperatuur aan de tap [1]. Dit betekent dat we dus de metingen van het drinkwater aan de tap als een indicatie van de bodemtemperatuur op 1 meter diepte kunnen beschouwen. In Rotterdam zien we dan dat de maximale temperatuur voor een gemiddelde stedelijke omgeving in 2012 ca. 22°C was (de paarse lijn in figuur 3). Maar er zijn ook gebieden met grotere invloed van antropogene warmtebronnen waar de temperatuur tot 25°C (gele lijn) kwam. De gele lijn is de temperatuur die het stedelijke bodemtemperatuurmodel nog kan verklaren, maar kennelijk zijn daar ook nog uitschieters boven te vinden (zie de metingen in de rode cirkels).

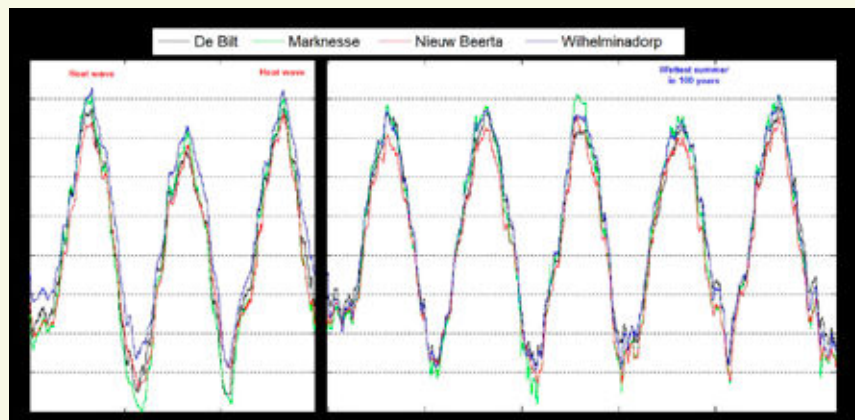
Met het stedelijk bodemtemperatuurmodel is bepaald wat de maximale bodemtemperatuur kan worden in het 2050 W+ scenario van het KNMI [2]. In stedelijke buitengebieden zal de temperatuur dan niet boven de 25°C uitkomen. In een gemiddelde stedelijke omgeving zal de temperatuur gedurende ca. 7 dagen boven de 25°C zijn. In de hotspots in de stad kan de temperatuur gedurende ca. 7 dagen boven de 28°C komen. Dit is een erkend verhoogd risico met het oog op Legionella.

■ INVLOED LEIDINGDIAMETER

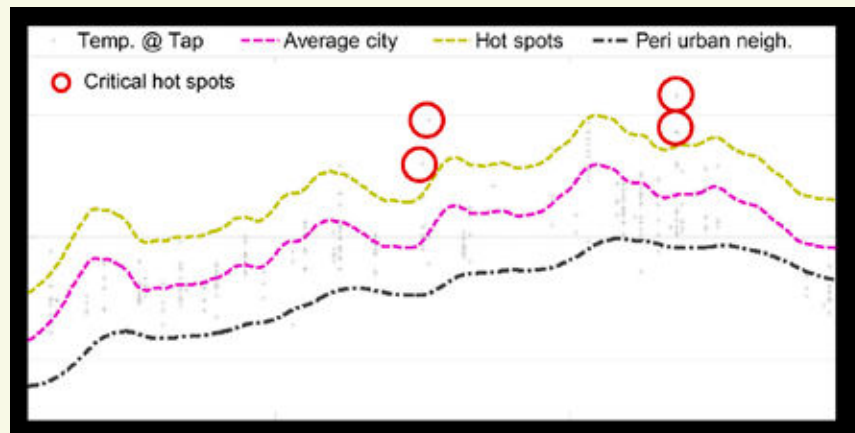
Afhankelijk van het leidingmateriaal, de leidingdiameter en eventueel de stroomsnelheid warmt het leidingwater snel of langzaam op. PVC is een warmte-isolerend materiaal. Voor PVC-leidingen geldt dan ook dat de geleiding door de wand relatief langzaam gaat. De opwarmtijd van het drinkwater hangt



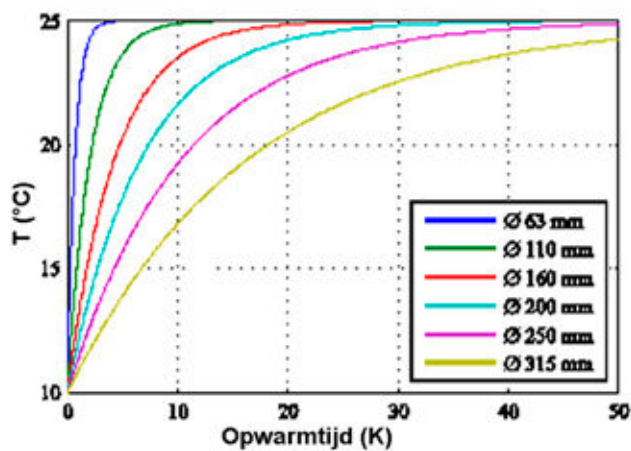
-Figuur 1- Schematische weergave van de opwarming van het water in een leiding onder invloed van weersomstandigheden, bodemeigenschappen en eigenschappen van het leidingnet



-Figuur 2- Bodemtemperatuur op het platteland: metingen van bodemtemperatuur op 1 meter diepte voor vier meetlocaties van KNMI tijdens enkele warme jaren en de laatste paar jaar [2].



-Figuur 3- Bodemtemperatuur in de stad: simulatie van bodemtemperatuur op 1 meter diepte voor drie type gebieden in Rotterdam: gemiddeld stedelijk, randgemeenten en hot-spots in de zomer van 2012, plus metingen drinkwatertemperatuur aan de tap in Rotterdam-Noord [2]



-Figuur 4-
Opwarmtijd van water
in PVC-leidingen
met verschillende
diameters, een
begintemperatuur
van 10°C en een
bodtemperatuur
van 25°C en snelheid
gelijk aan 0,1 m/s.
N.B. bij een snelheid
kleiner dan 0,1 m/s
verschuiven de lijnen
nauwelijks.

beperkt af van de stroomsnelheid van het water. De leidingdiameter is in geval van PVC wel een belangrijke parameter. In figuur is te zien dat het 12 uur duurt voordat het water in een Ø110 mm PVC-leiding opwarmt van 10 tot 25°C. Voor een grotere diameter leiding duurt het langer om op te warmen. Wanneer een bepaalde hoeveelheid water getransporteerd moet worden, heeft de vergroting van de diameter echter geen effect op de totale opwarming doordat de reistijd van het water in gelijke mate toeneemt als de opwarmtijd. Wanneer bijvoorbeeld water door een Ø110 mm leiding 12 uur onderweg is (voor PVC geldt een binnendiameter van 103,6 mm; bij een snelheid van 0,10 m/s, oftewel 2,8 m³/h, wordt dan 4,3 km overbrugd), zal over dezelfde afstand het water door een Ø200 mm leiding 40 uur onderweg zijn (voor PVC geldt een binnendiameter van 188 mm; 2,8 m³/h is dan 0,03 m/s en voor 4,3 km is dan 40 uur nodig). De opwarmtijd van 10 naar 25°C van water in een Ø200 mm leiding is ook 40 uur (figuur 4).

DE PRAKTIJK

In de praktijk betekent het dat opwarming van het leidingwater in transportleidingen beperkt is. Transportleidingen hebben namelijk vaak een grote diameter (> Ø 300 mm) en het water heeft relatief hoge snelheden, waardoor het drinkwater een beperkte verblijftijd heeft. De verblijftijd van ca. 24 tot 48 uur is dan korter dan de opwarmtijd (figuur 4). Daarnaast liggen deze leidingen vaak dieper dan distributieleidingen, waardoor 's zomers de bodemtemperatuur lager is dan rond distributieleidingen.

De opwarming in aansluitleidingen van woningen zal ook beperkt zijn. Deze leidingen hebben wel kleine diameters (<Ø 30 mm) en liggen wat minder diep, maar de verblijftijd van leidingwater is over het algemeen kort. 's Nachts is er wel een lange verblijftijd, maar het dan opgewarmde water verdwijnt met de

eerste toiletspoeling. Tevens is het zo dat in het wettelijke monsterprogramma de temperatuur aan de keukenkraan wordt gemeten na doorstroming. Dit moet garanderen dat de temperatuur van het leidingwater in het distributienet wordt gemeten, en de invloed van de drinkwaterinstallatie buiten beschouwing wordt gelaten. Daardoor zal ook het effect van opwarming in de aansluitleiding niet worden gemeten in dit monster. Het besproken model beschrijft alleen de temperatuur in de distributieleidingen. Er is ook een model gemaakt dat de opwarming van het water in de drinkwaterinstallatie beschrijft. Dit model laat echter zien dat ook met doorstroming in een Ø12-15 mm leiding de temperatuur nog tot 4°C kan toenemen in de drinkwaterinstallatie, met name in de winter [4].

De temperatuur van het water in de distributieleiding is een maat voor de temperatuur aan de tap. In het distributienet is sprake van relatief kleine diameters en lange verblijftijden, over het algemeen langer dan 12 uur. Dit betekent dat het drinkwater in distributieleidingen vrijwel altijd de bodemtemperatuur zal aannemen, ongeacht de temperatuur af productiestation en ongeacht het leidingmateriaal.

EFFECT VAN MAATREGELEN

Het model dat de invloedfactoren bij de opwarming van drinkwater beschrijft (figuur 1), geeft ook aanknopingspunten voor mogelijke maatregelen, en is geschikt om het effect van die maatregelen te kwantificeren. De volgende conclusies zijn getrokken [2, 5-7]:

- we veronderstellen dat we geen invloed kunnen uitoefenen op het weer, wel is het potentieel mogelijk om de invloed van directe (kortgolvlige) straling te beperken door leidingen in de schaduw aan te leggen;
- wanneer leidingen in klei worden aangelegd in plaats van in zand, wordt de bodemtemperatuur rond de leiding met enkele graden verlaagd;
- wanneer leidingen onder gras of struiken

aangelegd worden, wordt de bodemtemperatuur rond de leiding met enkele graden verlaagd ten opzichte van de temperatuur onder de bestrating;

- wanneer leidingen buiten de invloedzone van het stedelijk warmte-effect worden aangelegd wordt de bodemtemperatuur rond de leiding met enkele graden verlaagd;
- wanneer leidingen dieper worden aangelegd, wordt de drinkwatertemperatuur door een lagere bodemtemperatuur bepaald;
- het verlagen van de ingaande temperatuur, bijvoorbeeld door het lokaal te koelen bij de ingang van een wijk, heeft weinig effect; binnen korte tijd wordt toch weer de bodemtemperatuur bereikt;
- zoals eerder gemeld heeft het aanpassen van de leidingdiameter geen effect op de drinkwatertemperatuur doordat de opwarmtijd en verblijftijd evenredig beïnvloed worden;
- het verkorten van de verblijftijd door meer verbruik te genereren, bijvoorbeeld door brandkranen open te zetten, heeft in een realistisch scenario (d.w.z. dat bij normale leidingdrukken op een groot aantal brandkranen extra verbruik wordt gesimuleerd) nauwelijks effect op de eindtemperatuur van het drinkwater;
- het toepassen van een ander leidingmateriaal heeft beperkt effect op de eindtemperatuur van het drinkwater; een isolerend materiaal kan wel vertragen maar de vertraging is over het algemeen niet lang genoeg voor bekende materialen met een zeer hoge isolatiewaarde (er is een PVC-leiding met verschillende laagdiktes PUR doorgerekend).

Voor drinkwaterbedrijven zijn deze maatregelen nog niet heel praktisch toepasbaar. Zo heeft het dieper leggen van leidingen pas significant effect op de temperatuur van het drinkwater aan de tap (aan alle tapkranen) wanneer hele wijken dieper worden aangelegd; in een scenario waarin gedurende 40 jaar geleidelijk bij vervangingen ca. 50% van de leidingen dieper worden teruggelegd is na 40 jaar nog weinig effect te merken. Dat komt doordat de temperatuur dan nog in heel veel leidingen wordt bepaald door de temperatuur van de huidige diepteligging van 1 meter. Typisch worden leidingen in een zandbed aangelegd vanwege de stevigheid, bij voorkeur niet onder bomen vanwege de mogelijke schade door boomwortels, onder het trottoir en dus ook wel aan de zonzijde van de straat, en wonen de meeste afnemers in de stad waardoor het stedelijk warmte-effect ook niet zo gemakkelijk is te vermijden.

TERREINLEIDINGEN

Beheerders van terreinen zoals campings,

vakantieparken en bedrijventerreinen zijn verantwoordelijk voor een goede waterkwaliteit en legionellapreventie op deze terreinen. De drinkwaterbedrijven leveren drinkwater met een bepaalde drinkwaterkwaliteit en temperatuur. Afhankelijk van waar het terrein zich bevindt, in een stedelijke of landelijke omgeving, en waar het zich bevindt ten opzichte van het drinkwaternet, aan het eind van een grote transportleiding of midden in een distributienet, kan de aangeleverde temperatuur variëren.

De drinkwatertemperatuur kan ook in de terreinleidingen nog veranderen onder invloed van de bodemtemperatuur. Op eigen terrein kunnen de aansluitleidingen en toevoerleidingen relatief lang zijn en een grote diameter hebben voor bijvoorbeeld brandblusdoel-einden. Dit geldt ook op vakantieparken met huisjes, kampeerterreinen, industrieterreinen, terreinen van inrichtingen/zorginstellingen met meerdere paviljoens, e.d. Ook heeft mogelijk het 'omgaan met hemelwater binnen de perceelgrens' een effect. Het terrein wordt dan bijvoorbeeld ingericht met hoogteverschillen in het maaiveld, zodat afstroming

van hemelwater beter verloopt. Dit is een aandachtspunt voor de diepteligging van de drinkwaterleidingen; er kan op enkele plaatsen minder gronddekking aanwezig zijn.

Voor terreinbeheerders is het mogelijk eenvoudiger dan voor de drinkwaterbedrijven om een of meer van de genoemde effectieve maatregelen toe te passen. Op vakantieparken hoeven leidingen niet in zand te liggen, kunnen ze onder gras of struiken liggen of in de schaduw van grote bomen.



Dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker

Met dank aan Ilse Pieterse, Claudia Agudelo-Vera, Andreas Moerman en George Mesman.

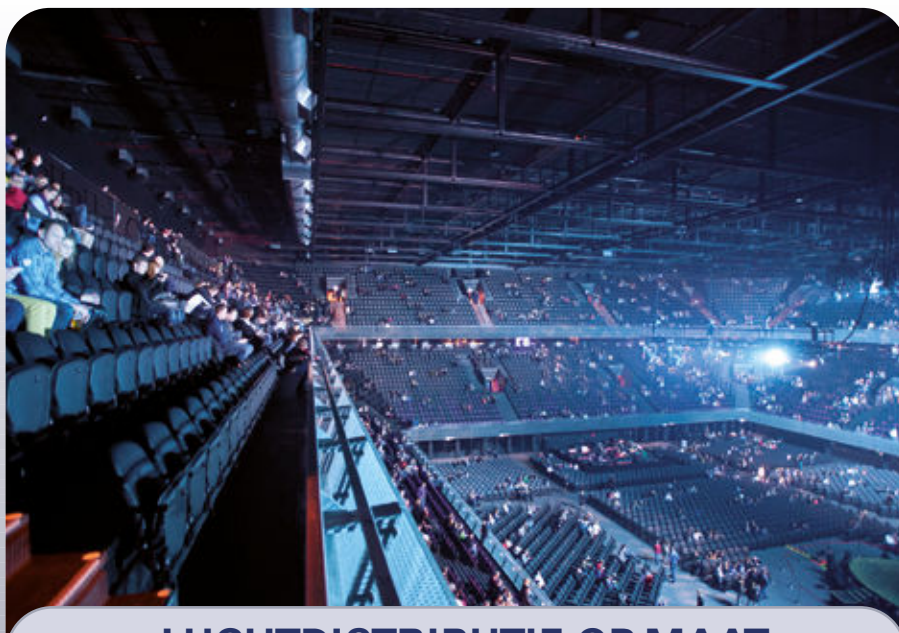
REFERENTIES

1. Blokker, E.J.M. and I. Pieterse-Quirijns, Model voor de berekening van de watertemperatuur in het leidingnet, in H2O2010.

p. 46-49

2. Agudelo-Vera, C.M., et al., Drinking water temperature in future urban areas, 2014, KWR: Nieuwegein
3. Molen, M.v.d., et al., Eigenschappen bodem en oppervlak beïnvloeden temperatuurstijging rond drinkwaterleidingen. H2O, 2009. 2009-7: p. 33-36
4. Moerman, A., E.J.M. Blokker, and J. Vreeburg, Het opwarmen van drinkwater in woninginstallaties, in TVVL Magazine 09-2014
5. Blokker, E.J.M., et al., Haalbaarheid van maatregelen tegen ongewenste opwarming van drinkwater in het leidingnet - TKI Project Calorics, 2014, KWR: Nieuwegein. p. 63
6. Blokker, E.J.M. and E.J. Pieterse-Quirijns, Scenariostudies voor beperken invloed klimaatveranderingen op temperatuur en kwaliteit drinkwater in het net, 2012, KWR: Nieuwegein
7. Blokker, E.J.M. and G.A.M. Mesman, Benodigde materiaaleigenschappen voor ondiepere ligging leidingen, 2014, KWR: Nieuwegein

Smitsair-JETsystemen



LUCHTDISTRIBUTIE OP MAAT

- PROJECTMATIGE AANPAK • LUCHTVERDELING OP MAAT • SNELLE INSTALLATIE
- LAAG ENERGIEVERBRUIK • WEINIG TRANSPORTKANALEN NODIG • TOCHTVRIJ EN HOMOGEEN KLIMAAT • HOOGINDUCEREND SYSTEEM • INCLUSIEF INBEDRIJFSTELLING
- ONDERHOUDSVRIJ • GESCHIKT VOOR KOELING, VERWARMING EN VENTILATIE



Toepassingsgebieden JETsystemen;

- fabriekshallen en lashallen,
- magazijnen en distributiecentra,
- voedselverwerkende industrie,
- sporthallen en zwembaden,
- concertzalen, theaters en discotheken,
- multifunctionele evenementenhallen,
- winkels, bouwmarkten,
- atria en binnentuinen,
- kantoorruimten, hotelkamers,
- scholen, klaslokalen.



SMITSAIR-JETsystemen B.V.

Tel. 0297-564455

Fax 0297-569296

e-mail: jetsystemen@smitsair.nl

internet: www.smitsair.nl