

Bouw
Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T 015 276 30 00
F 015 276 30 10
info-BenO@tno.nl

TNO-rapport

2008-D-R0598/B

Standleidingmodel proRiool Gebruikershandleiding

Datum	Juni 2008 (proRiool versie 2.0) Aanvulling: September 2011: Beschrijving van grondleidingmodel (proRiool versie 3.0)
Auteur(s)	ing. W. Kornaat ing. J.C. Phaff
Opdrachtgever	Uneto-VNI Bredewater 20 2715 CA Zoetermeer
Projectleider Projectnummer	ing. W. Kornaat 034.68403/01.01
Aantal pagina's Aantal bijlagen	50 (incl. bijlagen) 2

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

Bijlage(n)

I Installatieprocedure proRiool

II Voorbeeldsimulaties met proRiool

1	Inleiding.....	3
2	Beschrijving van het programma.....	4
2.1	Beschrijving van de (te simuleren) rioleringsystemen.....	4
2.2	Beschrijving van de gesimuleerde aspecten.....	8
2.3	Validatie van het model proRiool.....	9
3	Gebruik van het programma.....	10
3.1	Hoofdinvuerscherm.....	10
3.2	Invoeren van rioleringsconfiguratie.....	11
3.2.1	Grondleiding.....	13
3.3	Invoeren van vuilwaterprofielen.....	15
3.3.1	Aanpassen vuilwaterprofiel met behulp van programma toestelRiool.....	15
3.3.2	Opslaan van een vuilwaterprofiel.....	17
3.3.3	Vuilwaterprofielen koppelen aan de aansluitpunten.....	18
3.4	Uitvoeren van een simulatie en weergeven van de resultaten.....	19
3.5	Nadere analyse van de resultaten met behulp van het spreadsheet programma Excel... 24	
4	Literatuur.....	25
5	Ondertekening.....	26

Bijlage(n)

I: Installatieprocedure proRiool

II: Voorbeeldsimulaties met proRiool

1 Inleiding

In opdracht van Uneto-VNI, contactpersonen de heer W.J.H. Scheffer en de heer E. van der Blom, zijn door TNO over de afgelopen jaren een aantal onderzoeken uitgevoerd als onderdeel van een onderzoeksplan met betrekking tot het functioneren van rioleringsystemen in hoogbouw.

Tegenwoordig worden steeds meer en ‘hogere’ gebouwen gebouwd. Denk hierbij aan gebouwen hoger dan 50 m tot 150 m. Problemen met stankhinder via het riolerings-systeem treden frequent op in deze hoge gebouwen of in gebouwen gelegen nabij deze hoge gebouwen.

Hierdoor ontstond de vraag of voor dergelijke ‘hoge’ gebouwen geen specifieke ontwerpregels ontwikkeld dienden te worden. Vooralsnog worden veelal eenvoudigweg de gebruikelijke reken(ontwerp)regels toegepast, welke feitelijk voor laagbouw zijn afgeleid. Hierbij wordt opgemerkt dat een eerste aanzet voor specifieke ontwerpregels vanaf 2003 is opgenomen in de NTR 3216 [1], welke via een wijzigingsblad in augustus 2004 ook opgenomen zijn in de NEN 3215 [8].

De resultaten en ervaringen opgedaan door TNO zijn verwerkt in een programma voor het simuleren van de drukkiveaus c.q. drukschommelingen in standleidingen. Dit simulatieprogramma heet proRiool.

Dit simulatieprogramma kan gebruikt worden voor het vergroten van het inzicht in de drukkiveaus in standleidingen afhankelijk van diverse parameters en kan ondersteuning bieden bij het desgewenst afleiden c.q. controleren van ontwerpregels.

Het onderhavige rapport betreft een gebruikershandleiding voor dit simulatieprogramma proRiool.

De gebruikershandleiding daterende juni 2008, betrof een beschrijving van proRiool versie 2.0. Recent is een grondleidingmodel aan proRiool toegevoegd voor het simuleren van het waterprofiel in de grondleiding en de bijbehorende stromingsweerstand. In de gebruikershandleiding daterende september 2011 (onderhavig rapport inzake proRiool versie 3.0) is een beschrijving van dit grondleidingmodel toegevoegd. Op voorhand wordt opgemerkt dat de gebruikershandleiding, voor wat betreft de toevoeging van het grondleidingmodel, alleen is aangepast op punten die van belang zijn voor een goed begrip. Het kan dus zijn dat op sommige punten de gebruikershandleiding niet exact de juiste beschrijving c.q. toelichting geeft. Voor aanvullende informatie wordt verwezen naar de ‘help’ functie bij het programma proRiool.

In bijlage I wordt de installatieprocedure beschreven.

In hoofdstuk 2 wordt het programma globaal omschreven. Ingegaan wordt op de opzet en de gesimuleerde effecten.

In hoofdstuk 3 wordt stap voor stap het gebruik van het programma toegelicht.

In bijlage II zijn een aantal voorbeeldsimulaties weergegeven.

2 Beschrijving van het programma

2.1 Beschrijving van de (te simuleren) rioleringsystemen

Met het programma proRiool kunnen de volgende systemen gesimuleerd worden:

- Primair ontspanningssysteem.
- Systeem met Sovent standleiding aansluitstukken.
- Direct parallel ontspanningssysteem.

De layout van deze systemen is weergegeven in respectievelijk de figuren 1 t/m 3.

De opbouw van boven naar beneden is steeds als volgt:

- Een dakuitmonding.
- 5 aansluitpunten gelijkmatig verdeeld over de hoogte.
Dit betekent dat er 6 stukken standleiding van gelijke lengte worden gesimuleerd over de hoogte. Deze hoogte is variabel instelbaar door de gebruiker.
In de figuren is de afstand van het onderste aansluitpunt tot de grondleiding vanwege ruimtegebrek op het beeldscherm kleiner dan $1/6^e$ getekend, maar de gesimuleerde lengte is wel $1/6^e$ van de ingevoerde totale gebouwhoogte. In het programma is een keuzebox om het onderste deel van de standleiding met dezelfde diameter als die van de grondleiding te simuleren.
- Een grondleiding.

In figuur 3, waarin het direct parallel systeem is weergegeven, is het gesimuleerde model ingetekend.

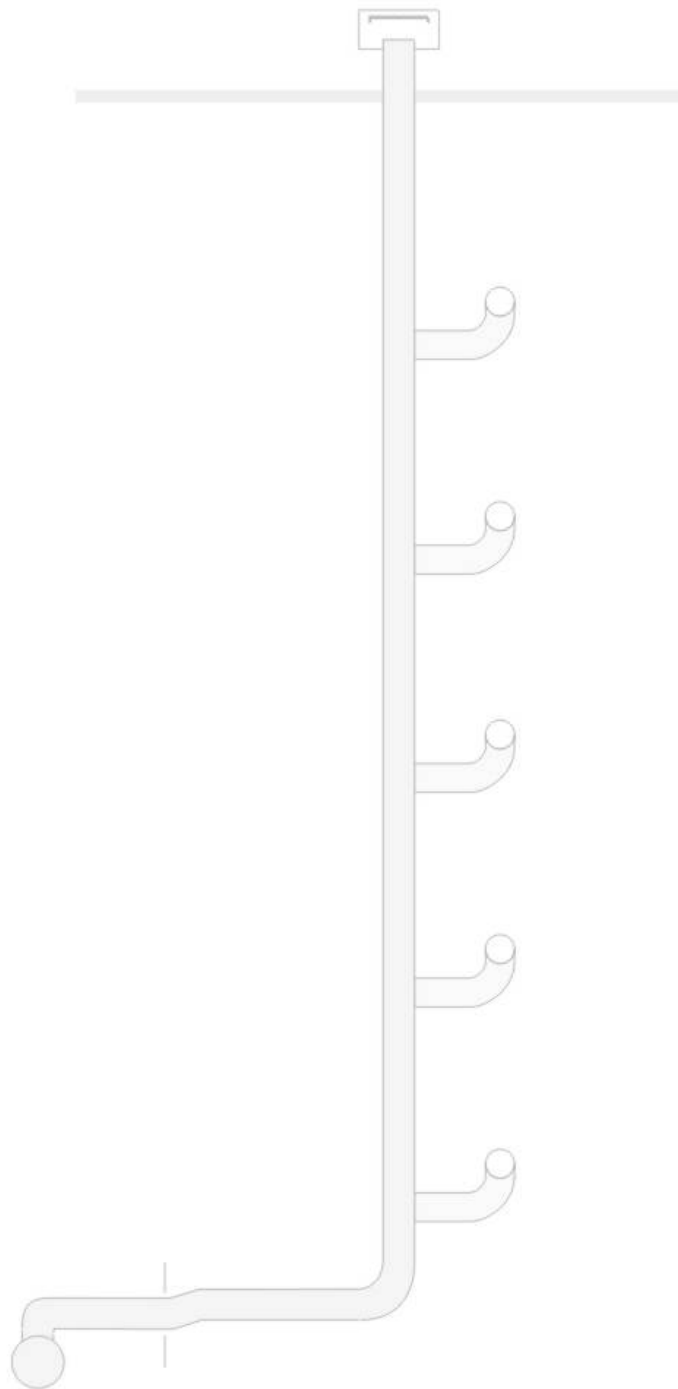
De leidingen zijn in het model als volgt gecodeerd:

- kap: instroomweerstand bij dakuitmonding c.q. dakkap
- s0 t/m s5: 6 delen van de standleiding t.b.v. 'luchtmodel'
- w1 t/m w5: 5 delen van de standleiding t.b.v. 'watermodel'. Deze delen komen feitelijk overeen met de leidingdelen s1 t/m s5 voor het 'luchtmodel'.
- s6: grondleiding
- e0 t/m e4: 5 delen van de parallelle be-/ont-luchtingsleiding (ontspanningsleiding)
- v1 t/m v4: 4 verbindingen tussen standleiding en parallelle leiding

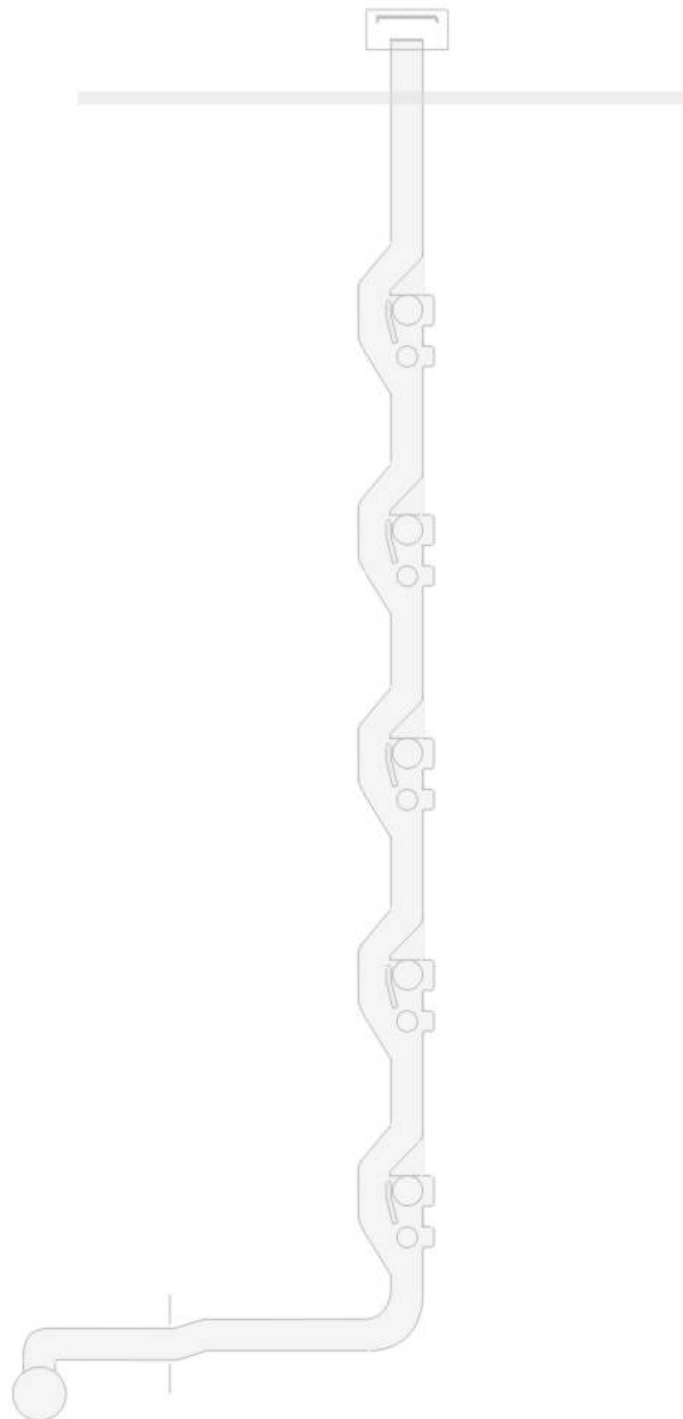
De knooppunten (zones) tussen de leidingen zijn in het model als volgt gecodeerd:

- Cp2: winddruk bij uitmonding bovendaks
- L0: plaats direct onder dakuitmonding c.q. dakkap
- St1 t/m St5: plaatsen waar verzamelleidingen aansluiten op de standleiding
- gl: overgang standleiding naar grondleiding
- L1 t/m L4: plaats in parallelle leiding ter hoogte van aansluitpunten St1 t/m St4
- Cp1: nuldruk in hoofdriool (geen onder- of overdruk)

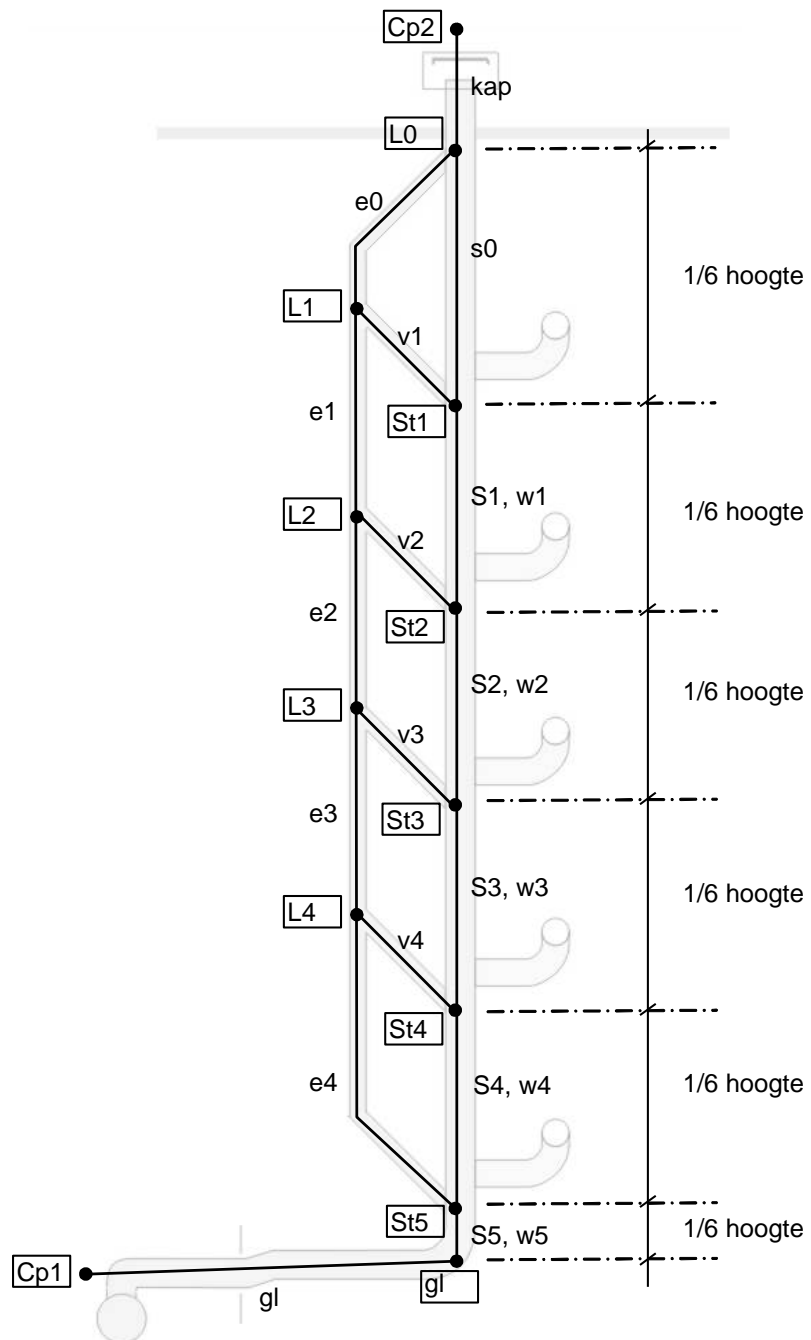
Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat bij primair systeem en Sovent systeem, de parallelle leiding en bijbehorende knooppunten niet van toepassing zijn.



Figuur 1: Layout primair ontspanningssysteem.



Figuur 2: Layout systeem met Solvent aansluitstukken.



Figuur 3: Layout direct parallel ontspanningssysteem.

2.2 Beschrijving van de gesimuleerde aspecten

De invoer van het programma proRiool bestaat uit:

- Diverse parameters van het rioleringsstelsel, te weten systeemtype, leidingdiameters, standleidinghoogte, weerstand van de dakkap/uitmonding, leidingweerstand, uitvoeren van de grondleiding, etc.
- De vuilwaterstromen op de 5 aansluitpunten.
- De meteo windsnelheid voor het simuleren van de winddruk bij de dakuitmonding.

Het simulatieproces in het programma proRiool bestaat in de tijd gezien steeds uit het herhalen van de volgende stappen:

- Het berekenen van de binnenkomende vuilwaterstromen op de 5 aansluitpunten.
- Het simuleren van de drijvende krachten als gevolg van het vallende water in de standleiding met het zogenaamde 'watermodel'.
- Het simuleren van de luchtstromingen in het rioleringsmodel onder invloed van deze drijvende krachten met een 'luchtmodel'.
- Het simuleren van de water- en luchtstromingen in de grondleiding.

De uitvoer van het programma proRiool bestaat uit:

- De waterstromen per standleidingdeel in de tijd in kg/s.
- De luchtvolumestromen in de verschillende leidingen in de tijd in m³/s.
- De over- en onderdrukken in het rioleringsstelsel ten opzichte van de barometerdruk buiten, op dezelfde hoogte als het beschouwde punt in het rioleringsstelsel in Pa (N/m²).

In het programma proRiool kunnen op 5 posities verdeeld over de hoogte van de standleiding (de posities St1 t/m St5, zie figuur 3) verschillende vuilwaterstromen in de tijd gesimuleerd worden afkomstig uit aansluit- of verzamelleidingen van één of meerdere toestellen. De gebruiker kan deze vuilwaterstromen invoeren met behulp van het programma toestelRiool.

De gesimuleerde vuilwaterstromen komen vervolgens in de tijd in de verschillende delen van de standleiding (S1 t/m S5, zie figuur 3) vrij. Op basis hiervan wordt met het 'watermodel' de stuwende kracht als gevolg van het vallende water berekend. In het 'watermodel' wordt een waterfilm langs de binnenzijde van de leiding gesimuleerd en vallende waterdruppels in de kern van de leiding. De hierbij aangehouden verdeling is dat circa 85% van het water stroomt langs de wand en 15% in de kern. Deze verdeling is ontleend aan laboratoriummetingen uitgevoerd door TNO [2]. De waterfilmdikte en waterfilmsnelheid, zoals deze volgt uit dit 'watermodel', is in overeenstemming met geldende literatuur [3].

In het 'watermodel' is de standleiding over de hoogte opgesplitst in 100 delen. Per deel worden krachtenvergelijkingen op waterfilm en waterdruppels opgelost en massabalansen wat betreft in- en uitgaande stromen en waterinhoud in het betreffende deel. Bij deze krachtenvergelijkingen worden de zwaartekracht, de wrijvingskrachten met de wand en de wrijvingskrachten met de lucht beschouwd.

Voor alle 5 de standleidingdelen (S1 t/m S5, zie figuur 3) wordt de som van de drijvende krachten bepaald op basis van de resultaten van het 'watermodel'. In het 'luchtmodel' wordt luchtstroming in het rioleringsstelsel gesimuleerd onder invloed van deze drijvende krachten en uiteraard de luchtweerstand in verschillende delen van het rioleringsstelsel.

Ten aanzien van de weerstanden in het rioleringsstelsel wordt opgemerkt dat aannamen zijn gemaakt inzake de te verwachten mate van hydraulische afsluiting (daar waar een verzamelleiding aansluit op de standleiding), afhankelijk van de grootte van de vuilwaterafvoerstroam in de verzamelleiding. Het percentage, waarmee de doorlaat van de standleiding wordt afgesloten, wordt hierbij ingeschat én bij volledige hydraulische afsluiting tevens het drukverschil waarbij de afsluiting naar verwachting weer doorbroken zal worden. In het 'luchtmodel' kan op deze wijze afsluiting op de aansluitpunten in de standleiding gesimuleerd worden. Opgemerkt wordt dat nadere informatie c.q. onderzoek nodig is om de situaties, waarin afsluiting plaatsvindt c.q. te verwachten is, beter te beschrijven.

In aansluiting op het voorgaande wordt opgemerkt dat, bij het stelsel met Sovent aansluitstukken, hydraulische afsluiting niet wordt gesimuleerd. Verder wordt de vormgeving van de Sovent aansluitstukken in het model vertaald naar een groter wateraandeel in de waterfilm (95% in waterfilm en 5% in kern) en/of lagere valsnelheid. Hierdoor neemt de drukopbouw door het vallende water af. Verder wordt, om de (lucht)richtingsveranderingen te verdisconteren, een hogere (lucht)weerstand voor het Sovent standleidingaansluitstuk aangehouden. Ook ten aanzien van de Sovent standleidingaansluitstukken geldt overigens dat nader onderzoek c.q. nadere informatie, inzake het functioneren van deze voorzieningen, nodig is om de werking beter te beschrijven in het model.

Het leegblazen van sifons is met name te verwachten op het moment dat lucht, die in de standleiding naar beneden wordt gestuwd als gevolg van lozingen hoger in de standleiding, niet kan ontsnappen via de grondleiding. Dit bijvoorbeeld omdat de grondleiding deels of volledig afgesloten is. Dit kan komen doordat (1) de grondleiding onbelast al deels of volledig gevuld is met water of (2) door het vertragen van de vuilwaterstromen, welke vanuit de standleiding de grondleiding instromen, waardoor het waterniveau in de grondleiding stijgt. Beide aspecten worden in het grondleidingmodel gesimuleerd.

Met dit 'grondleidingmodel' wordt het waterprofiel over de lengte van de grondleiding in de tijd bepaald op basis van de toetredende vuilwaterstroam en de stroomsnelheid, de grondleidingweerstand en grondleiding lengte, de drukverschillen door waterhoogte verschillen in de grondleiding én de vertragingskrachten van het water. Op basis hiervan wordt vervolgens de resulterende luchtweerstand bepaald. De resulterende luchtweerstand van de grondleiding wordt verdisconteerd in het 'luchtmodel' en dynamisch in de simulatie opgenomen.

2.3 Validatie van het model proRiool

Het programma proRiool is gecontroleerd op basis van:

- laboratorium metingen uitgevoerd door TNO aan een proefopstelling (zie [2]).
- literatuur op basis van waterstromingen in standleidingen [3].
- door TNO uitgevoerde metingen in de praktijk aan ondermeer:
 - de 100 m hoge Waterstadstoren te Rotterdam met een primair stelsel [4].
 - het 150 m hoge Westpoint gebouw te Tilburg met een Sovent stelsel [5].

3 Gebruik van het programma

3.1 Hoofdinvvoerscherf

Start het programma proRiool op via het startmenu (zie figuur I6 in bijlage I) of de, tijdens de installatie aangemaakte, snelkoppeling (shortcut).

Het programma start nu op met het hoofdinvvoerscherf, zoals aangegeven in figuur 4.

Het programma start standaard op met het laatst gebruikte bestand van een rioleringsysteem óf, direct na installatie, met een voorgeprogrammeerd bestand. Het gebruikte bestand (met extensie '.gcf.txt') staat aangeven op de 1^e regel (achter filenaam).

Door te klikken op de menu-optie:

- 'file' en vervolgens 'open' kan een bestand met een bepaalde rioleringsconfiguratie gekozen worden.
- 'file' en vervolgens 'save' of 'save as' kan een bestand met bepaalde rioleringsconfiguratie opgeslagen worden.
- 'help ?' wordt een help-bestand met achtergrond informatie bij het programma proRiool geopend.

proRiool 2.0

File Help

filenaam: C:\Documents and Settings\phaffjc\My Documents\prg\proRiool\project\riool\riool primair s5=grl 3.gcf.txt

standleiding systeem: primair

Primair standleiding systeem (geen parallele ontspanningsleiding).
5 verdiepingen, gebouwhoogte =18m
(3+n*verdiepingen*verdiepingshoogte=3+5*3)
bovenste aansluiting: verdieping 5 op 15 m.
onderste aansluiting: verdieping 1 op 3 m.
hydraulische afsluiting wordt berekend op aansluiting 1 2 3 4 5. (1 is de hoogste en 5 de laagste aansluiting.)

verdiepingen: aantal 5: 5
hoogte per verdieping (2.4..m) 3

standleiding buitendiameter (50..500mm) 110
wanddikte (1..20mm) 5
 onderste als grondleiding

paralelle-ontspanningsleiding buitendiameter (50..500mm) 95
wanddikte (1..20mm) 4

dak-ontspanning buitendiameter (50..500mm) 110
wanddikte (1..20mm) 5
dak-kap contractiecoef. (0.01..3) 0.9

grondleiding buitendiameter (50..500mm) 165
wanddikte (1..20mm) 7.5
positie onder vloer0 (m) 1
lengte tot het hoofdriool* (0..100m) 10
helling (0..25)mm/m 5
1e bocht positie als fractie(0..1) 0.25
2e bocht positie als fractie(0..1) 0.5
3e bocht positie als fractie(0..1) 0.75
vulhoogte (0..100%) 33

meteo windsnelheid (0..10 (30) m/s) 10

leidingen wandruwheid (0.001..3mm)*) 0.1
extra zeta/m (0..2*/m)*) 0.3

aansluitprofielen (hoogste aansluiting) 1: vuilwater01.csv edit ✓ 5
2: Invoer van vuilwaterstromen edit ✓
3: (zie par 3.3) edit ✓
4: edit ✓
(laagste aansluiting) 5: edit ✓ 1

hydraulische afsluiting verdieping van de aansluiting

continue (wortel n) belasting NEN 3215 (kg/s) 0

*) zie help/handleiding

start gComis open csv output

Starten simulatie, weergeven en analyseren resultaten (zie par 3.4 en 3.5)

Invoer van gegevens van de rioleringsconfiguratie (zie par 3.2)

toekomstige uitbreiding

Figuur 4: Hoofdinvvoerscherf van proRiool.

Het hoofdinvvoerscherf is feitelijk te verdelen in 3 onderdelen (zie figuur 4), te weten:

- Het invoeren van gegevens van de rioleringsconfiguratie.
- Het invoeren van de vuilwaterstromen (aansluitprofielen).
- Het starten van de simulatie en weergegeven en analyseren van de uitvoer.

Deze onderdelen worden hierna besproken.

3.2 Invoeren van rioleringsconfiguratie

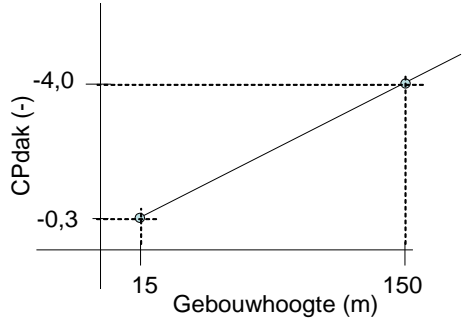
De invoergegevens voor de rioleringsconfiguratie staan links in het hoofdinvvoerscherf vermeld (zie figuur 4). Via één keuzebox en meerdere invulvelden kunnen de diverse gegevens eenvoudig ingevoerd worden.

Het rechterdeel van het hoofdinvvoerscherf bevat verklarende tekst inzake meerdere aspecten van de rioleringsconfiguratie, welke samengesteld wordt op basis van de gepleegde invoer. Verder wordt, indien de muis boven een invoerparameter wordt gehouden, via een tooltip de invoer nader verklaard.

De diverse invoergegevens worden hieronder stapsgewijs genoemd en zonodig toegelicht.

<i>invoerparameter</i>	<i>toelichting</i>
<i>standleiding systeem</i>	Via keuzebox kan primair ontspanningssysteem, systeem met Sovent standleidingaansluitstukken en direct parallel ontspanningssysteem geselecteerd worden.
<i>Verdiepingen aantal 5..hoogte per verdieping [2,4..m]</i>	Aantal verdiepingen 5 of meer Verdiepingshoogte minimaal 2,4 m De gebouwhoogte c.q. standleidinghoogte volgt uit: verdiepingshoogte + aantal verdiepingen * verdiepingshoogte.

<i>vervolg van tabel</i>	
Invoerparameter	toelichting
<i>Standleidingbuitendiameter [50..500mm]</i> <i>..... wanddikte [1..20mm]</i> <i>..... □ onderste als grondleiding</i>	Diameter standleiding min 50 en max 500 mm. Wanddikte min 1 en max 20mm. Hier kan gekozen worden het onderste standleiding-deel (S5, zie figuur 3) een diameter te geven gelijk aan de grondleiding. Ook de overgang stand/grondleiding krijgt dan de diameter van de grondleiding. Op dit moment wordt hydraulische afsluiting in deze overgang nog niet gesimuleerd. Mocht dit in de toekomst wel gebeuren, dan kan hiermee bijv. het effect van het vergroten van de diameter van de overgang bepaald worden.
<i>parallele-.....buitendiameter [50..500mm]</i> <i>ontspanningsleiding..... wanddikte [1..20mm]</i>	De ontspanningsleiding betreft alleen de parallele ontspanningsleiding plus verbindingsleiding met de standleiding in geval van direct parallel systeem
<i>dak-ontspanning...buitendiameter [50..500mm]</i> <i>..... wanddikte [1..20mm]</i> <i>.....contractiecoef. [0.01..3-]</i>	De dak-ontspanningsleiding betreft de leiding vanaf de standleiding door het dak naar buiten Met de contractiecoef. wordt de weerstand van de luchtinstroming verdisconteerd. Voor een open leidingeinde geldt 0,7 á 0,8 . De tooltip toont de default voor een open pijp en de omrekening in zeta en de effectieve diameter van de pijp. Omrekening in netto-doorlaat (Ae naar dak) wordt in rechterdeel vermeld inclusief de weerstand van de leidinglengte boven dak (ca. 1m). Een kleinere contractiecoef. Simuleert meer weerstand bij de uitmonding.
<i>Grondleidingbuitendiameter [50..500mm]</i> <i>..... wanddikte [1..20mm]</i> <i>..... positie onder de vloer[m]</i> <i>..... lengte tot het hoofdriool [0..100m]</i> <i>.....helling grondleiding [0...0,25m/m]</i> <i>..... 1^e bocht als fractie[0..1]</i> <i>..... 1^e bocht stromingsweerstand (zeta)[0..50]</i> <i>..... 2^e bocht als fractie[0..1]</i> <i>..... 2^e bocht stromingsweerstand (zeta)[0..50]</i> <i>..... 3^e bocht als fractie[0..1]</i> <i>..... 3^e bocht stromingsweerstand (zeta)[0..50]</i> <i>..... waterhoogte bij hoofdriool [0..100%]</i>	Diameter grondleiding min 50 en max 500 mm. Wanddikte min 1 en max 20mm. Positie onder de vloer is de afstand van de bovenkant van de vloer tot de onderkant van de grondleiding ter plaatse van de standleiding. Lengte en helling van de grondleiding. Van drie bochten of stromingsweerstand kan de positie van 0,0 tot 1,0(0,0 is bij de standleiding, 1,0 is bij het hoofdriool) en weerstandsfactor (0=geen extra weerstand) worden opgegeven. De waterhoogte in de grondleiding bij uitstroom in het hoofdriool opgegeven in % van de grondleidingdiameter. Deze gegevens en de gesimuleerde waterhoogte worden gebruikt om de lucht-weerstand van de grondleiding te bepalen.

vervolg van tabel	
invoerparameter	toelichting
Meteo windsnelheid [0..10(30) m/s]	<p>Dit is de windsnelheid, zoals meteostations deze opgeven, gemeten op 10m hoogte.</p> <p>De gemiddelde meteo windsnelheid in Nederland is circa 5 m/s, terwijl 10 m/s circa 5% van de tijd wordt overschreden.</p> <p>In combinatie met in het programma opgenomen winddrukcoëfficiënten wordt hiermee de winddruk bij onder andere de dakuitmonding bepaald.</p> <p>Voor het dak wordt deze winddrukcoëfficiënt (Cp2, zie figuur 3), afhankelijk van de gebouwhoogte als volgt bepaald:</p> $CP_{dak} = - (0,3 + 3,7 * (hoogte-15)/(150-15))$ <p>Beginnend bij een gebouwhoogte van circa 15 m (minimaal 5 verdiepingen van 2,4 m hoogte → 6 * 2,4 = 14,4 m gebouwhoogte), wordt een en ander grafisch weergegeven in de navolgende figuur.</p>  <p>Bij de grondleiding wordt vooralsnog uitgegaan van Cp1=0</p>
Leidingen..... wandruwheid [0,001..3mm] extra zeta/m [0..2-/m]	<p>De wandruwheid van PE en PVC buizen is ca 0,007mm. Door vervuiling neemt de ruwheid toe. Vaak wordt met 1 mm gerekend.</p> <p>Met extra zeta kan een eventuele extra stromingsweerstand als gevolg van bochten, verbindingen, verloopstukken en t-stukken ingevoerd worden.</p> <p>Geschat wordt dat gebruikelijke waarden hiervoor in de orde van grootte liggen van 0,1 per meter standleidinglengte.</p>

3.2.1 Grondleiding

De grondleiding loopt bijvoorbeeld van de standleiding eerst binnen het gebouw, onder de fundering door in de buitenleiding naar het 'hoofdriool'. Soms loopt dit traject via collectieve verzamelleidingen. Bedoeld met 'hoofdriool' is de plek waar de vuilwaterstromen uit de standleiding de luchtdruk in de (grond/buiten)leiding praktisch niet meer veranderen.

Met de opgegeven geometrie, en de optredende water- en luchtstromen wordt in proRiool na elke verandering van de waterhoogte in de grondleiding, de weerstand voor de lucht van de standleiding naar het 'hoofdriool' berekend.

In proRiool komt de waterstroom uit de standleiding van rechts de grondleiding binnen die in de tijd varieert, met een bepaalde snelheid en waterhoogte (afhankelijk van de gesimuleerde belasting(en) op de standleiding).

Aan de andere zijde (links) stroomt het water weg in het hoofdriool. Er wordt aangenomen dat er geen over- of onderdruk (luchtdruk) in het hoofdriool is.

De waterhoogte aan de kant van het hoofdriool kan worden ingevoerd. Samen met de helling (het afschot) van de grondleiding bepaalt dit de waterhoogte in de hele grondleiding. Bijvoorbeeld aan het begin van de simulatie als er nog geen water uit de standleiding in de grondleiding binnenstroomt.

Als het water niet tot helemaal aan de bovenkant van de grondleiding komt, dan blijft er een luchtvolume over. Hieruit wordt de luchtweerstand die de standleiding 'ziet' berekend. Het 'pomp'effect van de variërende waterhoogte op het luchtvolume wordt berekend.

Als de waterhoogte erg klein is, maakt het programma een simulatie van resterende waterdruppels, die langzaam naar beneden stromen of in de buis tot stilstand komen.

In ProRiool is een kleine, zoom-bare, doorsnede van de grondleiding te zien, met daarin het water, dat tijdens de simulatie als golfvorm door de grondleiding zal lopen.

In de grondleiding kunnen op drie plaatsen extra weerstanden worden opgegeven bijvoorbeeld omdat daar een bocht of een vernauwing zit. De positie van deze weerstanden kan als fractie van de lengte van de grondleiding worden ingesteld. In het plaatje van de grondleiding zijn dit grijze stippellijnen (zie figuur 5). In de literatuur worden voor deze weerstanden waarden genoemd.

Voor een 90-graden bocht geldt afhankelijk van het quotiënt tussen krommingstraal van de bocht én leidingdiameter (r/d):

r/d	zeta
0,5	1,0
1,0	0,35
2,0	0,20
3,0	0,15

Voor een kniestuk geldt afhankelijk van de hoek:

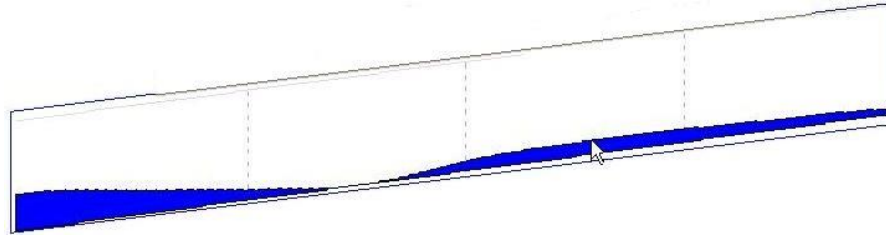
hoek	zeta
90°	1,3
60°	0,8
45°	0,4



Figuur 5: De grondleiding in proRiool

Het plaatje in proRiool tijdens de simulatie, waarbij rechts net een golf water in de grondleiding stroomt, is weergegeven in figuur 5. De grondleiding heeft een afschot van 15mm/m. Het plaatje zelf, dat sterk is ingekort (de leiding is 10 m lang en de binnendiameter is 150 mm), staat minder schuin. Anders zou het plaatje bij groot afschot buiten de tekening gaan vallen. Links is het nog stilstaande water vanuit het hoofdriool tot in de grondleiding te zien. Het wateroppervlak staat in werkelijkheid

horizontaal, maar door de inkorting en het minder schuin tekenen, loopt het op in de richting naar het hoofdriool. In werkelijkheid loopt de waterhoogte, ten opzichte van de onderkant van de grondleiding, op in de richting naar het hoofdriool (zie figuur 6).



Figuur 6: De grondleiding ware hoogte, verkort weergegeven lengte

In figuur 6 is de instroomzijde, rechts aan de kant van de standleiding, opgeschoven tot de ware hoogte. Nu ligt het wateroppervlak links naar het hoofdriool meer horizontaal. Zoals al vermeld bij figuur 5, is er niet gekozen voor deze manier van weergave.

Door op het plaatje van de grondleiding te klikken en F2 in te drukken, wordt ingezoomd.

F3 zoomt weer uit, en F4 zet het plaatje weer op de beginpositie en grootte.

Als is ingezoomd kan het plaatje met de cursortoetsen worden verplaatst (zolang de muis binnen het plaatje blijft)

Ctrl+cursortoets = grotere stappen

Shift+cursortoets = kleinere stappen

Als niet op het plaatje van de grondleiding is geklikt dan zoomt met F2 het plaatje van de standleiding in. Druk op F4 om dit weer uit te zoomen tot de beginpositie.

Met de muis op een bepaalde plaats in het plaatje van de grondleiding, (zie figuur 5) wordt weergegeven de :

- positie (m) langs de lengte van de grondleiding
- de hoogte van de muis in de leiding in (mm) / de hoogte van de leiding aldaar (mm)
- waterhoogte(mm)
- waterinhoud van de leiding in kg per meter leiding

3.3 Invoeren van vuilwaterprofielen

De rioleringsconfiguratie, die bij de eerste maal opstarten na installatie, geladen wordt, bevat één vuilwaterprofiel. Dit is 'vuilwater01.csv' op aansluitpunt 1 (zie figuur 4 in §3.1).

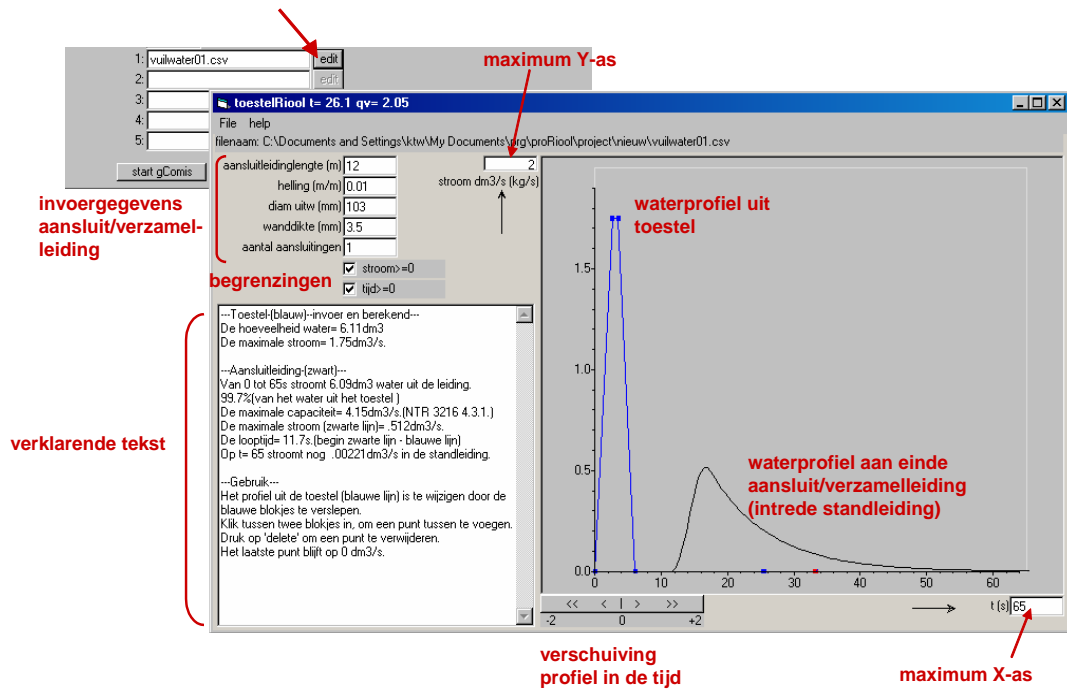
In deze paragraaf wordt eerst toegelicht:

- Hoe een vuilwaterprofiel ingevoerd c.q. aangepast kan worden met behulp van het programma toestelRiool.
- Hoe een vuilwaterprofiel opgeslagen kan worden.
- Hoe vuilwaterprofielen gekoppeld kunnen worden aan de verschillende aansluitpunten.

3.3.1 Aanpassen vuilwaterprofiel met behulp van programma toestelRiool

Door op de knop 'edit' te klikken, achter een aansluitpunt waarvoor al een vuilwaterprofiel is ingevoerd, wordt het programma toestelRiool gestart (zie figuur 7).

De knop 'edit' is overigens alleen geactiveerd indien al een vuilwaterprofiel (in dit geval 'vuilwater01.csv') is ingevoerd.



Figuur 7: Starten van programma toestelRiool.

In het programma toestelRiool kan het vuilwaterprofiel, waarmee het vuilwater in de tijd het betreffende toestel verlaat, ingevoerd worden door de gebruiker (zie blauwe lijn in figuur 7). Verder kan de gebruiker de dimensionering van de aansluit/verzamelleiding invoeren (zie linksboven in figuur 7).


Het vuilwaterprofiel aan het einde van de aansluit- of verzamelleiding, oftewel bij intrede in de standleiding, wordt met het programma toestelRiool bepaald (zie zwarte lijn in figuur 7). Deze bepaling is gebaseerd op literatuurgegevens voor leidingen onder hellingen tot 0,05 m/m en diameters van circa 100mm [6][7].

Het vuilwaterprofiel dat het toestel verlaat kan eenvoudig ingesteld worden. De puntjes kunnen met de muis 'opgepakt' en verslept worden (1^e muisknop aanklikken en ingedrukt houden tijdens verslepen). Het geselecteerde punt wordt rood weergegeven. Door met de muis op de blauwe lijn te klikken, wordt een extra punt in de lijn toegevoegd. Door op de 'delete'-toets van het toetsenbord te drukken, wordt het actieve (rode) punt verwijderd.

Een punt van het profiel kan aan de bovenzijde tot buiten de grafiek geslept worden. De grafiek wordt dan automatisch opnieuw geschaald. De maximum Y-as waarde wordt dan ook automatisch aangepast. Overigens kunnen de maximum Y-as en X-as waarde ook rechtstreeks ingevoerd worden in de aangegeven velden.

Punten van het vuilwaterprofiel kunnen in de tijd niet voorbij elkaar geschoven worden. Dit zou immers tot niet reële profielen leiden.

Indien het ingevoerde vuilwaterprofiel de maximum capaciteit van de aansluit/verzamelleiding overschrijdt, wordt het profiel begrensd op deze maximale capaciteit. Als maximale capaciteit is gehanteerd een 70% vullingsgraad conform NTR3216 (§4.3.1.). Het vuilwaterprofiel wordt dan in de tijd uitgesmeerd, zodat wel de totale beoogde vuilwaterhoeveelheid wordt afgevoerd. Het aangepaste vuilwaterprofiel wordt in dit geval met een groene lijn aangegeven.

Nadat een vuilwaterprofiel is ingevoerd kan dit met de knop  onder de grafiek, als geheel opgeschoven worden in de tijd. Een klik meer naar het midden van de knop geeft kleine stapjes, verder naar buiten grotere stappen.

Verder kan ook het aantal aansluitingen met het desbetreffende vuilwaterprofiel ingevoerd worden (linksboven in, zie figuur 7). Op deze wijze kunnen eenvoudig meerdere toestellen, van het zelfde type, gesimuleerd worden aangesloten op één verzamelleiding dan wel op één punt van de standleiding. In dat geval wordt de vuilwaterstroom vermenigvuldigd met het ingevoerde aantal aansluitingen.

Op de voorgenoemde wijze zijn de mogelijkheden om een vuilwaterprofiel in te stellen legio. Ook kunnen verschillende toestellen gesimuleerd worden die na elkaar gebruikt worden, door een vuilwaterprofiel te maken met twee opeenvolgende pieken.

3.3.2 Opslaan van een vuilwaterprofiel

Na het aanpassen van het vuilwaterprofiel (zoals aangegeven in §3.3.1) kan dit profiel opgeslagen worden door het afsluiten van het programma toestelRiool.

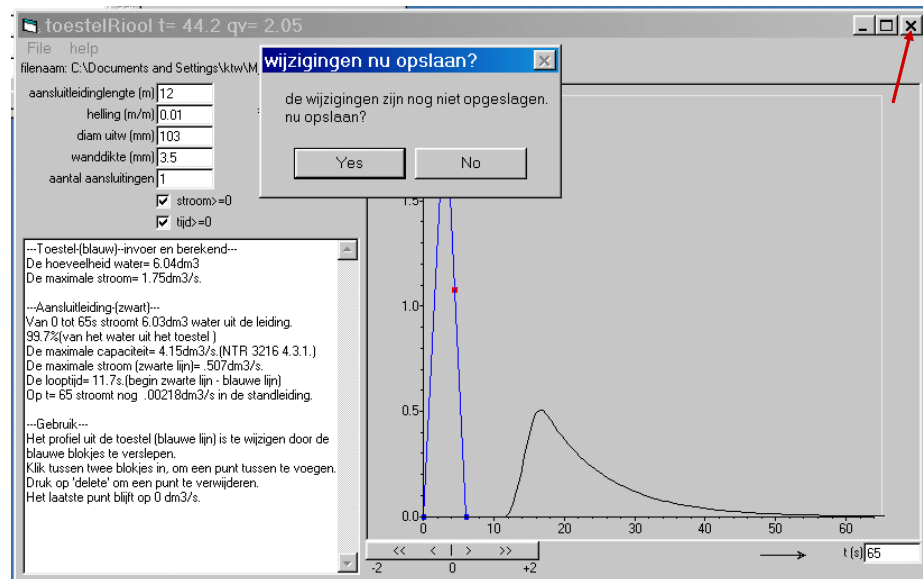
Handel hiervoor als volgt (zie figuur 8):

- Klik rechtsboven in het scherm van toestelRiool op het 'kruisje'.
- Beantwoord de volgende vraag door op 'yes' te klikken.

Het vuilwaterprofiel wordt nu opgeslagen onder de naam, zoals vermeld in het hoofdinvuerscherm (in dit geval 'vuilwater01.csv') in dezelfde folder (map) als het bestand van de rioleringsconfiguratie. Het wordt dan in aangepaste vorm gebruikt bij een volgende simulatie met dit bestand van de rioleringsconfiguratie.

Indien de gemaakte wijzigingen toch niet gewenst blijken te zijn, klikt dan op 'no' bij de hiervoor vermelde vraag.

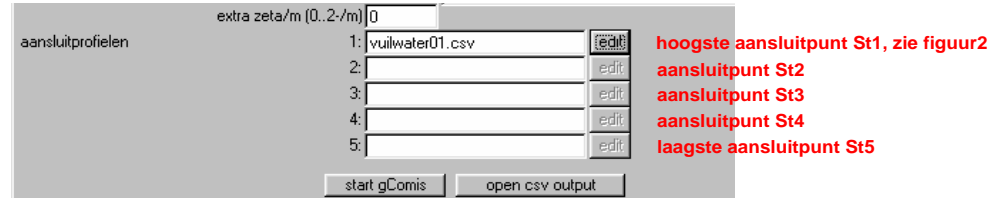
Opgemerkt wordt dat, indien het programma toestelRiool geopend is, ook andere bestanden van vuilwaterprofielen geopend, aangepast en weer opgeslagen kunnen worden onder andere namen en in andere folders (mappen). Dit kan door op de menu-optie 'file' en vervolgens 'open' dan wel 'save' of 'save as' te klikken. Een op deze wijze aangepast en bewaard vuilwaterprofiel is echter nog niet automatisch gekoppeld aan een aansluitpunt in het model (zie hiervoor §3.3.3).



Figuur 8: Afsluiten programma toestelRiool en opslaan aangepast vuilwaterprofiel.

3.3.3 Vuilwaterprofielen koppelen aan de aansluitpunten

In het hoofdinvorscherm zijn een vijftal velden voor het invoeren van aansluitprofielen (vuilwaterprofielen) aanwezig (zie figuur 9). Deze velden stemmen van boven naar beneden overeen met de vijf beschikbare aansluitpunten in het rioleringsmodel (punten St1 t/m St5, zie figuur 3).



Figuur 9: Overzicht aansluitpunten vuilwaterprofielen.

- 1^e muisknop: linker muisknop bij rechtshandige muis dan wel rechter muisknop bij linkshandige muis
- 2^e muisknop: rechter muisknop bij rechtshandige muis dan wel linker muisknop bij linkshandige muis

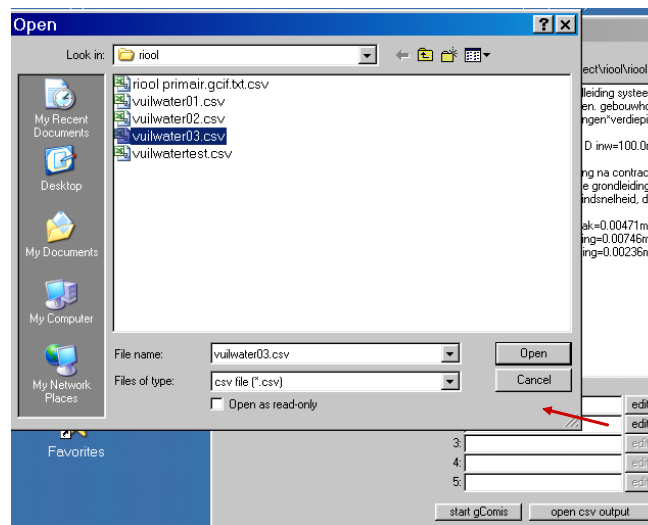
Per aansluitpunt kan als volgt een vuilwaterprofiel geselecteerd worden (zie figuur 10).

- Klik (met 1^e muisklik= linker muisknop bij rechtshandige muis dan wel rechter muisknop bij linkshandige muis) in het veld voor weergave van de naam van het vuilwaterprofiel (veld voor de “edit”-knop).
- Het selectiescherm “Open” wordt nu geopend
- Selecteer het gewenste vuilwaterprofiel via dit selectiescherm (bestand met extensie “csv”, dat wil zeggen bestand met na de punt in de naam alleen de letters “csv”) en klik op ‘open’.

Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat eventuele bestanden met namen die eindigen op “.gif.txt.csv” niet een vuilwaterprofiel betreffen!

(Klik desgewenst op ‘cancel’ om selecteren van vuilwaterprofiel eventueel ongedaan te maken.)

- De naam van het geselecteerde vuilwaterprofiel wordt hierna weergegeven bij het betreffende aansluitpunt in het hoofdinvuorscherm.



Figuur 10: Selecteren van een vuilwaterprofiel.

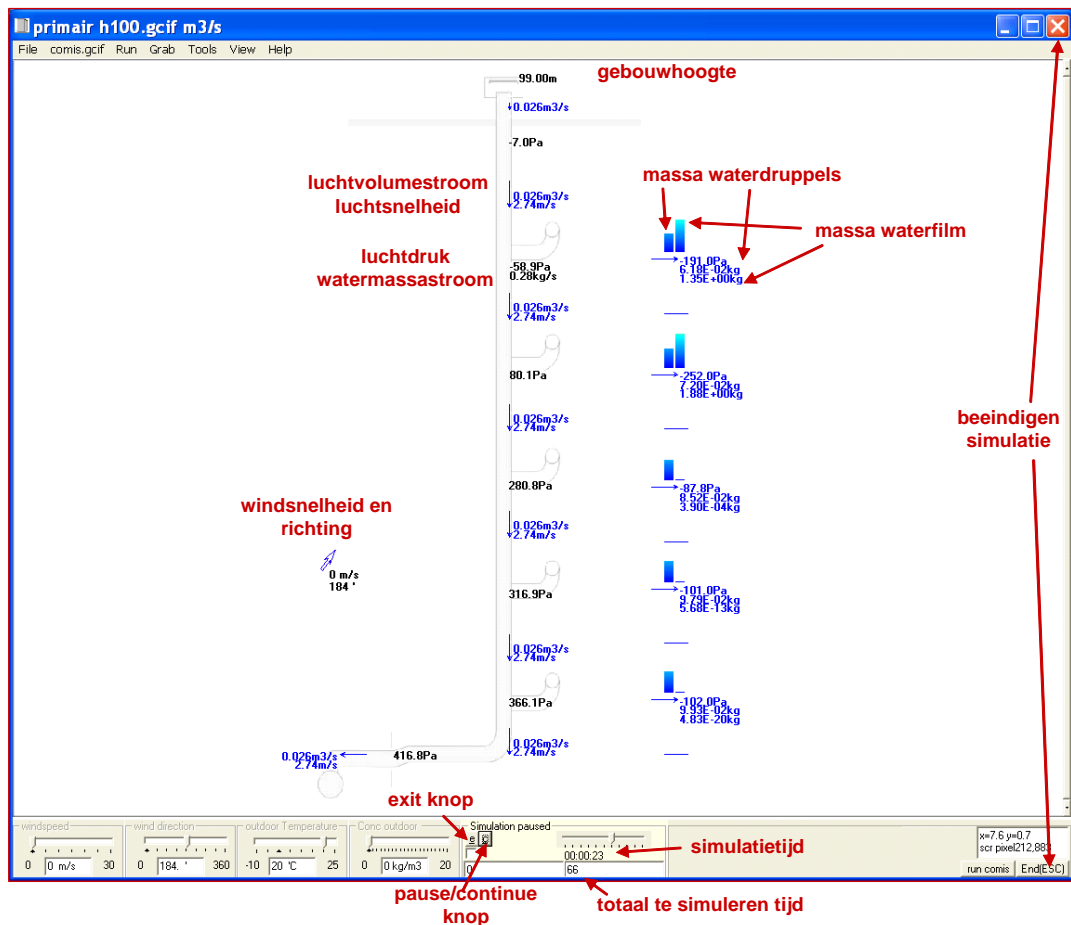
Ga voor het verwijderen van een vuilwaterprofiel als volgt te werk.

- Klik met 2^e muistoets op de naam van het vuilwaterprofiel (2^e muistoets is rechertoets bij rechtermuis en linkertoets bij linkermuis).
De naam wordt nu direct verwijderd
- Druk vervolgens op 'esc(ape)'toets op het toetsenbord.
Het menu, dat verscheen na het klikken op de 2^e muistoets, verdwijnt weer.

3.4 Uitvoeren van een simulatie en weergeven van de resultaten

Klik voor het starten van een simulatie op de knop 'Start gComis' op het hoofdinvuorscherm (zie figuur 4).

Het simulatiescherm zoals aangegeven in figuur 11 verschijnt nu.



Figuur 11: Simulatiescherm.

In het simulatiescherm wordt de simulatie in de tijd weergegeven. Het simulatietijdstip wordt aangegeven en de totaal te simuleren tijd. Dit is de eindtijd van het langste vuilwater profiel. Met de 'pause/continue' knop kan de simulatie gestopt en weer vervolgd worden. Met de 'exit' of 'ESC' knop dan wel het 'kruisje' rechtsboven, kan de simulatie vroegtijdig beëindigd worden.

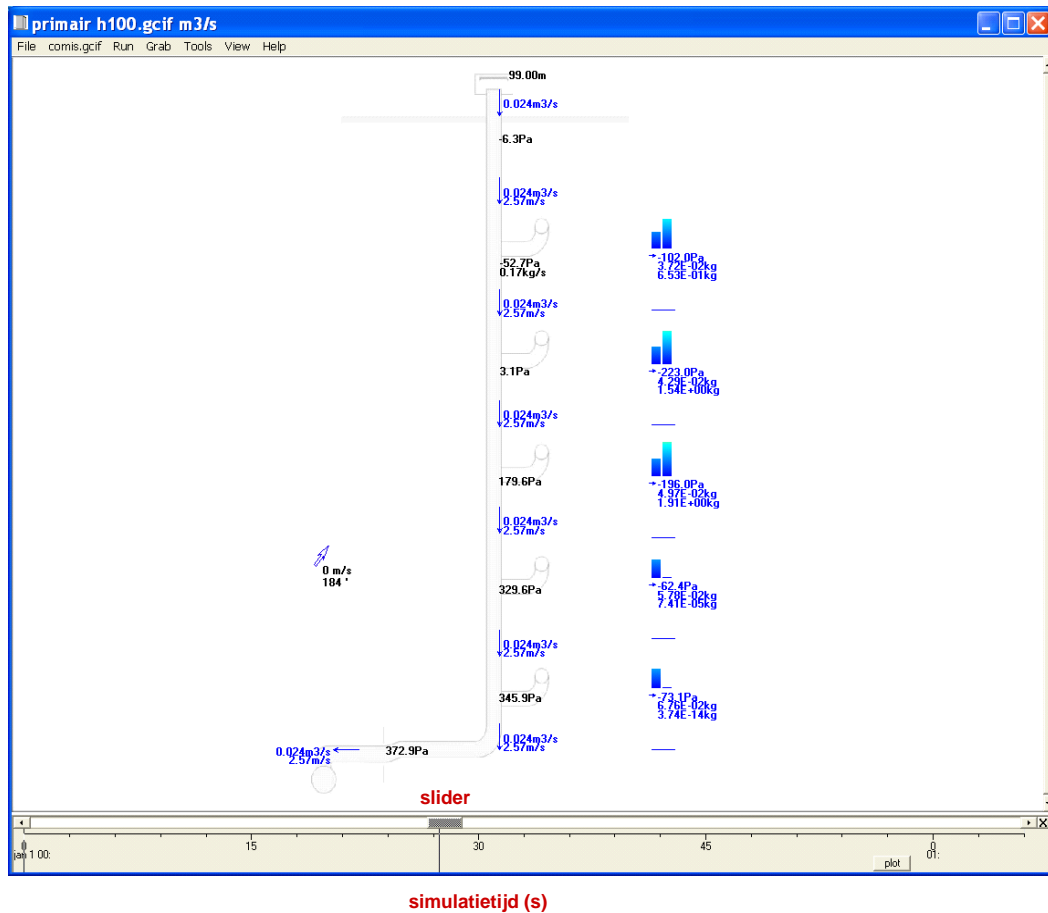
In het simulatiescherm worden in een figuur van de rioleringsconfiguratie continue de volgende parameters weergegeven:

- De lucht volumestroom per leidingdeel (m^3/s).
- De luchtsnelheid per leidingdeel (m/s).
- De luchtdruk in de riolering bij de aansluitpunten (Pa).
Het betreft hier de over/onderdruk ten opzichte van de barometrische luchtdruk buiten (zonder windinvloed) op dezelfde hoogte als het punt in de leiding.
- De binnenkomende watermassastroom (vuilwaterprofiel) op de aansluitpunten (kg/s).

Verder wordt naast de figuur van de rioleringsconfiguratie continue aangegeven:

- De aanwezige watermassa in de waterfilm langs de wand per standleiding deel.
- De aanwezige watermassa in de vorm van druppels in de kern per standleiding deel.

Indien de simulatie gereed is, verschijnt het scherm zoals weergegeven in figuur 12.



Figuur 12: Scherm na beëindigen van simulatie.

In dit scherm kan, m.b.v. een slider, de simulatie met kleine stapjes doorlopen worden. De resultaten op een bepaald tijdstip kunnen hiermee bekeken worden. De slider kan met de muis verschoven worden (1^e muisknop aanklikken en aangeklikt houden tijdens schuiven). Ook kan de slider verschoven worden door hetzij links of rechts van de slider in de slider-strook te klikken. In dit geval wordt de slider steeds met de sliderbreedte (hier circa 3 seconden) in de tijd verschoven.

Door op het 'kruisje' aan het einde van de slider-strook te klikken, wordt teruggegaan van het scherm zoals aangegeven in figuur 11.

Door op de 'plot' knop te klikken (zie figuur 12), worden grafieken in de tijd weergegeven van de diverse gesimuleerde (en voorgeselecteerde) parameters (zie figuur 13).

Het betreft hier van boven naar beneden grafieken met:

- de meteo windsnelheid (vw m/s)
- de windrichting (dw °)
- de buitentemperatuur (tm °C)
- de onder/overdrukken ter plaatse van de aansluitpunten in relatie tot de barometrisch luchtdruk op dezelfde hoogte als het betreffende aansluitpunt (p Pa)
- de vuilwaterprofielen bij intrede in de standleiding delen

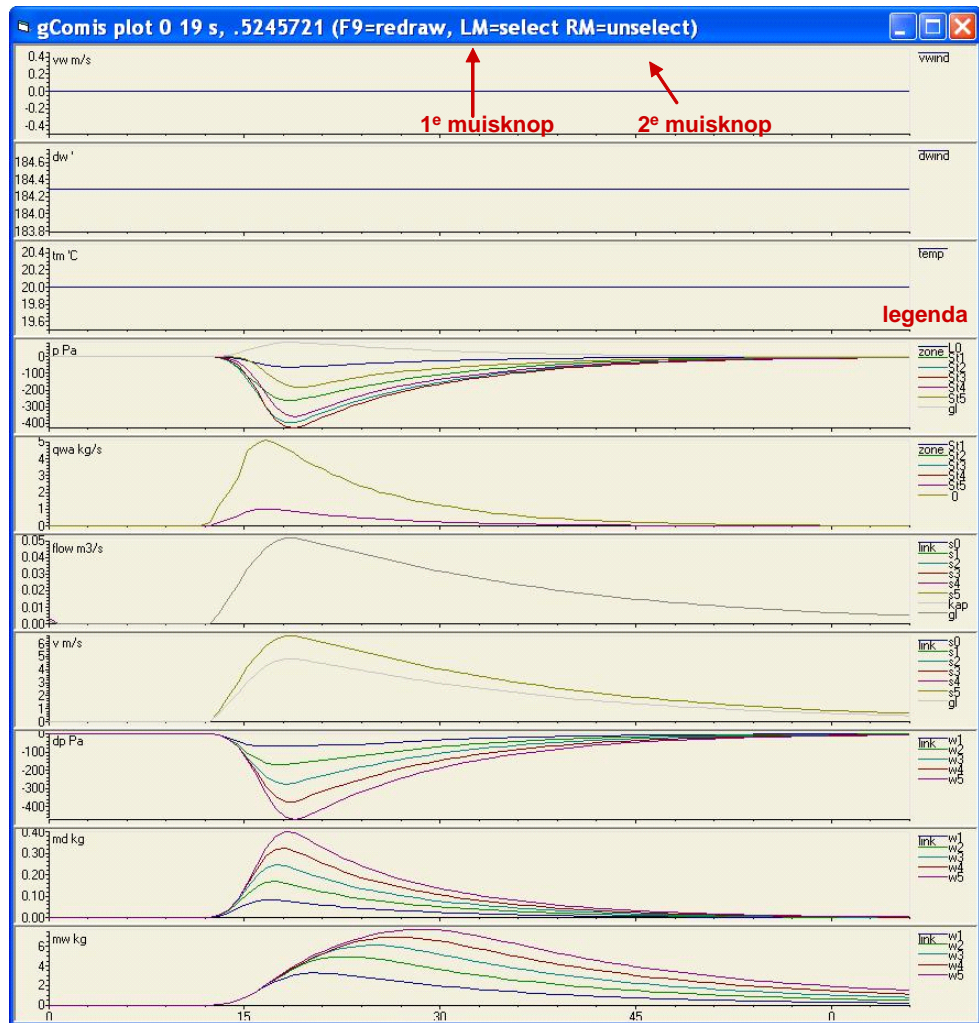
Naast de ingevoerde vuilwaterprofielen bij intrede in de standleiding delen (maximaal 5 profielen, zie aansluitprofielen in figuur 4), wordt automatisch met:

- 'h5' aangegeven de som van de ingevoerde vuilwaterprofielen

- 'gL' aangegeven de waterstroom in de grondleiding
- de waterhoogte op verschillende plaatsten in de grondleiding (h in m)
- de lucht volumestromen in de diverse leidingen (flow m^3/s)
'qgl' is een extra luchtstroom om het effect van de stijgende of dalende waterhoogte en bijbehorende verandering van de luchtinhoud van de grondleiding te compenseren. Een positieve 'qgl' betreft een situatie met stijgend waterniveau in grondleiding (of beter afnemende luchtinhoud), oftewel een extra uit de grondleiding af te voeren luchtstroom.
Een negatieve 'qgl' betreft een situatie met dalend waterniveau in de grondleiding (of beter toenemende luchtinhoud), oftewel een vermindering van de af te voeren luchtstroom uit de grondleiding.
- de luchtsnelheden in de diverse leidingen (v m/s)
- de drijvende kracht door het vallende water per standleiding deel (dp Pa)
- de hoeveelheid water in de kern (waterdruppels) per standleiding deel (md kg)
- de hoeveelheid water in de waterfilm per standleiding deel (mw kg)

Door de muis over de legenda te bewegen, wordt via een tooltip uitleg gegeven welke parameter weergegeven is. Hierbij wordt de codering van leidingstukken en knooppunten gehanteerd zoals aangegeven in figuur 3 (zie §2.1). Door op een lijn in de legenda te klikken en deze aangeklikt te houden, gaat de desbetreffende lijn in de figuur ter identificatie knipperen, bijvoorbeeld als er veel lijnen in de grafiek staan.

Door op het 'kruisje' rechtsboven in het scherm te klikken, wordt de grafiekweergave gestopt en teruggegaan naar het hiervoor weergegeven scherm.



Figuur 13: Grafische weergave in de tijd.

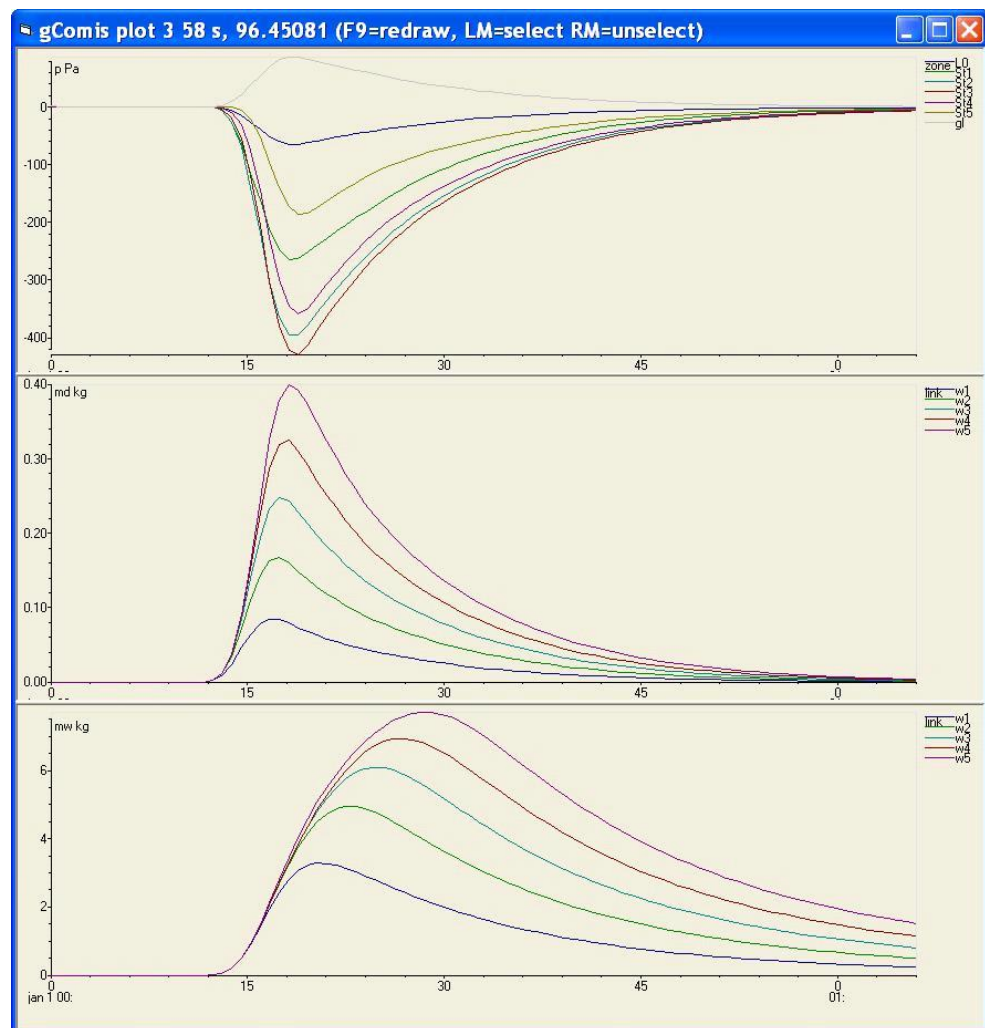
In plaats van het weergeven van alle (voorgeselecteerde) parameters, kan de gebruiker ervoor kiezen een selectie van één of enkele grafieken weer te geven.

Klik met de 1^e muisknop op een grafiek om deze te selecteren → blauw kader om de grafiek. Herhaal dit voor selectie van meer grafieken.

Klik met de 2^e muisknop op een geselecteerde grafiek om deze selectie ongedaan te maken, het blauwe kader verdwijnt.

Druk F9 (redraw) in om de geselecteerde grafieken te hertekenen. Een voorbeeld hiervan is weergegeven in figuur 14.

Ook met de selectie in beeld kunnen grafieken met de 2^e muisknop uit de selectie worden gehaald. F9 levert dan eerst de gewijzigde selectie van de overgebleven grafieken. Een volgende druk op F9 wisselt weer tussen alle grafieken en deze nieuwe selectie.



Figuur 14: Weergave van een aantal geselecteerde grafieken.

3.5 Nadere analyse van de resultaten met behulp van het spreadsheet programma Excel

Door op de knop 'open csv output' te klikken in het hoofdinvloerscherf (zie figuur 4) wordt een tekstbestand met de resultaten van de simulatie automatisch in Excel geladen. De gebruiker kan hiermee desgewenst zelf nader de resultaten analyseren.

4 Literatuur

- [1] NTR 3216
Binnenriolering – Richtlijn voor ontwerp en uitvoering
Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, 2003
- [2] Kornaat ing. W.; ing. J.C. Phaff
Riolering in torenbouw
Metingen aan proefopstelling
TNO rapport 2008-D-R0597/B, Delft, 2008
- [3] NEN/NPR-Binnenriolering
Achtergrondrapport activiteit 2.8 en 2.9 – Dimensionering van standleidingen en
ontspanningsleidingen
DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, mei 1986
- [4] Kornaat ing. W.
Onderzoek naar het functioneren van het binnenrioleringssysteem in de
Waterstadtoeren te Rotterdam
TNO rapport 2005-BBE-R106, Delft, 2005
- [5] Kornaat ing. W.
Onderzoek naar het functioneren van het Sovent binnenrioleringssysteem in het
Westpoint gebouw te Tilburg
TNO rapport 2004-GGI-R103, Delft, 2004
- [6] Wise and Swaffield, 2002
- [7] Pink; 1973
- [8] NEN 3215
Binnenriolering – Eisen en bepalingsmethoden
Nederlands Normalisatie-instituut, Delft 2002

5 Ondertekening

Delft, 26 september 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W.A. Borsboom', with a large, sweeping flourish at the end.

ir. W.A. Borsboom
Afdelingshoofd
Binnenmilieu en Gezondheid

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Kornaat', with a large, sweeping flourish at the end.

ing. W. Kornaat
Auteur

I Installatieprocedure proRiool

In het algemeen worden, bij de hierna beschreven installatieprocedure, de volgende opmerkingen gemaakt.

- 1) De weergave van Windows kan van computer tot computer verschillen en dus ook, in uw persoonlijke geval, meer of minder afwijken van de weergave zoals in de hierna volgende figuren getoond.
Windows biedt namelijk vele mogelijkheden om de weergave af te stemmen op persoonlijke voorkeur. Daarnaast kan Windows in verschillende talen geïnstalleerd worden. Meest voorkomend voor onze situatie zijn Nederlandstalig of Engelstalig. Om op het bovenstaande in te spelen, worden in de installatieprocedure, indien van toepassing, zowel de Nederlandstalige als Engelstalige namen vermeld.
- 2) De volgende terminologie wordt gehanteerd voor het gebruik van de muis bij de installatieprocedure.
 - 1^e muisknop: linker muisknop bij rechtshandige muis dan wel rechter muisknop bij linkshandige muis
 - 2^e muisknop: rechter muisknop bij rechtshandige muis dan wel linker muisknop bij linkshandige muis
 - klik: enkelvoudig klik op muisknop
 - dubbelklik: dubbele klik op muisknop
 Indien niet specifiek vermeld, geldt standaard dat klik en dubbelklik betrekking hebben op de 1^e muisknop

onderdeel Ia. Computer instellen op decimale punt en komma als veldscheidingssteken:

Helaas werkt proRiool alleen met een **Engels (VS)** ingestelde computer.

Dit zit in het gebruik van een punt als decimaal scheidingsteken, komma als veldscheidingssteken en de opmaak van de datum.

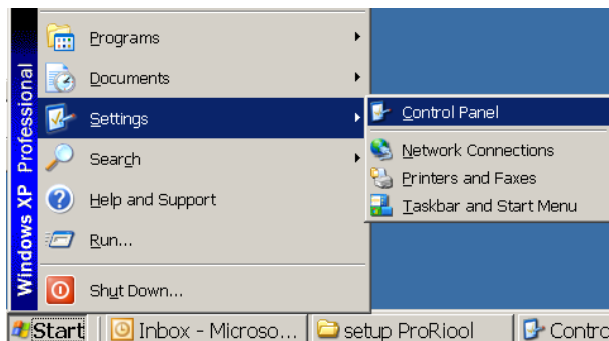
Na het werken met proRiool, kan de gebruiker de computer weer terug zetten op door hem gewenste instelling.

Het aanpassen van deze computer instelling gaat als volgt.

- 1) Open het Configuratiescherm (Control Panel).

- klik op 'Start'
- klik op 'Instellingen' ('Settings')
- klik op 'Configuratiescherm' ('Control Panel')

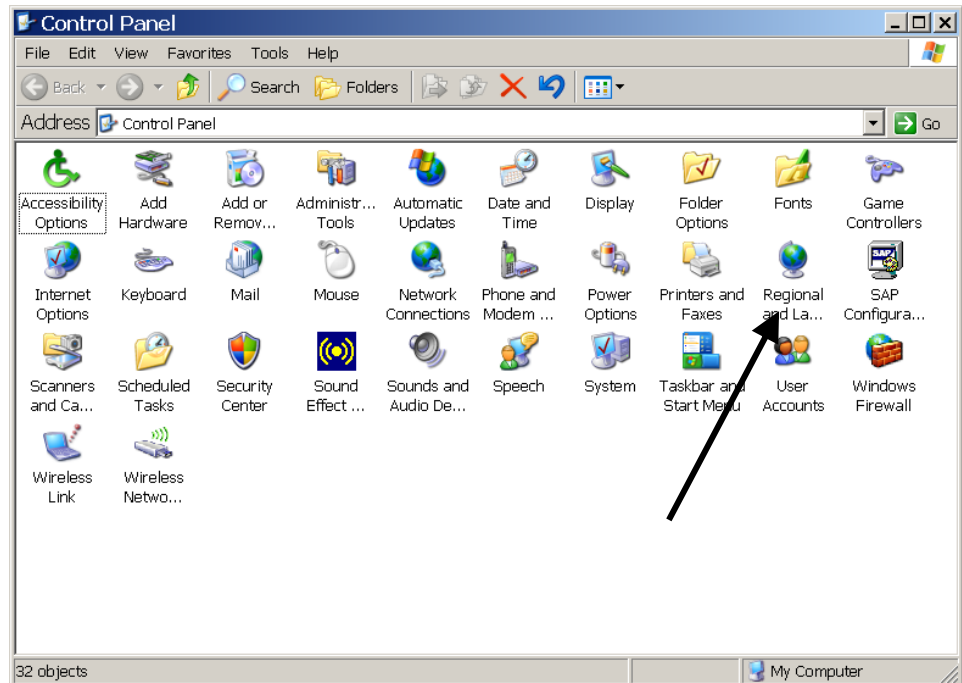
Een en ander is aangegeven in figuur I1.



Figuur I1: Openen Configuratiescherm.

- 2) Dubbelklik in het Configuratiescherm op de optie ‘Landinstellingen’ (‘Regional and Language Options’).

Een en ander is weergegeven in figuur I2.

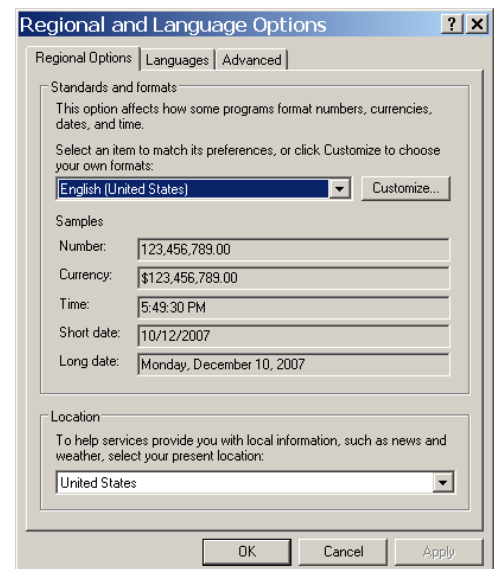


Figuur I2: Kies ‘Landinstellingen’ in Configuratiescherm.

- 3) Handel in het scherm Landinstellingen (Regional and Language Options) als volgt.

- kies in de opzoeklijst voor ‘Engels(Verenigde staten)’ (‘English (United States)’)
opm.: noteer de huidige instelling (veelal ‘Nederlands(Nederland)’), zodat u deze instelling weer terug kunt zetten.
- klik op ‘Toepassen’ (‘Apply’)
- klik op ‘OK’

Een en ander is weergegeven in figuur I3.



Figuur I3: Scherm Landinstellingen.

- 4) Sluit het Configuratiescherm door rechtsboven in het scherm op het ‘kruisje’ te klikken.

onderdeel Ib: Beeldscherminstelling

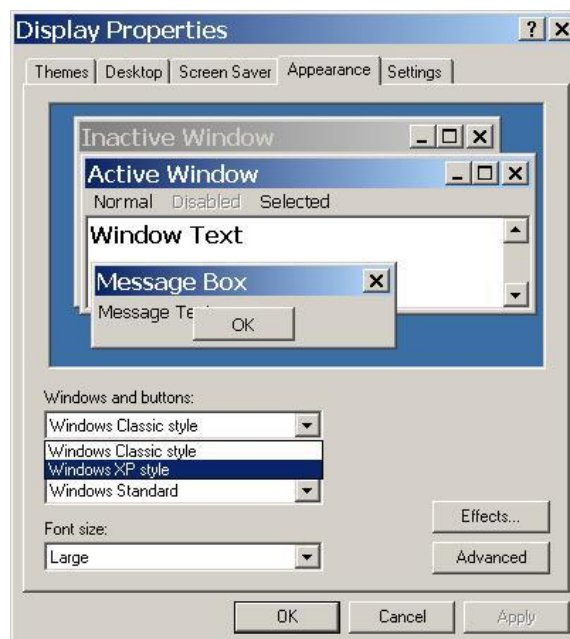
In het programma proRiool worden grafisch de resultaten weergegeven. Meerdere lijnen worden hierbij in één grafiek afgedrukt. Om te garanderen dat de diverse lijnkleuren zichtbaar zijn, heeft het voorkeur het beeldscherm in te stellen op 'windows XP'.

Doe dit als volgt:

- klik met 2^e muistoets op een vrije plaats op de desktop.
- klik op 'eigenschappen' ('properties') in het verschenen keuze scherm.
- klik in het scherm 'beeldscherm eigenschappen' ('display properties') op het tabblad 'weergave' ('appearance').
- selecteer 'Windows XP style'.

opm. Noteer de originele instelling, zodat u deze tzt kunt herstellen.

Eén en ander is weergegeven in figuur I4.



Figuur I4: Beeldscherminstelling

onderdeel Ic. Installeren van proRiool

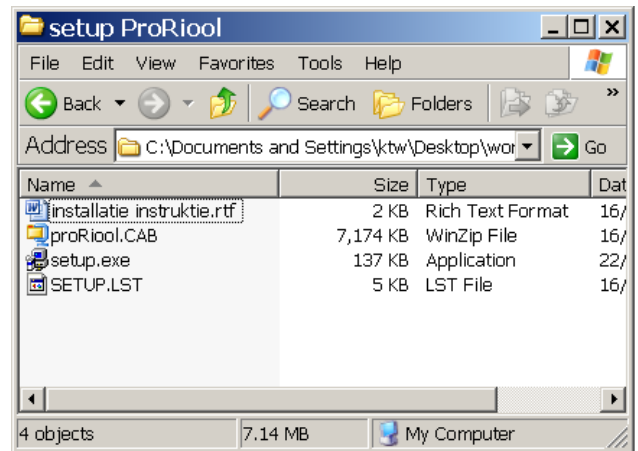
Voor het installeren van proRiool dient u als 'administrateur' ('administrator') te zijn ingelogd op de computer.

Ga als volgt te werk:

- Sluit alle lopende/werkende programma's af.
- Plaats de proRiool installatie CD in de computer.
- (dubbel)klik op het bureaublad op het icoon 'mijn computer' ('my computer').
- (dubbel)klik op het CDrom-station waar de proRiool CD in zit

Er opent nu een scherm waarop 4 files zichtbaar zijn, met daarbij setup.exe (zie figuur I5)

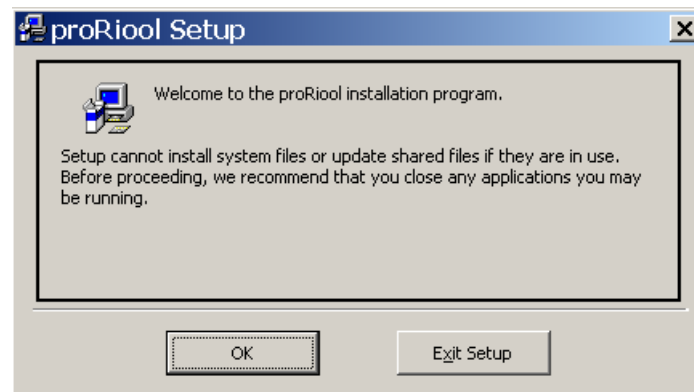
- (dubbel)klik op 'setup.exe'



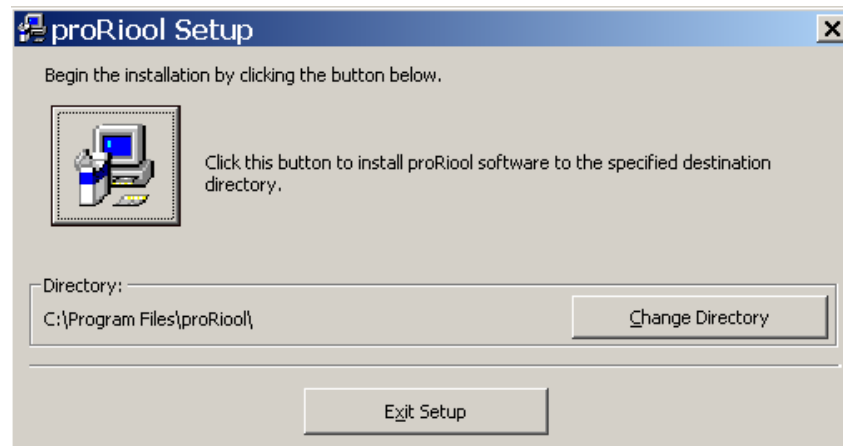
Figuur I5: Overzicht proRiool CD.

De feitelijke installatieprocedure is nu gestart.

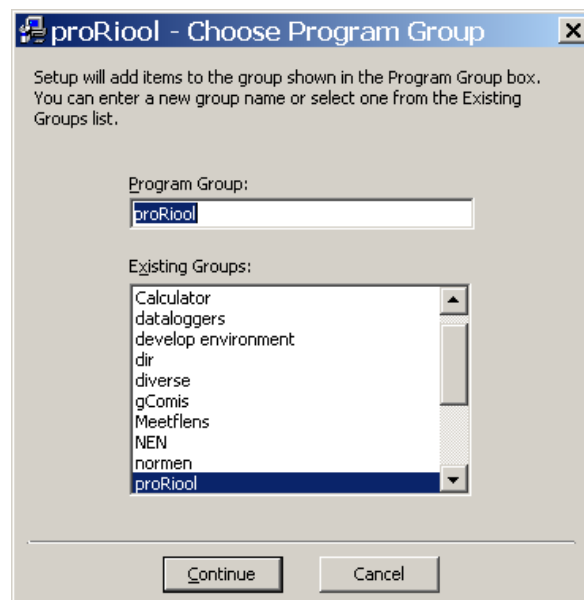
Er volgen nu achtereenvolgens de volgende schermen, waarop u op de aangegeven wijze moet reageren.



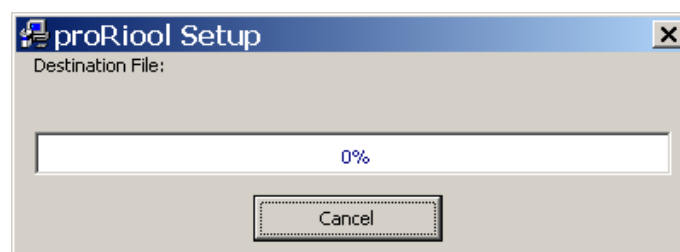
- druk op de 'enter'-toets op het toetsenbord of klik op 'OK'.



- druk op de 'enter'-toets op het toetsenbord of klik op button



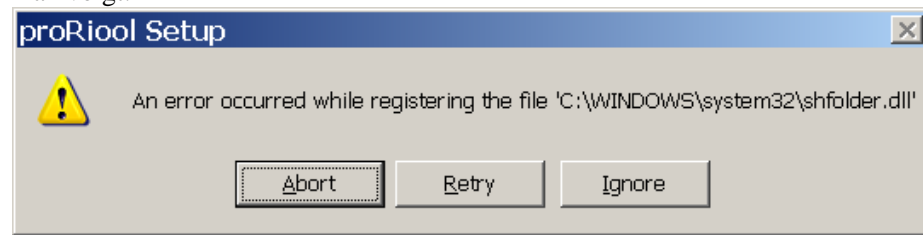
- druk op de 'enter'-toets op het toetsenbord of klik op 'Doorgaan' ('Continue').



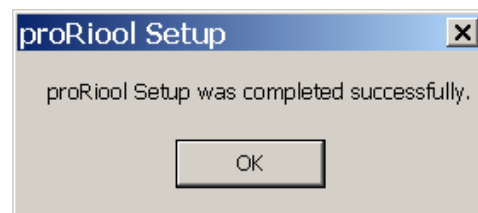
- wacht totdat alle bestanden gekopieerd zijn (witte balk volledig blauw is geworden).

Er kunnen nu eventueel een paar meldingen optreden. Reageer daarop altijd met 'Enter', bv als files op de PC nieuwer zijn dan van deze proRiool Setup (behoud/keep de huidige file).

Dan volgt:



- klik bij deze foutmelding op 'Negeren' ('Ignore').



- druk op de 'enter'-toets op het toetsenbord of klik op 'OK'.

Het programma proRiool kan nu, als aangegeven in figuur I6, gestart worden:

- klik op 'Start'
- klik op 'Programmas' ('Programs')
- klik op 
- klik op 

Doe dit als 'administrateur' tenminste eenmaal, zodat automatisch 2 gecomprimeerde bestanden uitgepakt en geïnstalleerd worden. Na het opstarten verschijnt het proRiool invoerscherm zoals aangegeven in figuur I7.

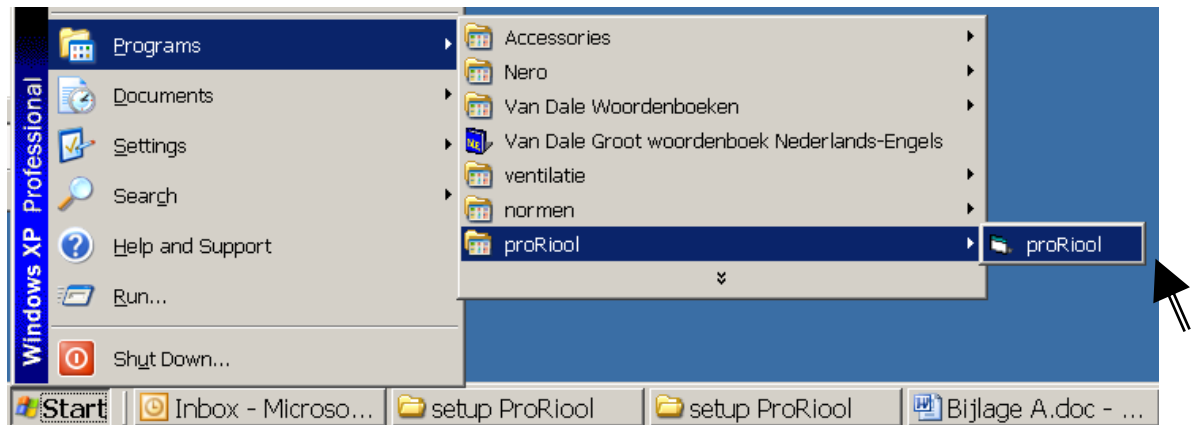
De installatie is nu gereed en proRiool klaar voor gebruik.

Desgewenst kan nog een snelkoppeling (shortcut) naar het programma proRiool gemaakt worden op het bureaublad.

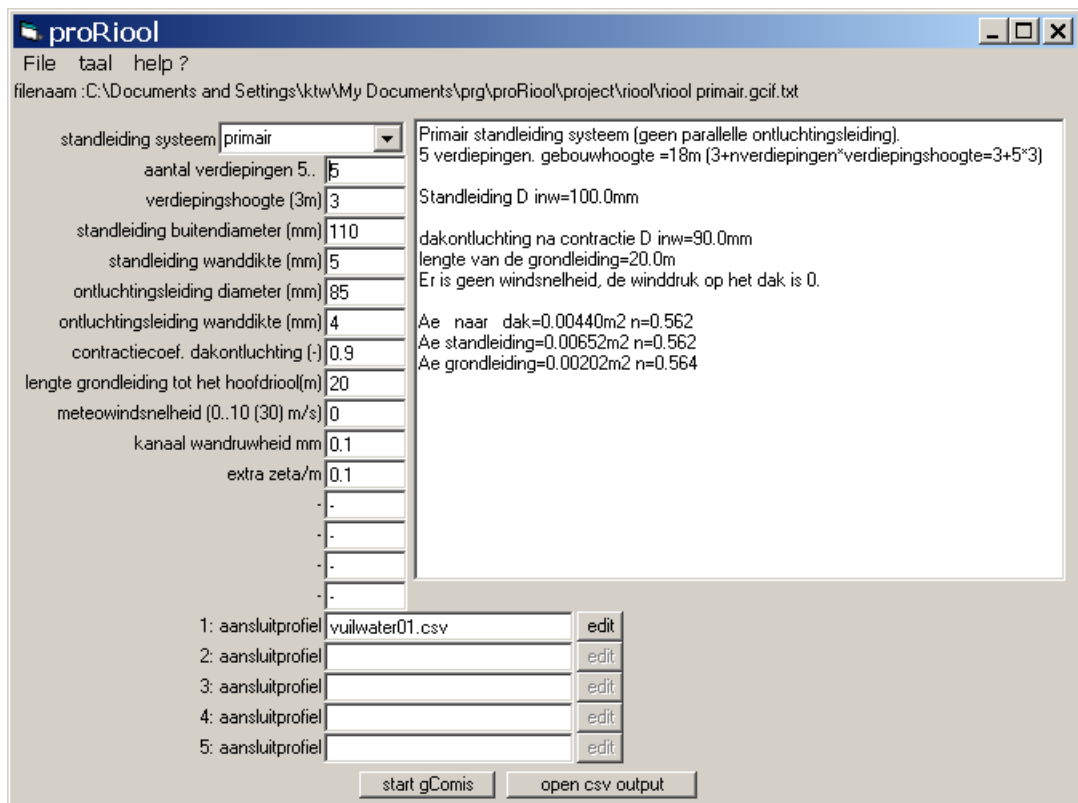
Dit gaat als volgt:

- houd de muis boven proRiool zoals aangegeven in figuur I6.
- houd de Ctrl-toets ingedrukt en sleep met 1^e muisknop ingedrukt proRiool naar het bureaublad.
- laat hier Ctrl-toets en 1^e muisknop los.

Door dubbelklik op snelkoppeling kan proRiool gestart worden.



Figuur 16: Opstarten van proRiool vanuit het startmenu.



Figuur 17: Invoerscherm van proRiool.

II Voorbeeldsimulaties met proRiool

Opgemerkt wordt dat de hier vermelde voorbeeldsimulaties uitgevoerd zijn met proRiool versie 2.0. De huidige versie 3.0 levert door verbeteringen en toevoeging van het grondleidingmodel, van geval tot geval meer of minder afwijkende drukniveaus.

Voorbeeld A) Primair systeem 18 m hoogte (primair h18)

A1) Start proRiool (zie figuur I6 in bijlage I)

Het programma start met het hoofdinvoerscherm (zie onderstaande figuur A1) met het laatst gebruikte bestand van een standleidingssysteem.

In dit geval: "...\My Documents\prg\proRiool\project\riool\riool primair.gcif.txt"

Indien dit niet het geval is, laad dit bestand dan alsnog:

- klik op menu-optie 'file' en 'open'
- ga via open-scherm naar boven vermelde folder (map) en selecteer het bestand "riool primair.gcif.txt"
- klik op 'open'

The screenshot shows the 'proRiool' application window. The title bar reads 'proRiool'. The menu bar contains 'File' and 'Help'. The file name is 'C:\Documents and Settings\ktw\My Documents\prg\proRiool\project\riool\riool primair.gcif.txt'. The main window is divided into several sections for input parameters:

Parameter Group	Parameter	Value
standleiding systeem	standleiding systeem	primair
	verdiepingen:	
	aantal	5
	hoogte per verdieping (2.4..m)	3
standleiding	buitendiameter (50..500mm)	107
	wanddikte (1..20mm)	3.5
parallele-ontspanningsleiding	diameter (50..500mm)	90
	wanddikte (1..20mm)	3
dak-ontspanning	buitendiameter (50..500mm)	107
	wanddikte (1..20mm)	3.5
	dak-kap contractiecoef. (0.01..3)	0.9
grondleiding	buitendiameter (50..500mm)	124
	wanddikte (1..20mm)	3.5
	lengte tot het hoofdriool* (0..100m)	20
	helling (0..0.25)m/m	0.005
	som richtingsveranderingen(0..360°)	30
meteo	windsnelheid (0..10 (30) m/s)	0
	wandruwheid (0.001..3mm)	0.1
leidingen	extra zeta/m (0..2-/m)	0
	aansluitprofielen	
	1: vuilwater01.csv	edit
	2:	edit
	3:	edit
	4:	edit
	5:	edit

Additional information on the right side of the window:

- Primair standleiding systeem (geen parallele ontspanningsleiding).
- 5 verdiepingen, gebouwhoogte =18m
- (3+nv verdiepingen*verdiepingshoogte=3+5*3)
- Standleiding D inw=100.0mm
- dak-ontspanningsleiding(kap) na contractie D inw=90.0mm
- lengte van de grondleiding=20.0m
- Er is geen windsnelheid, de winddruk op het dak is 0.
- Ae naar dak=0.00471m2 n=0.535
- Ae standleiding=0.00746m2 n=0.580
- Ae grondleiding=0.00353m2 n=0.560

At the bottom of the window, there are buttons for 'start gComis' and 'open csv output', and a link for 'zie help/handleiding'.

Figuur A1: Hoofdinvoerscherm proRiool.

A2) Verander in dit bestand van het rioleringsysteem:

- vulhoogte 0% naar 1%
- beginvulhoogte 15% naar 0%

In proRiool versie 3.0 zijn de items 'vulhoogte' en 'beginvulhoogte' vervallen. Het item 'vulhoogte' is vervangen door het item 'waterhoogte bij het hoofdriool'. Naast bovenstaande simulatie (met in dit geval 'waterhoogte bij het hoofdriool' = 0%), wordt geadviseerd een simulatie uit te voeren met 'waterhoogte bij het hoofdriool' is 50%. Bij deze laatste simulatie geven de waterhoogten in het grondmodel het beeld zoals aangegeven in deze handleiding, hetgeen meer illustratief is.

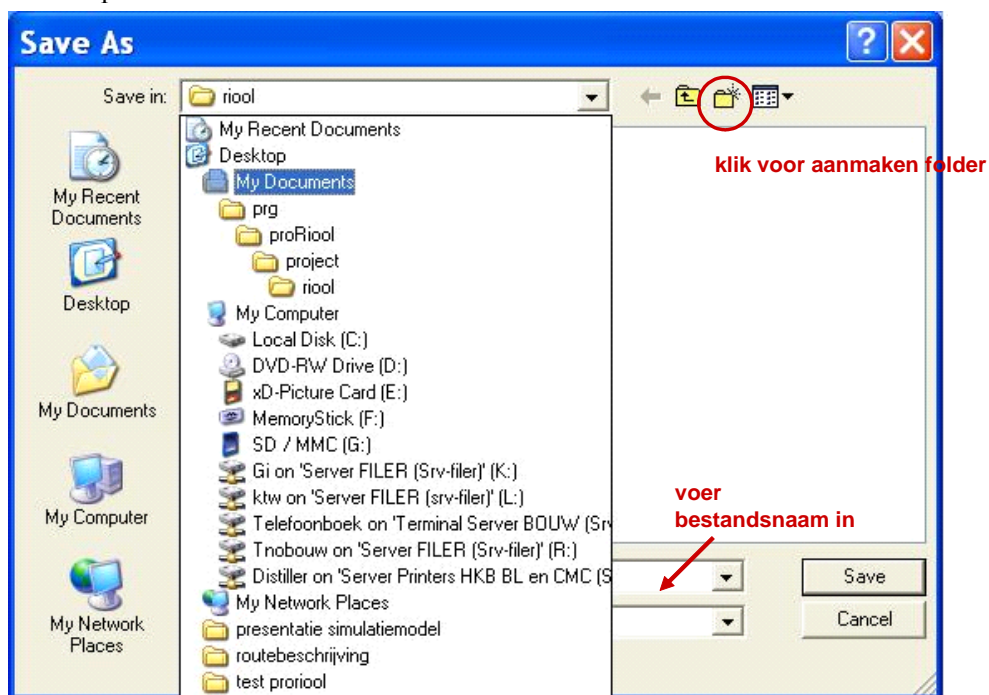
Bewaar echter de versie met 'waterhoogte bij het hoofdriool' is 0%. Anders wordt afgeweken van de opbouw van de voorbeelden reeks zoals beschreven in deze bijlage.

A3) Bewaar dit bestand in:

- de folder/map : "...\My Documents\workshop"
- met naam: "primair h18.gcif.txt"

Doe dit als volgt:

- klik op menu optie 'file' en 'save as'
- ga naar folder/map "...\My Documents" mbv selectiebox (zie figuur A2)
- maak nieuwe folder/map "workshop" aan (zie figuur A2)
- open deze folder/map "workshop" door erop te klikken
- voer bestandsnaam in
- klik op 'save'



Figuur A2: Bewaren bestand van rioleringsysteem (.gcif.txt).

A4) Klik op 'start gComis' in het hoofdinvorscherm voor het starten van de simulatie (zie figuur A1).

Let op dat deze betreffende simulatie circa 1 á 2 minuten kan duren.

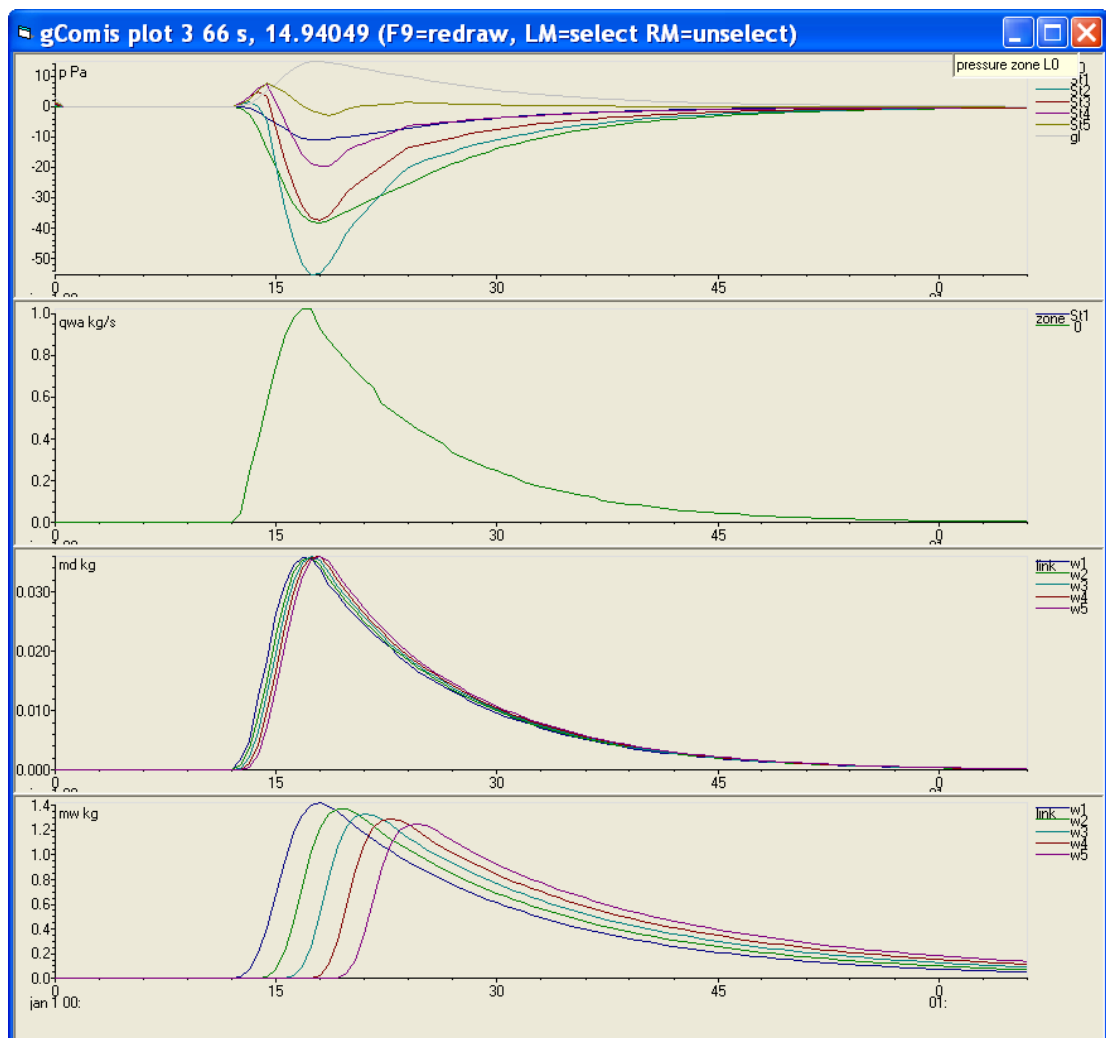
A5) Klik op button 'plot' (verschijnt na beëindigen simulatie) voor het grafische weergeven van de resultaten.

Voor de analyse kan wellicht het best gekozen worden voor weergave van de grafieken met:

- de onder/overdrukken ter hoogte van de aansluitingen (p Pa)
- de gesimuleerde vuilwaterprofielen (qwa kg/s)
- de waterhoeveelheid in de kern (waterdruppels) per standleiding deel (md kg)
- de waterhoeveelheid in de waterfilm per standleiding deel (mw kg)

Klik hiervoor de genoemde grafieken aan (er verschijnt nu een dikke lijn omheen om aan te geven dat betreffende grafiek geselecteerd is) en druk op F9 voor het weergegeven van alleen de geselecteerde grafieken.

De resultaten zijn in de navolgende figuur A3 weergegeven.

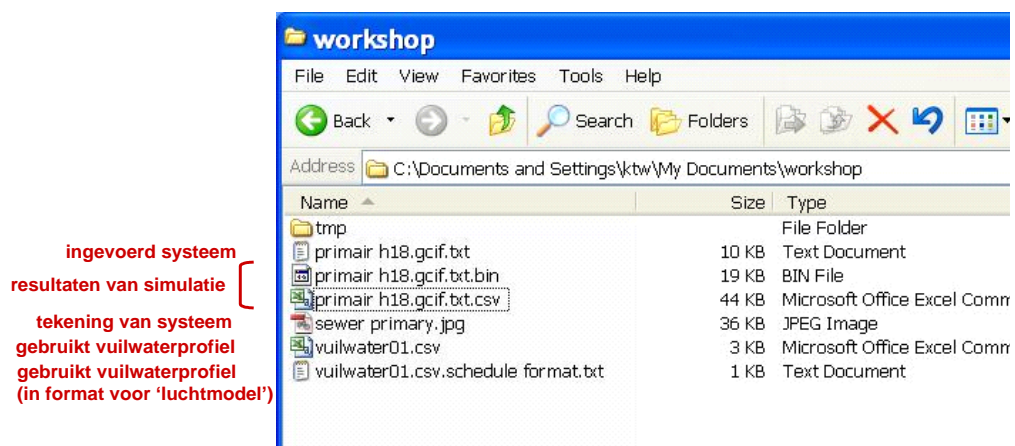


Figuur A3: Resultaten primair_h18.

Het gesimuleerde vuilwaterprofiel (vuilwater01.csv) betreft een lozing van 2 toiletten via een aansluitleiding van 12 m lengte bovenin de standleiding. Zoals blijkt uit figuur A3 resulteert dit in een gebouw van 18 m hoogte in lage

drukniveaus, welke geen aanleiding zullen geven tot problemen. Dit is ook wat verwacht mag worden.

- A6) Klik op ‘kruisje’ om grafisch scherm te sluiten,
 Klik op ‘kruisje’ om simulatie scherm te sluiten.
 U bent nu weer terug in het ‘hoofdinvuurscherm’ van proRiool
- A7) Open (ter illustratie) vanuit windows de folder/map : “...\My Documents\workshop”
 U ziet nu een overzicht van de verschillende files met betrekking tot het bestand “primair h18” (zie figuur A4).



Figuur A4: Overzicht van de diverse files bij 1 complete simulatie.

Voorbeeld B) Primair systeem 100 m hoogte (primair h100)

B1) Wijzig in het hoofdinvuorscherm (zie figuur A1 bij voorbeeld A) het aantal verdiepingen van 5 naar 32.

De totale gebouwhoogte wordt nu 99m

B2) Bewaar het bestand in

- folder/map "...\My Documents\workshop" met de naam
- naam: "primair h100.gcif.txt"

B3) Klik op 'start gComis' voor starten simulatie.

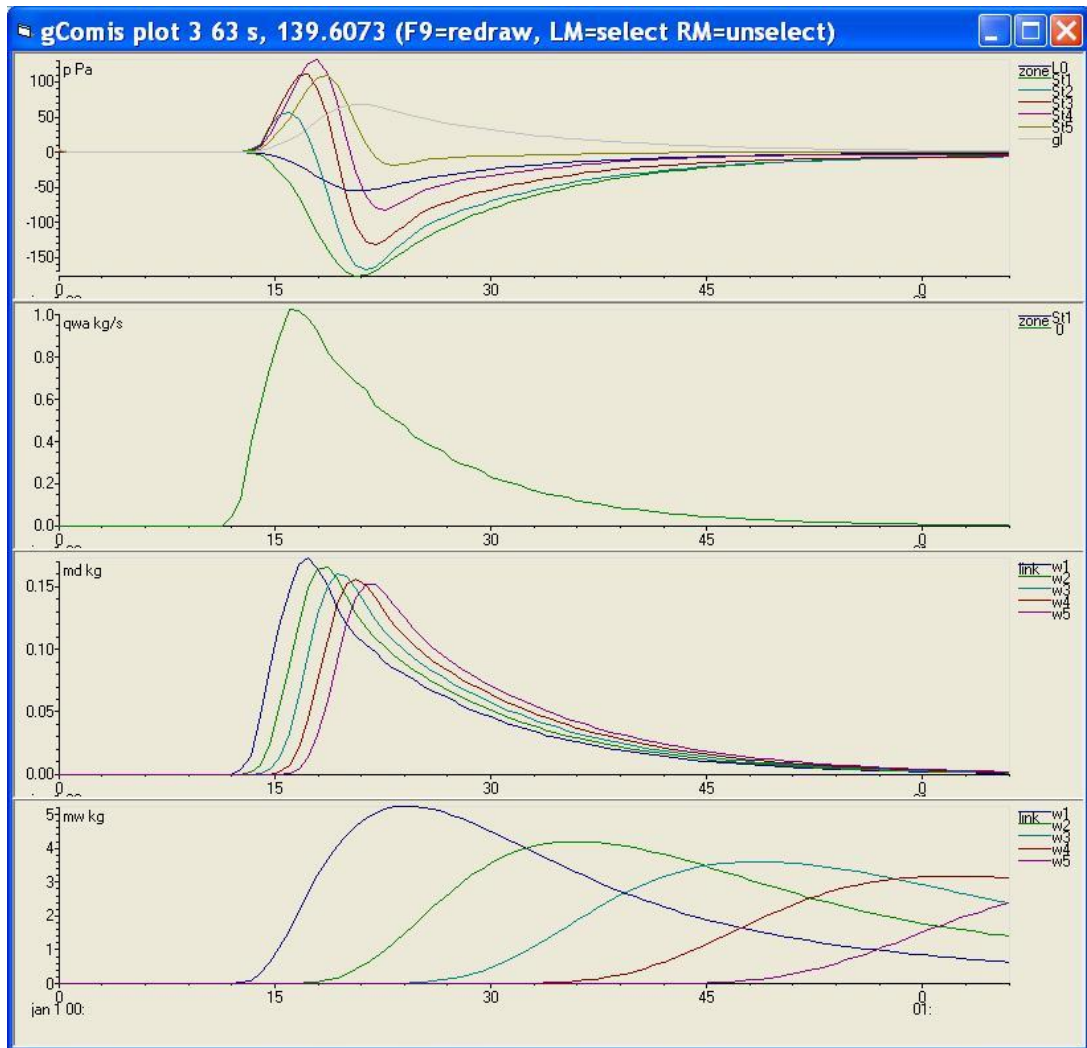
Klik op button 'plot' (verschijnt na beëindigen simulatie) voor het grafische weergeven van de resultaten.

Een selectie van de grafieken uit deze grafische weergave, wordt in onderstaande figuur B1 getoond.

Sluit na interpretatie van de resultaten het grafische scherm en simulatie scherm.

Zoals blijkt uit figuur B1 in vergelijking met figuur A3 (zie voorbeeld A), nemen de drukniveaus toe als gevolg van de grotere gebouwhoogte. De drukniveaus blijven in dit voorbeeld echter acceptabel.

De grotere gebouwhoogte komt ook tot uitdrukking in de massa aan waterdruppels (md kg) en massa aan waterfilm (mw kg) in de tijd in de verschillende standleidingdelen. Door de grotere hoogte schuiven de grafieken voor lager gelegen standleidingdelen naar rechts (schuiven op in de tijd). Het water bereikt door de grotere gebouwhoogte later de onderliggende standleidingdelen.



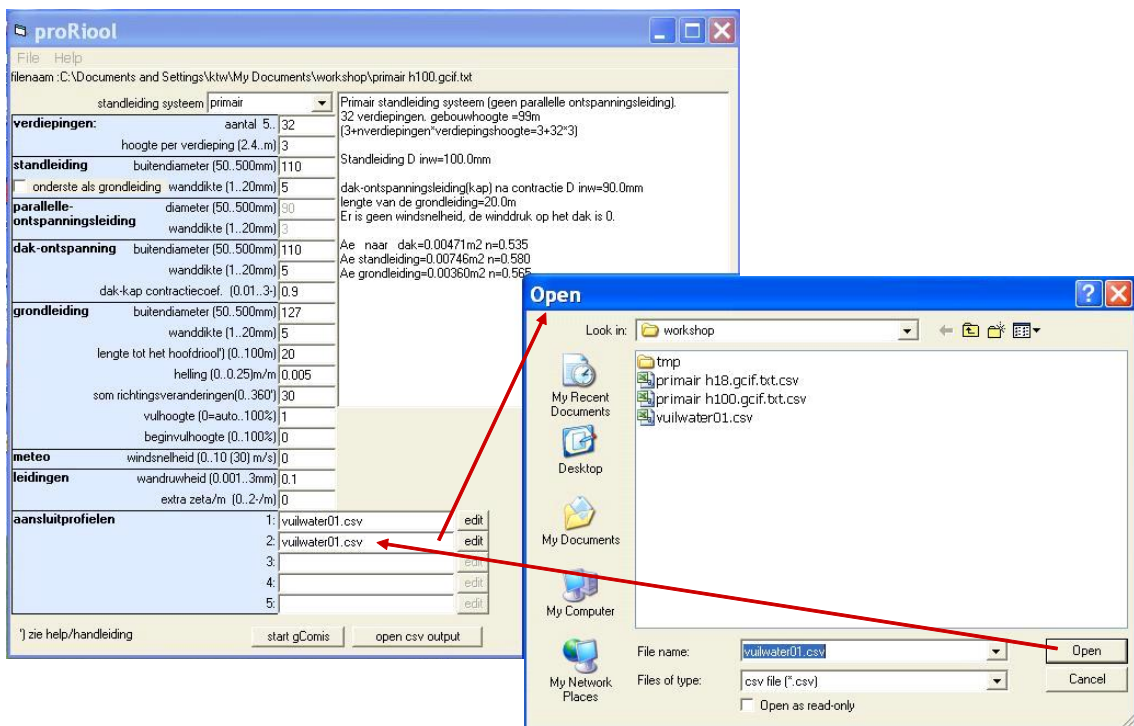
Figuur B1: Resultaten primair_h100.

Voorbeeld C) Primair systeem 100 m hoogte met vuilwaterprofiel op alle aansluitleidingen (primair h100b)

C1) Ga voor het simuleren van het “vuilwaterprofiel01.csv” op alle andere aansluitpunten als volgt te werk.

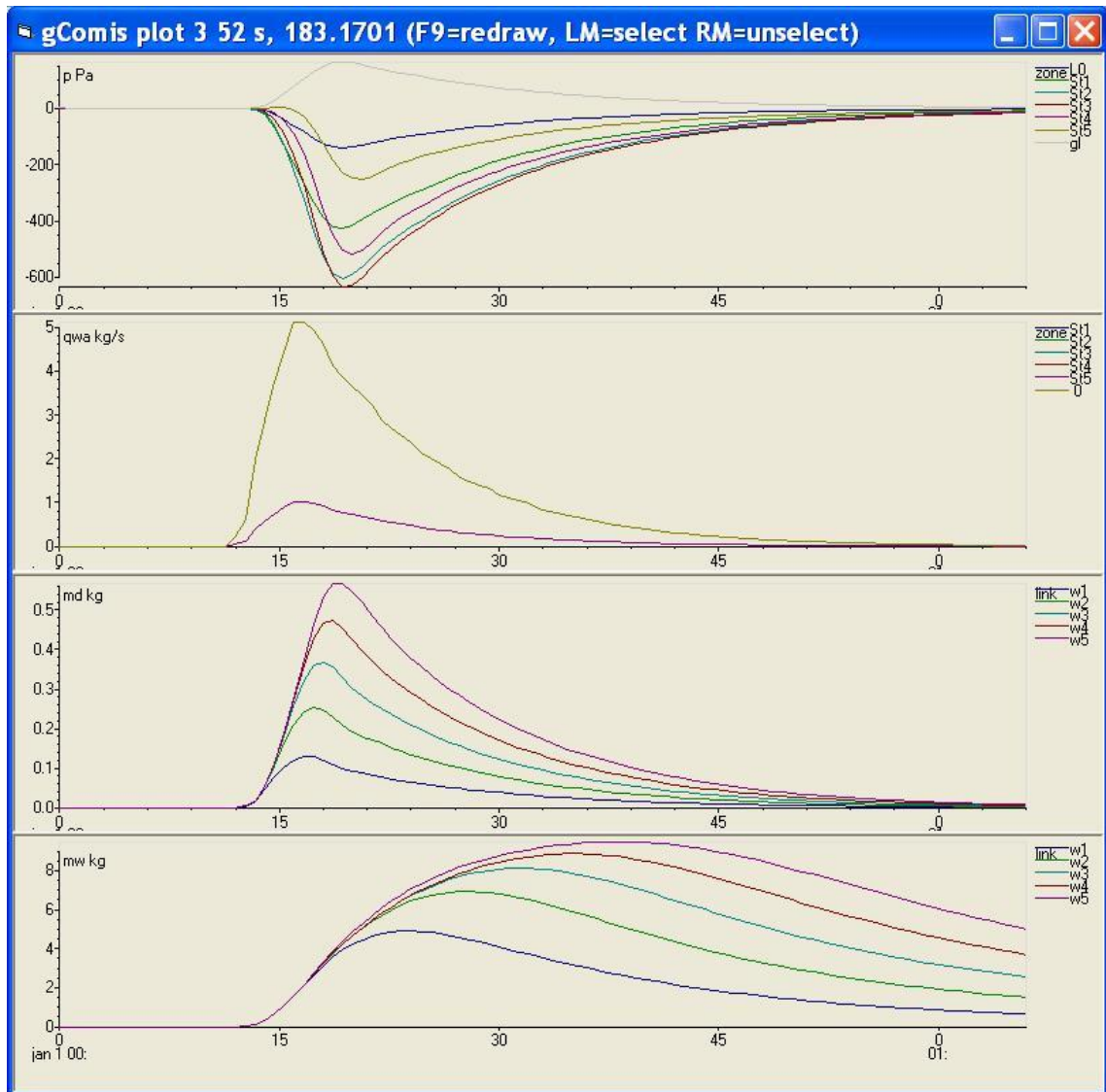
- Klik in het hoofdinvuurscherm bij aansluitprofiel 2 in het veld voor de naam van het vuilwaterbestand.
- Selecteer in het geopende scherm “vuilwater01.csv” en klik op ‘open’ (zie figuur C1).
- In het hoofdinvuurscherm wordt nu bij het betreffende aansluitprofiel de naam van het geselecteerd vuilwaterbestand weergegeven (zie figuur C1).
- Herhaal deze stappen voor de overige aansluitpunten.

Opm.: “in de folder/map “...\My Documents\workshop” staat op dit moment nog maar één vuilwaterbestand. Namelijk het tot nu toe gebruikte bestand “vuilwater01.csv”



Figuur C1: Toevoegen van vuilwaterprofiel (vuilwaterprofiel01.csv) op andere aansluitpunten.

C2) Bewaar het bestand, met vuilwaterprofielen op alle aansluitingen, vanuit het hoofdinvuurscherm van proRiool onder de naam “primair h100b”. De extensie wordt automatisch toegevoegd, maar mag ook toegevoerd worden. Voer vervolgens, zoals hiervoor al aangegeven, een simulatie uit en bekijk de resultaten (zie navolgende figuur C2).



Figuur C2: Resultaten primair_h100b.

In dit voorbeeld C wordt een vuilwaterbelasting gelijk aan het gebruik van 10 toiletten (via een 12 m lange aansluitleiding verbonden met de standleiding) verspreid over de standleidinghoogte gesimuleerd. In dit geval leidt dit tot te grote onderdrukken (groter dan -300 Pa).

De piekbelasting (zie q_{wa} kg/s) bedraagt in totaal circa 5 kg/s (zone 0) en 1 kg/s per aansluitpunt (St1 t/m St5, zie voor positie aansluitpunten figuur 3 in paragraaf 2.1).

Bij praktijkmetingen uitgevoerd in een 100 m hoog gebouw met een primair ontspanningssysteem (zie [4]) bedroeg de ontwerpbelasting volgens NEN 3215 circa 4 kg/s. Bij deze metingen zijn onderdrukkniveaus tot -550 Pa geconstateerd. Dit geeft aan dat simulaties met proRiool deze praktijkresultaten redelijk tot goed benaderen.

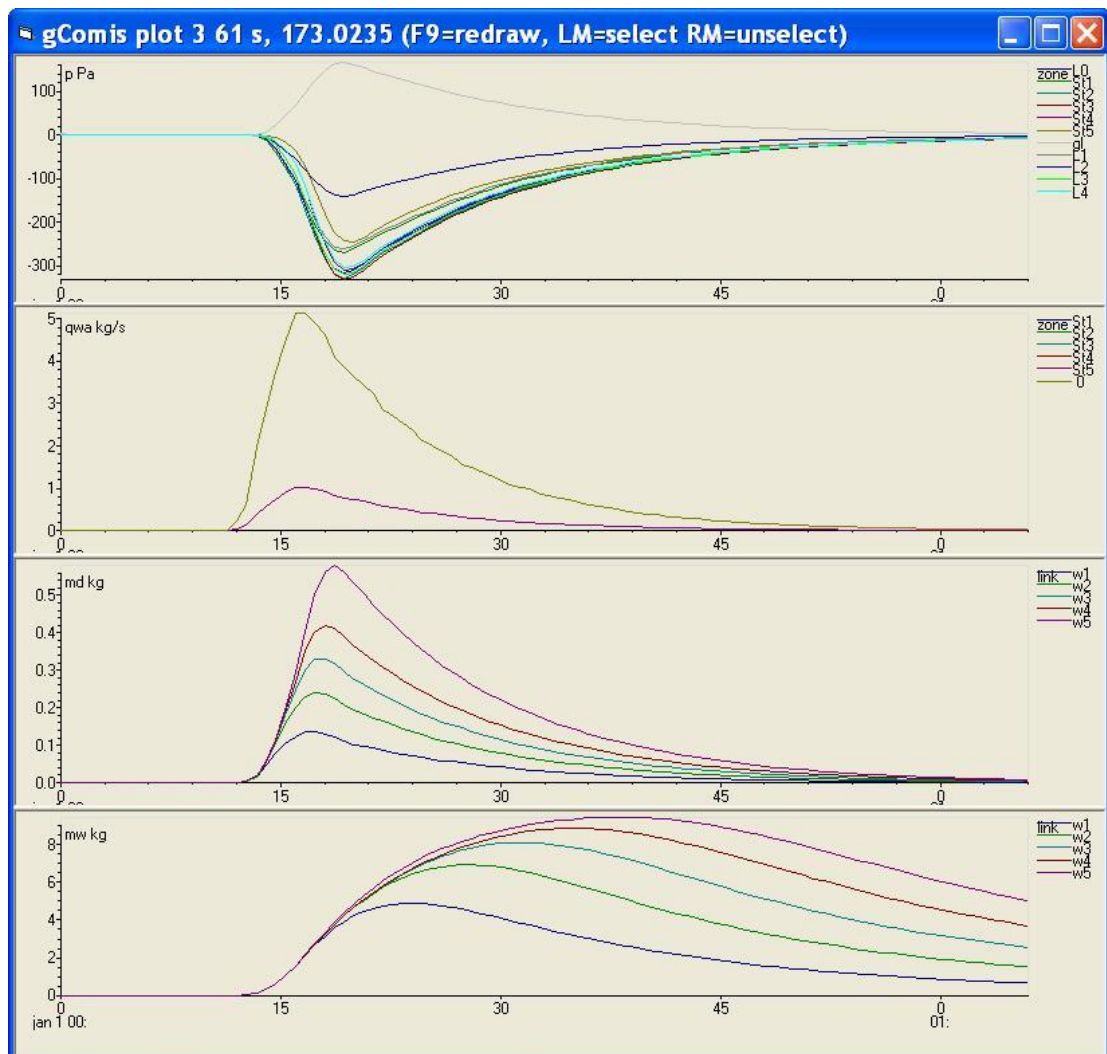
Voorbeeld D) Direct parallel systeem 100 m hoogte met vuilwaterprofiel op alle aansluitleidingen (parallel h100b)

D1) Wijziging in het hoofdinverscherm het rioleringsysteem naar direct parallel.

D2) Bewaar dit bestand onder de naam “parallel h100b”.

D3) Voer simulatie uit en bekijk de resultaten (zie onderstaande figuur)..
Vergelijk de resultaten met primair h100b (zie figuur C2 voorbeeld C)

Het blijkt dat door het parallelle ontspanningssysteem de maximale onderdrukkniveaus aanzienlijk afnemen bij een gelijke belasting van het systeem. De onderdrukkniveaus nemen af van circa -650 Pa (zie figuur C2 voorbeeld C) naar circa -315 Pa (zie figuur D1).



Figuur D1: Resultaten parallel_h100b

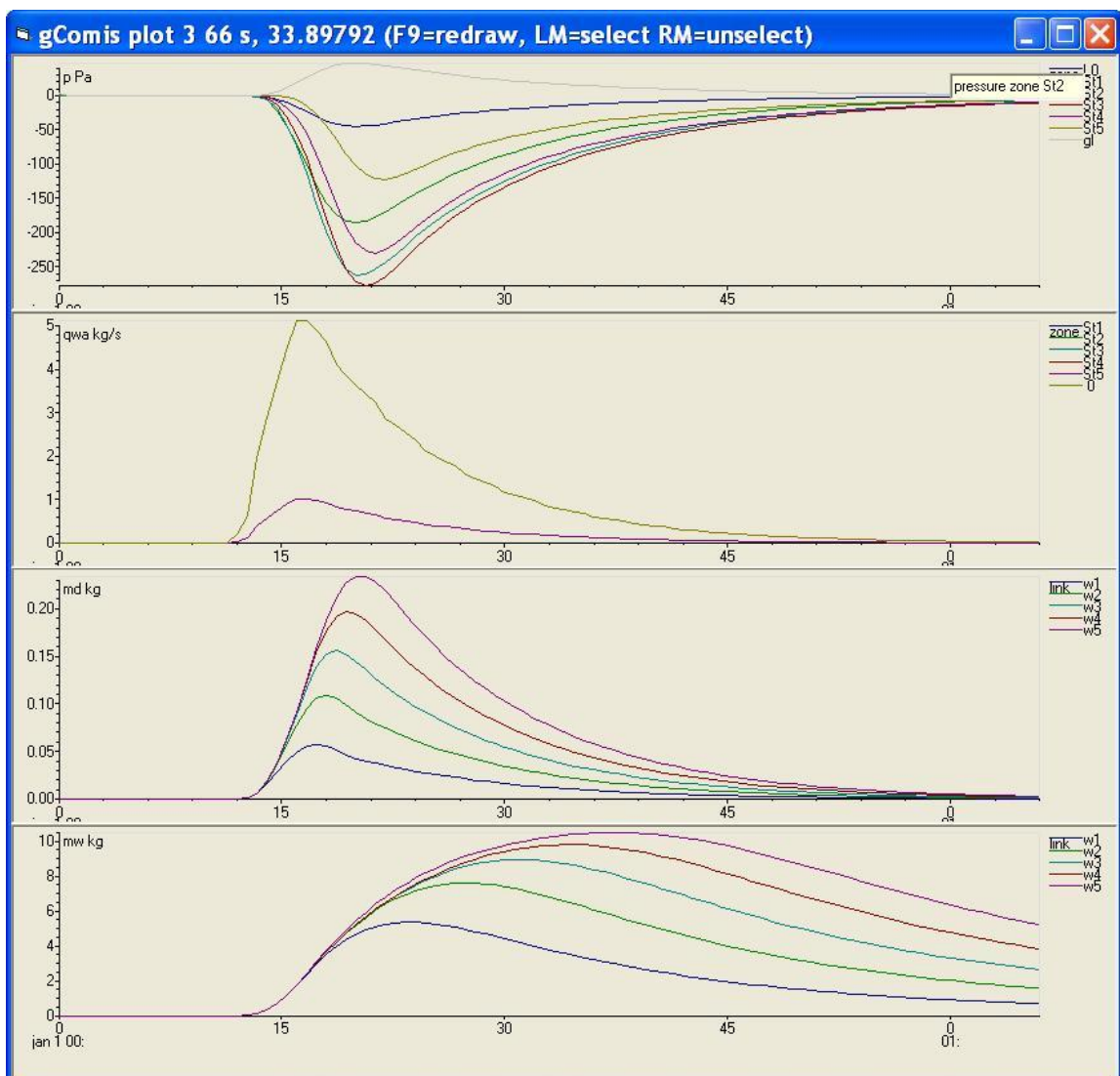
Voorbeeld E) Sovent systeem 100 m hoogte met vuilwaterprofiel op alle aansluitleidingen (sovent h100b)

E1) Wijziging in het hoofdinvloerscherf het rioleringsysteem naar Sovent systeem.

E2) Bewaar dit bestand onder de naam “sovent h100b”.

E3) Voer simulatie uit en bekijk de resultaten (zie onderstaande figuur).
Vergelijk de resultaten met primair h100b (zie voorbeeld C).

Evenals bij het parallelle ontspanningssysteem, nemen bij gebruik van Sovent aansluitstukken de maximale onderdruk niveaus aanzienlijk af bij een gelijke belasting van het systeem. De onderdruk niveaus nemen af van circa -650 Pa (zie figuur C2 voorbeeld C) naar circa -280 Pa (zie figuur E1).



Figuur E1: Resultaten sovent_h100b

Voorbeeld F) Primair systeem 100 m hoogte met vuilwaterprofiel op alle aansluitleidingen en (deels) afgesloten grondleiding (primair h100c)

F1) Laad vanuit het hoofdinvuurscherm het bestand “..\workshop\primair h100b.

F2) Voer voor vulhoogte grondleiding in 50%.

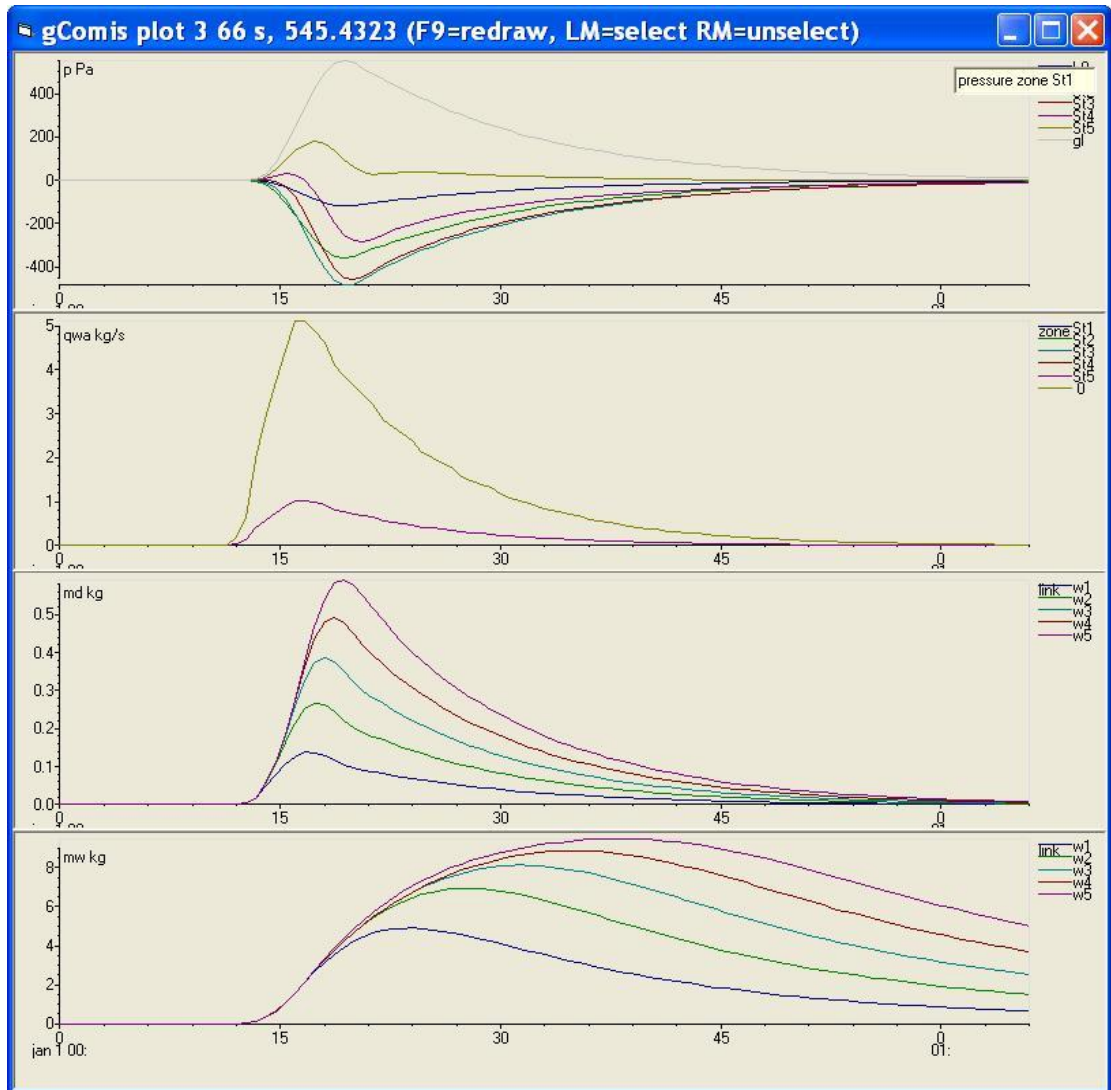
In proRiool versie 3.0 wordt de vulhoogte van de grondleiding ter plaatse van het hoofdriool ingevoerd. Verder varieert in versie 3.0 de ‘vulling’ afhankelijk van het afschot van de grondleiding. Om met proRiool versie 3.0 vergelijkbare resultaten, in dit voorbeeld, te krijgen als met proRiool versie 2.0, dient het afschot van de grondleiding klein gekozen te worden. Bijv. 0,5 mm/m.

F3) Bewaar dit bestand onder de naam “primair h100c”.

F4) Voer simulatie uit en bekijk de resultaten (zie onderstaande figuur).
Vergelijk de resultaten met primair h100b (zie voorbeeld C)

Doordat de grondleiding deels gevuld is met water neemt de luchtweerstand toe en kan minder gemakkelijk ontluchting via het hoofdriool plaatsvinden. Het gevolg is dat de overdrukken onderin de standleiding toenemen tot in dit geval zelfs circa +550 Pa. (vergelijk figuur C2 voorbeeld C met maximaal +150 Pa). Dergelijke drukniveaus kunnen aanleiding zijn voor het doorslaan en mogelijk zelfs leegblazen van watersloten. Het is dus zaak te voorkomen dat de grondleiding deels of volledig vol komt te staan met vuilwater.

F5) Herhaal het voorgaande desgewenst bij andere vulhoogten.



Figuur F1: Resultaten primair_h100c

Voorbeeld G) Primair systeem 100 m hoogte met vuilwaterprofiel op alle aansluitleidingen en (deels) afgesloten dakuitmonding (primair h100d)

G1) Laad vanuit het hoofdinvuurscherm het bestand “..\workshop\primair h100b.

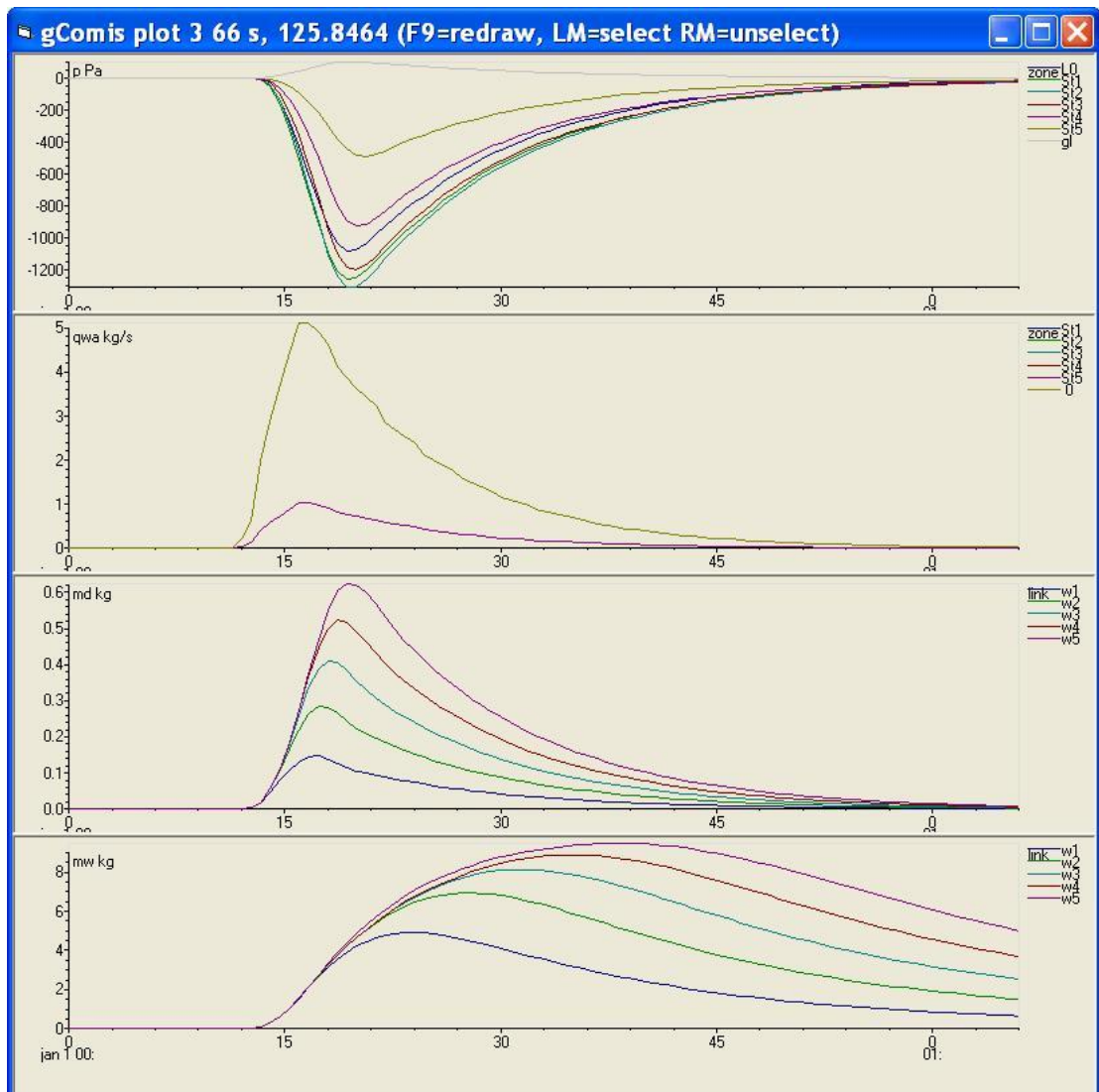
G2) Voer voor contractiecoëfficiënt dak ontluchting in 0,45

G3) Bewaar dit bestand onder de naam “primair h100d”.

G4) Voer simulatie uit en bekijk de resultaten (zie onderstaande figuur).
Vergelijk de resultaten met primair h100b (zie voorbeeld C)

Door de extra weerstand bij de dakontspanning, nemen de onderdruk niveaus sterk toe. Tot circa -1300 Pa (zie figuur G1). Deze onderdruk niveaus bedroegen (zie figuur C2 voorbeeld C) circa -650 Pa. Het is dus zaak te zorgen voor een onbelemmerde ontspanning naar het dak.

G5) Herhaal het voorgaande desgewenst bij andere contractiecoëfficiënten



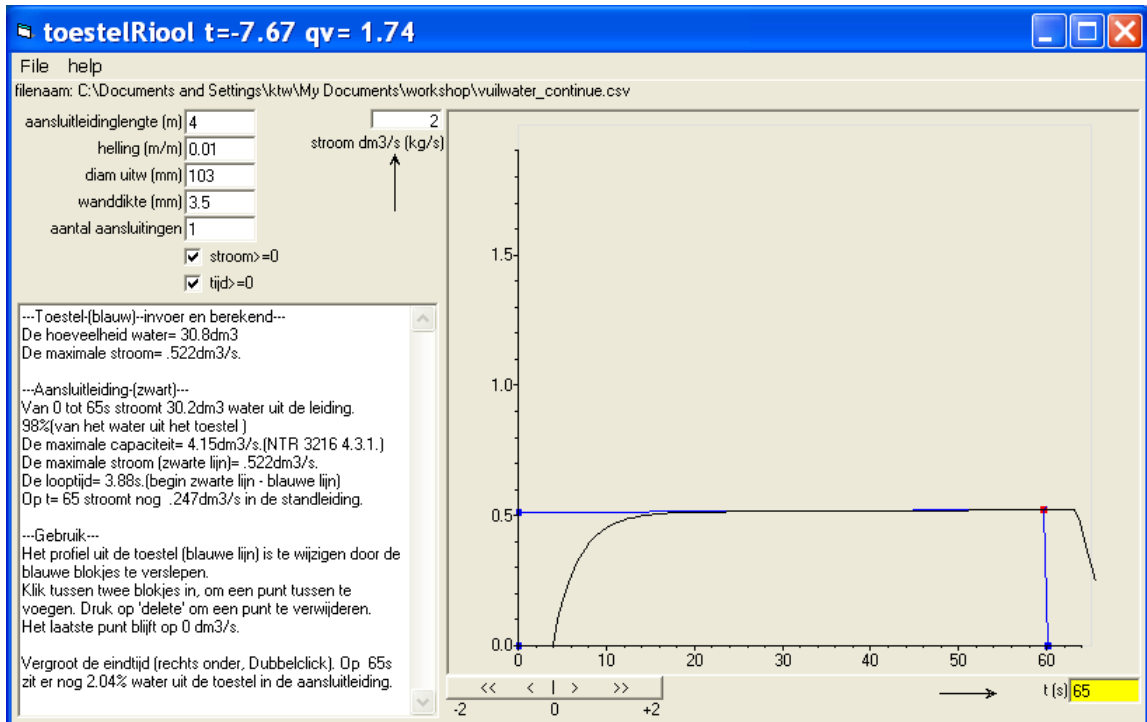
Figuur G1: Resultaten primair_h100d.

Voorbeeld H) Primair systeem 40 m hoogte met vuilwaterprofiel op bovenste aansluitleiding van continue 0,5 dm³/s (primair h40 continue)

H1) Laad vanuit het hoofdinvvoerscherf het bestand “..\workshop\primair h100”

H2) Verander aantal verdiepingen van 32 naar 12

H3) Wijzig het vuilwaterprofiel naar een continue profiel van 0,5 dm³/s (zie figuur H1)



Figuur H1: Vuilwaterprofiel van continue 0,5 dm³/s..

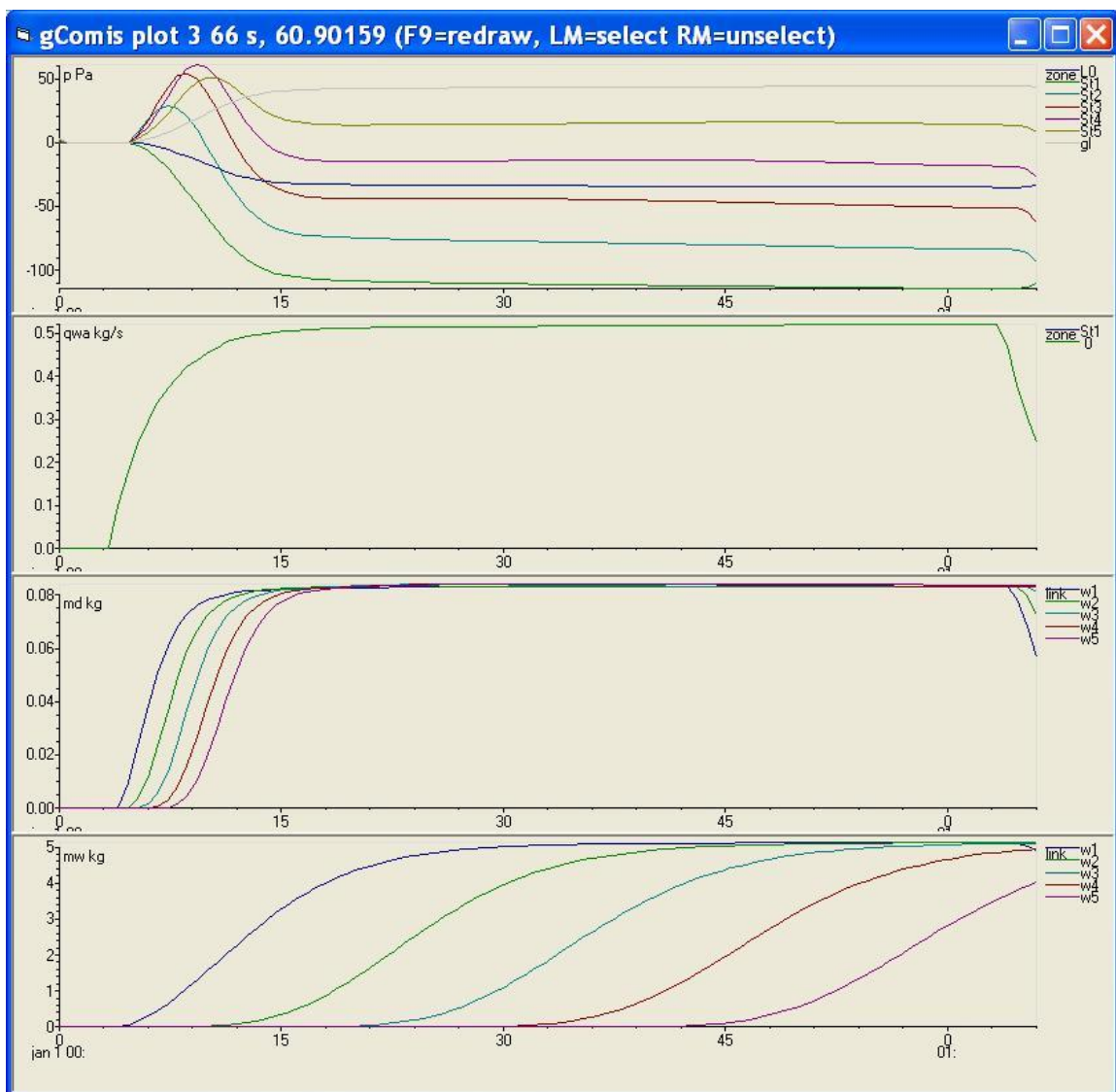
Doe dit als volgt:

- Klik op “edit” knop achter aansluitpunt 1 (achter vuilwaterprofiel01.csv) in het hoofdinvvoerscherf.
- Het programma toestelRiool wordt nu geopend
- Bewaar het huidige bestand “vuilwaterprofiel01.csv” als “vuilwaterprofiel continu” in de folder/map “..\My Documents\workshop”.
- Klik hiervoor op ‘file’ en ‘save as’, selecteer juiste folder/map, voer de gewenste bestandsnaam in en klik op ‘save’.
- Sluit toestelRiool door rechts boven in op het kruisje te klikken.
- Klik nu in veld met naam “vuilwaterprofiel01.csv” in het hoofdinvvoerscherf.
- Selecteer in het (nu verschenen) ‘open’ scherm, het “vuilwaterprofiel continu” en klik op ‘open’.
- De naam “vuilwaterprofiel continu” staat nu in het hoofdinvvoerscherf vermeld!

- Klik op “edit” knop achter aansluitpunt 1 (achter vuilwaterprofiel continue.csv) in hoofdinvvoerscherf.
- Verander in het programma toestelRiool het waterprofiel uit het toestel (blauwe lijn), zoals hierboven in figuur H1 aangegeven. Klik hiervoor op de blauwe blokjes, houdt deze aangeklikt en versleep ze vervolgens.
- Sluit hierna toestelRiool af door rechts bovenin op het kruisje te klikken.
- Klik op “yes” bij de volgende vraag.

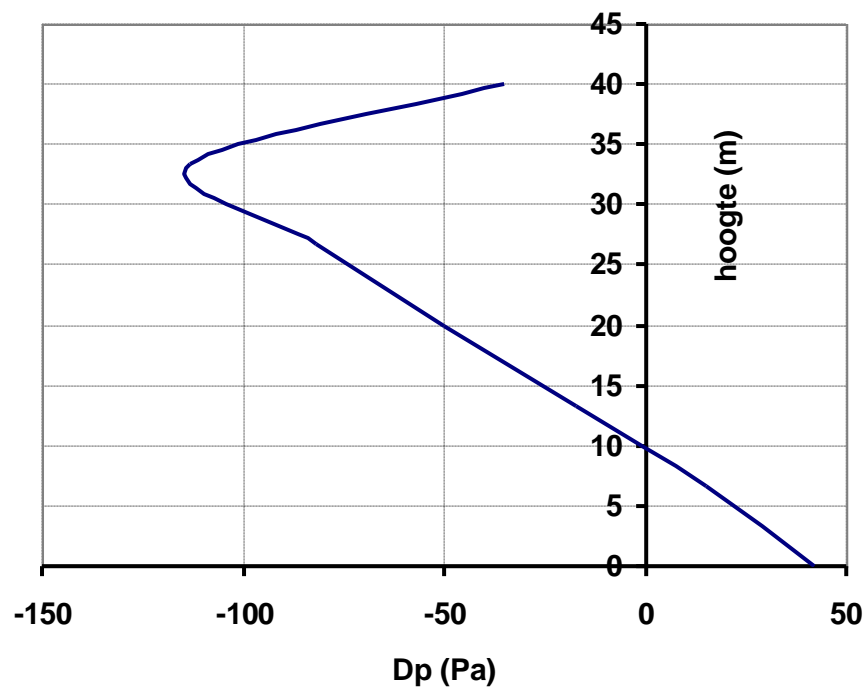
H4) Bewaar vanuit het hoofdinvvoerscherf, dit bestand onder de naam “primair h40 continue”.

H5) Voer simulatie uit en bekijk de resultaten (zie onderstaande figuur H2).



Figuur H2: Resultaten primair_h40 continue

Deze simulatie met continue belasting komt overeen met metingen, uitgevoerd door de Universiteit van Taiwan, aan een proeftoren van circa 40 m hoogte. Het gemeten drukverloop over de hoogte (van boven naar beneden gezien) is hierbij als volgt: (1) eerst neemt de onderdruk toe, (2) vervolgens neemt de onderdruk af en (3) uiteindelijk ontstaat onderin de standleiding in enige mate een overdruksituatie. De gegevens van de grafiek 'p Pa' uit figuur H2 zijn uitgezet als functie van de hoogte in figuur H3 (zie figuur 3 in paragraaf 2.1 voor de positie van de punten weergegeven in de legenda). Hieruit blijkt dat het drukverloop bij deze simulatie goed overeenstemt met voorgenoemde metingen.



Figuur H3: Drukverloop over de gebouwhoogte bij simulatie primair_h40 continue.