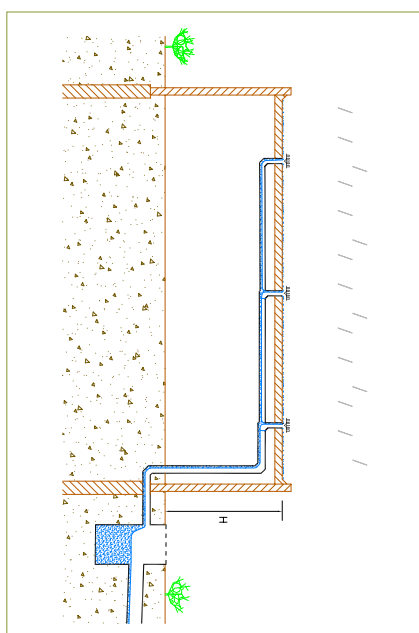


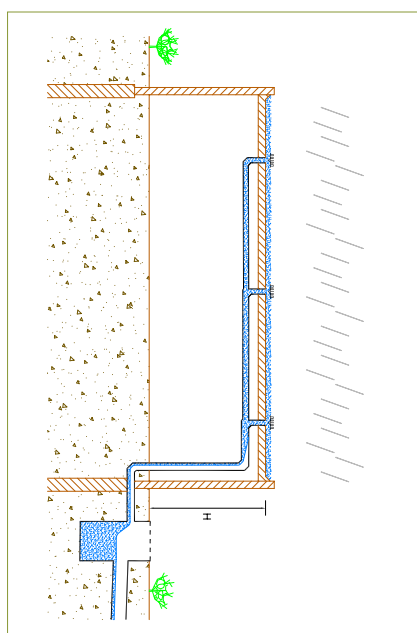
Ontluchting cruciaal voor volvulsystemen

Bij grote platte daken wordt bijna altijd een UV-systeem aangebracht om het hemelwater af te voeren. Het UV-systeem is in het begin van de jaren zeventig ontwikkeld in Scandinavië. De letters UV staan dan ook voor het Finse Umpi Virtaus, dat 'gesloten stroming' betekent. In Nederland wordt ook vaak gesproken van volvulsysteem. UV-systemen zijn leidingsystemen met relatief kleine diameters waarbij de horizontale leidingen niet op verhang gelegd behoeven te worden. Dit geeft bij grote gebouwen flinke ruimtewinst. UV-systemen worden meestal inpandig aangebracht en hebben daarmee inclusief de dakafvoeren weinig kans op bevriezing en bovendien is er veel vrijheid in het kiezen van de plaats van de standleidingen.

R. (Rene) Offringa, Wavin



-Figuur 1- Begin van een bui: deelvulling van het leidingsysteem



-Figuur 2- Waterkolom vult trechterleiding en verzamelleiding

De werking van het UV-systeem berust op het principe dat het hele leidingsysteem gevuld is met water. De zwaartekracht trekt aan het water in de standleiding waardoor deze als een pomp werkt, (hoe hoger het gebouw, hoe krachtiger de pomp) en doordat het water in de standleiding naar beneden stroomt en er geen lucht in het systeem aanwezig is, moet het water in de liggende leidingen wel volgen. Belangrijk is derhalve dat het leidingsysteem gevuld raakt. Dat wordt bereikt enerzijds door gebruik van speciale daktrechters, voorzien van een bovenliggende schijf die zorgt dat met het instromende water geen lucht meegenomen wordt. Anderzijds door uitgekiende leidingdiameters, geleidelijk oplopend in diameter vanaf elke dakafvoer. Een te grote leidingdiameter, zeker in de standleiding, verhindert aanvulling. In praktijk is gebleken dat bij sommige gebouwen geen aanvulling optreedt terwijl wel is voldaan aan bovenstaande voorwaarden. Bijna altijd is dit het gevolg van een probleem

in de uitvoering, soms is onbedoeld een sifon gecreëerd of vindt er uitstroming onder water plaats. De gevolgen van uitstroming onder water zijn goed te begrijpen als men weet hoe normaal gesproken volvulling tot stand komt. Het leidingsysteem is bij het begin van de bui gevuld met lucht. Water begint te stromen in de richting van de dakafvoeren waarna het water relatief langzaam wordt afgevoerd als gevolg van de horizontaal aangebrachte liggende verzamelleidingen.

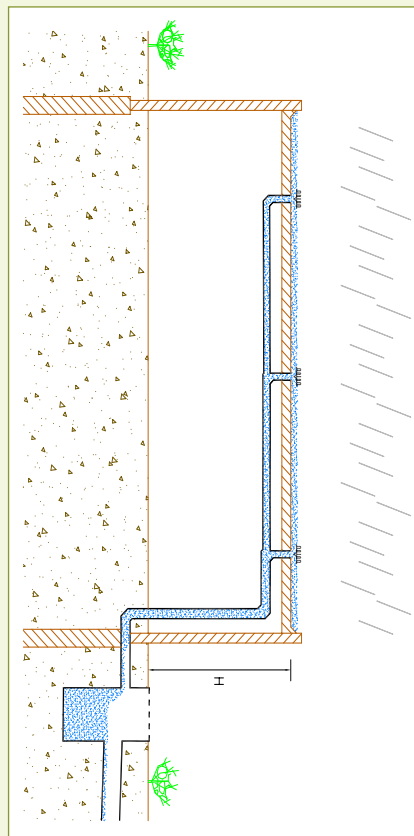
Door de langzame afvoer en het toenemen van de regenintensiteit stijgt het waterniveau op het dak snel en bereikt het dakwaterniveau de schijf in de daktrechter. Vanaf dat moment kan er geen lucht meer worden meegevoerd vanaf het dak. Het water stroomt vervolgens de trechter in en de trechterleiding binnen waarbij de aanwezige lucht in het leidingsysteem voor het water uit wordt geduwd.

Op het moment dat de trechterleiding is gevuld, is er een waterkolom beschikbaar waardoor het water enigszins versneld de liggende verzamelleiding in stroomt en daar de lucht verdrijft.

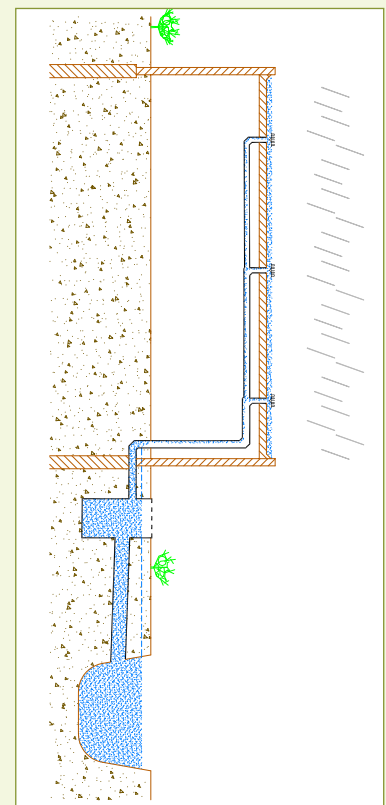
Na korte tijd bereikt het water de standleiding en wordt de standleiding vanaf boven gevuld. Op het moment dat de standleiding vol is met water zal het UV-effect in werking komen, 'de pomp start', en het water begint met grote snelheid te stromen.

Het gevuld raken van het hele systeem is voornamelijk afhankelijk van de verticale lengte van de trechterleiding, de lengte van de liggende leiding en de diameter van de buis in verband met de weerstand van de buis. Meestal zijn de daktrechters minimaal 0,5 m boven de liggende verzamelleiding gesitueerd en is de verzamelleiding niet veel langer dan 100 m. Met behulp van enig rekenwerk is vast te stellen dat het vullen van het systeem dan ongeveer 130 sec duurt (zie intermezzo).

Bij een regenintensiteit van 0,02 l/s/m² die volgens de verwachting eens in de 2 jaar gedurende 5 min optreedt, stijgt het waterpeil over het gehele dak 0,02 mm/s. Ook een plat dak kent een afschot, dus het water zal zich concentreren op de lage lijnen op het dak (waar ook de trechters gepositioneerd zijn) en uitgaande van een mogelijke waterconcentratie op 20% van het dakvlak, zal het waterpeil daar 0,1 mm/s stijgen. Dus in bovengenoemde opstarttijd van 130 sec zal het waterpeil plaatselijk tot 13 mm stijgen. Dat lijkt alleszins acceptabel, maar geeft tevens aan dat het overstortpeil van noodafvoeren in dit geval toch al gauw 15 mm boven de bovenkant van de UV-dakafvoeren geplaatst moet worden. De meest kritische situatie treedt op bij zeer korte trechterleidingen zoals bij ingestorte verzamelleidingen. Daar is een hoogteverschil



-Figuur 3- Het leidingsysteem is gevuld



-Figuur 4- Uitlaat van het UV-systeem eindigt onder water

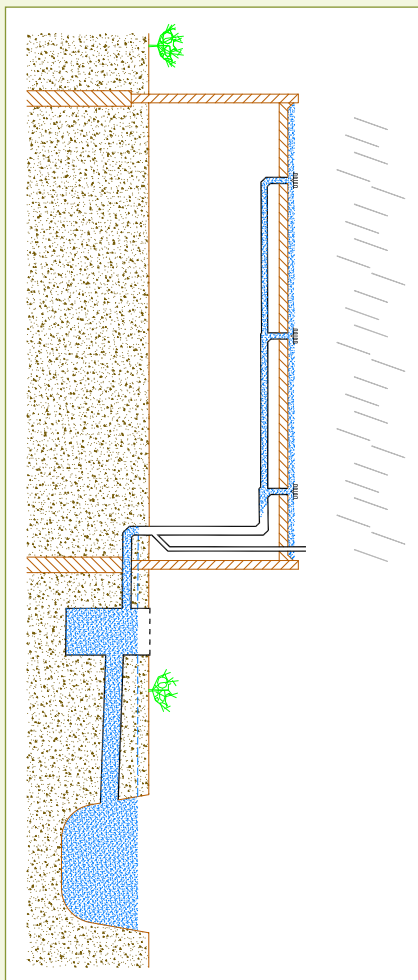


-Figuur 5- Uitlaat eindigt ruim onder water

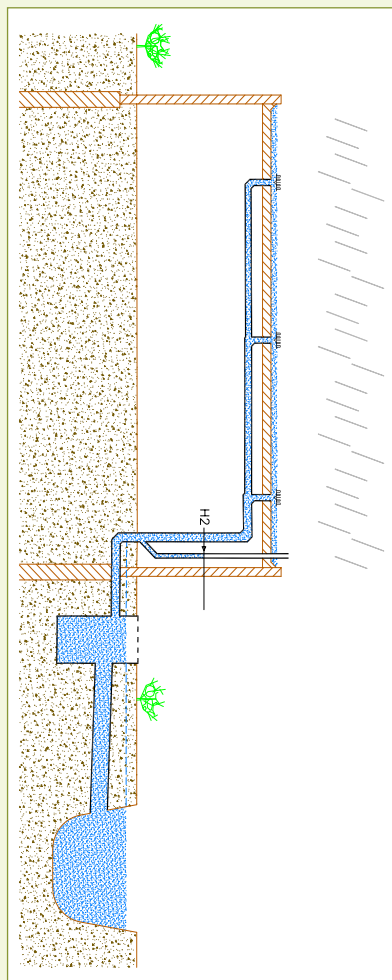
van 100 mm tussen dak en verzamelleiding niet ongewoon. In dat geval bedraagt de vultijd bij een 50 m lange liggende leiding (bij betondaken zijn de afmetingen meestal geringer) circa 180 sec zodat er dan gemiddeld 18 mm water op het dak staat als het water zich concentreert op 20% van het dakvlak. Gelukkig zijn betondaken in het algemeen stijf genoeg om deze last te dragen, maar het geeft aan dat hierbij zeker zorgvuldig gekeken moet worden naar de hoogte van de noodafvoeren ten opzichte van de dakafvoeren.

UV UITLAAT ONDER WATER

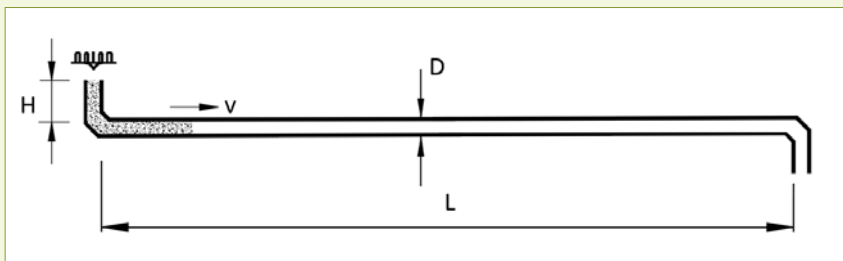
Maar kan het gebeuren dat deze boven berekende vultijden niet worden gehaald? In praktijk gebeurt dat inderdaad en wel in situaties waar lucht niet snel uit het systeem verdreven kan worden omdat de uitlaat van het UV-systeem onder de waterspiegel uitkomt. Als dat het geval is, dan zijn er twee mogelijkheden waarbij toch volvulling optreedt: de ingesloten lucht ontwijkt bij de daktrechters maar moet daarbij tegen de waterstroom in en belemmert daarmee tevens het instromen van



-Figuur 6- Extra ontluuchtingsleiding naast standleiding



-Figuur 7- Tijdens UV-bedrijf kan het waterpeil in de ontluuchtingsleiding stijgen



-Figuur 8- Berekening van de vulsnelheid

het water. Op deze wijze kunnen verzamel-
leiding en trechterleiding gevuld raken mits de
trechterleiding niet al te lang is. Wel vraagt dit
veel tijd, volledige aanvulling ontstaat wellicht
na vele minuten. De andere mogelijkheid is dat
er in het UV systeem zo veel druk ontstaat dat
de lucht bij de uitlaat uit het systeem geperst
wordt. Dit kan met name gebeuren bij een
groot hoogteverschil tussen dak en liggende
verzamelleiding. Voorwaarde is dan dat de
trechterleidingen allemaal gelijktijdig goed
vol raken. Ook dit proces kost tijd, eveneens
vele minuten, en zorgt daarmee dus voor hoge
waterstanden op het dak.
In het meest dramatische geval wordt lucht
in het geheel niet verwijderd en komt het

UV-effect helemaal niet op gang.
In praktijk is deze situatie helaas meermalen
opgetreden met als gevolg dat bij elke stevige
bui de noodafvoeren in werking kwamen
zonder dat men daarvoor de gebruikelijke oor-
zaken als verstopte dakafvoeren of vers-lei-
dingen kon vinden. Om deze redenen zullen de
voorschriften in NTR 3216 aangepast worden.
Bij ontwerp en aanleg moet men verzekerd zijn
van een goede ontluuchting aan de onderzijde
van het leidingsysteem. In situaties waar
geloosd wordt in een put of op open water en
de uitlaat van het UV-systeem zich bevindt
onder de meest voorkomende waterstand,
moet een extra voorziening worden opgeno-
men, namelijk het plaatsen van een ontluuch-

tingsleiding vanaf de voet van de standleiding
(nabij vloerniveau).

Deze ontluuchtingsleiding zorgt er voor dat
onder alle omstandigheden lucht snel kan
worden afgevoerd bij het vullen van het lei-
dingsysteem. Nadat het systeem in werking is,
zal er water in deze ontluuchtingsleiding staan
waarvan de waterhoogte bepaald wordt door
de druk ter plaatse. Dit kan enkele meters zijn,
daarom moet deze leiding uitkomen boven
het dak zodat er geen kans bestaat dat deze
tijdens de werking van het UV-systeem water
gaat spuien.

Boven het dak dient deze ontluuchtingsleiding
in ieder geval boven de maximaal optredende
waterstand uit te komen, dus minimaal gelijk
aan de hoogte van de noodafvoeren. Het aan-
brengen van deze ontluuchtingsleiding kan ook
nodig zijn als het water via een openbaar riool
wordt afgevoerd als er gerede kans is dat deze
regelmatig volledig gevuld is.

Het toepassen van ontlastvoorzieningen,
meestal een put met open rooster, kan in
sommige gevallen er toe bijdragen dat een
ontluuchtingsleiding niet nodig is, mits men er
van verzekerd is dat de uitlaat in de ontlastput
hoger is dan het normale waterpeil in de put.
Daarvoor kan het nodig zijn de gebouwuitleg-
ger niet te diep te leggen. Dit brengt weer het
risico mee van vervorming van de uitlegger,
dus moet daar extra aandacht aan worden
gegeven.

Zoals bekend, is het toepassen van een ont-
lastvoorziening bij elke UV systeem verplicht
en als de ontlastvoorziening niet bevestigd
wordt aan het gebouw, dient er extra aandacht
geschonken te worden aan de kans op grond-
zettingen tussen het gebouw en de ontlastput.

UV-NOODAFVOEREN

Tenslotte nog enkele opmerkingen over
noodafvoeren en in dit verband meer in het
bijzonder UV-noodafvoeren.

Het begrip noodafvoer komt niet voor in
het Bouwbesluit 2012 of NEN 3215. Het
Bouwbesluit geeft wel bepalingen voor de
algemene sterkte van de bouwconstructie. Om
een sterkteberekening te kunnen uitvoeren,
moet de constructeur weten met welke belas-
ting hij moet werken. Voor het bepalen van
de belasting op de bouwkundige constructie
wordt in het Bouwbesluit verwezen naar
NEN-EN 1991-1 (NEN 6702). Daarin staat
vermeld dat bij het bepalen van de belasting
op een dak uitgegaan moet worden van een
waterpeil op het dak dat bepaald wordt door
de noodafvoeren. Indirect is daarmee het toe-
passen van noodafvoeren bij daken waar water
op kan blijven staan (platte daken) verplicht
tenzij er op een andere wijze in kan worden
voorzien dat de hoogte van het waterpeil op

het dak is gelimiteerd, bij voorbeeld door de hoogte van de dakrand. NEN 6702 verwijst naar NPR 6703 en deze praktijkrichtlijn geeft samen met NTR 3216 richtlijnen voor de plaats en de grootte van noodafvoeren. Als hieraan wordt voldaan en er met betrekking tot de hoogte van het waterpeil en de plaats van de noodafvoeren is gecommuniceerd met de constructeur en deze aan de hand daarvan zijn sterkteberekening heeft uitgevoerd, kan men er van uit gaan dat voldaan is aan de bepalingen uit het Bouwbesluit. Noodafvoeren mogen ook in UV-systeem uitgevoerd worden mits voldaan wordt aan een aantal voorwaarden. NEN 6702 eist dat noodafvoeren een vrije uitloop boven maaiveld moeten hebben. Als water vrij kan uitstromen zal ook lucht vrij kunnen uitstromen als het water van boven begint te stromen, zodat het opstarten van een UV-noodafvoer, mede vanwege het eenvoudige leidingtraject (één standleiding per dakafvoer) altijd snel zal plaats vinden.

■ INTERMEZZO

Om een indruk te krijgen van de vultijd, bekijken wij een eenvoudig systeem waarbij de liggende leiding gevuld wordt vanaf één dakafvoer. Wij gaan uit van een gesloten waterkolom vanaf het dak. De stroomsnelheid v van het waterblok in de liggende leiding wordt bepaald door de voordruk (waterhoogte H) en de weerstand in de buis. De voordruk is constant, de weerstand neemt toe naarmate de leiding meer gevuld raakt. Wij delen daarom de liggende leiding op in 10 gelijke delen en bepalen de stroomsnelheid voor elk achtereenvolgend gevuld deel. De stroomsnelheid wordt bepaald door de beschikbare voordruk en de leidingweerstand over het beschouwde deel (daarvoor is een tabel gebruikt met leidingweerstand in relatie de stroomsnelheid). Uit de gemiddelde stroomsnelheid en de lengte van het leidingdeel wordt de tijd bepaald die nodig is om het betreffende leidingdeel te vullen. Na het vullen van de horizontale leiding moet de standleiding gevuld worden. Als de waterkolom eenmaal de bovenzijde van de standleiding bereikt heeft, treedt een versnelling op waardoor de standleiding normaal gesproken binnen 5 a 10 seconden gevuld is.



R. (Rene) Offringa

Voorbeeld 1	Voorbeeld 2
H = 0,5 m	H = 0,1 m
L = 100 m	L = 50 m
D = 75 mm	D = 40 mm
Deel 1 1° 10 m	Deel 1 1° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/10 m = 1.000 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/5 m = 200 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,7 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 2,9 m/s
Vultijd deel 1: 10 m / 2,9 m/s = 3,5 s	Vultijd deel 1: 5 m / 0,7 m/s = 7 s
Deel 1-2 2° 10 m	Deel 1-2 2° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/20 m = 500 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/10 m = 100 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,5 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 2,0 m/s
Vultijd deel 2: 10 m / 2,0 m/s = 5 s	Vultijd deel 2: 5 m / 0,5 m/s = 10 s
Deel 1-3 3° 10 m	Deel 1-3 3° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/30 m = 330 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/15 m = 66 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,4 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 1,6 m/s
Vultijd deel 3: 10 m / 1,6 m/s = 6 s	Vultijd deel 3: 5 m / 0,4 m/s = 13 s
Deel 1-4 4° 10 m	Deel 1-4 4° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/40 m = 250 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/20 m = 50 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,3 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 1,3 m/s
Vultijd deel 4: 10 m / 1,3 m/s = 7 s	Vultijd deel 4: 5 m / 0,3 m/s = 16 s
Deel 1-5 5° 10 m	Deel 1-5 5° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/50 m = 200 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/25 m = 40 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,3 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 1,2 m/s
Vultijd deel 5: 10 m / 2,9 m/s = 8 s	Vultijd deel 5: 5 m / 0,3 m/s = 18 s
Deel 1-6 6° 10 m	Deel 1-6 6° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/60 m = 160 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/30 m = 33 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,25 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 1,1 m/s
Vultijd deel 6: 10 m / 1,1 m/s = 9 s	Vultijd deel 6: 5 m / 0,25 m/s = 20 s
Deel 1-7 7° 10 m	Deel 1-7 7° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/70 m = 140 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/35 m = 28 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,22 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 1,0 m/s
Vultijd deel 7: 10 m / 1 m/s = 10 s	Vultijd deel 7: 5 m / 0,22 m/s = 22 s
Deel 1-8 8° 10 m	Deel 1-8 8° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/80 m = 125 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/40 m = 25 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,2 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,9 m/s
Vultijd deel 8: 10 m / 0,9 m/s = 11 s	Vultijd deel 8: 5 m / 0,2 m/s = 24 s
Deel 1-9 9° 10 m	Deel 1-9 9° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/90 m = 111 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/45 m = 22 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,2 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,8 m/s
Vultijd deel 9: 10 m / 0,8 m/s = 12 s	Vultijd deel 9: 5 m / 0,2 m/s = 25 s
Deel 1-10 10° 10 m	Deel 1-10 10° 5 m
Buisweerstand: 10.000 Pa/100 m = 100 Pa/m	Buisweerstand: 1.000 Pa/50 m = 20 Pa/m
Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,2 m/s	Stroomsnelheid v (uit tabel): 0,8 m/s
Vultijd deel 10: 10 m / 0,8 m/s = 12 s	Vultijd deel 10: 5 m / 0,2 m/s = 26 s
Totale vultijd voorbeeld 1:	128 sec
Totale vultijd voorbeeld 2:	181 sec