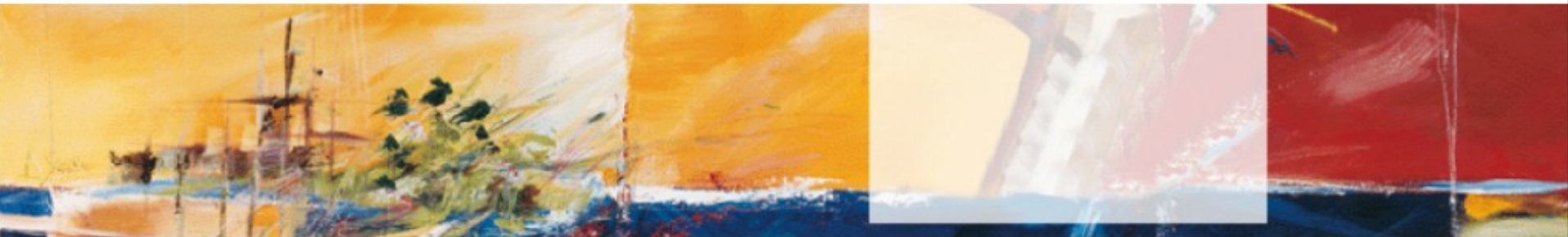


Mirjam Blokker, 15 oktober 2007



Modelleren van waterverbruik met SIMDEUM

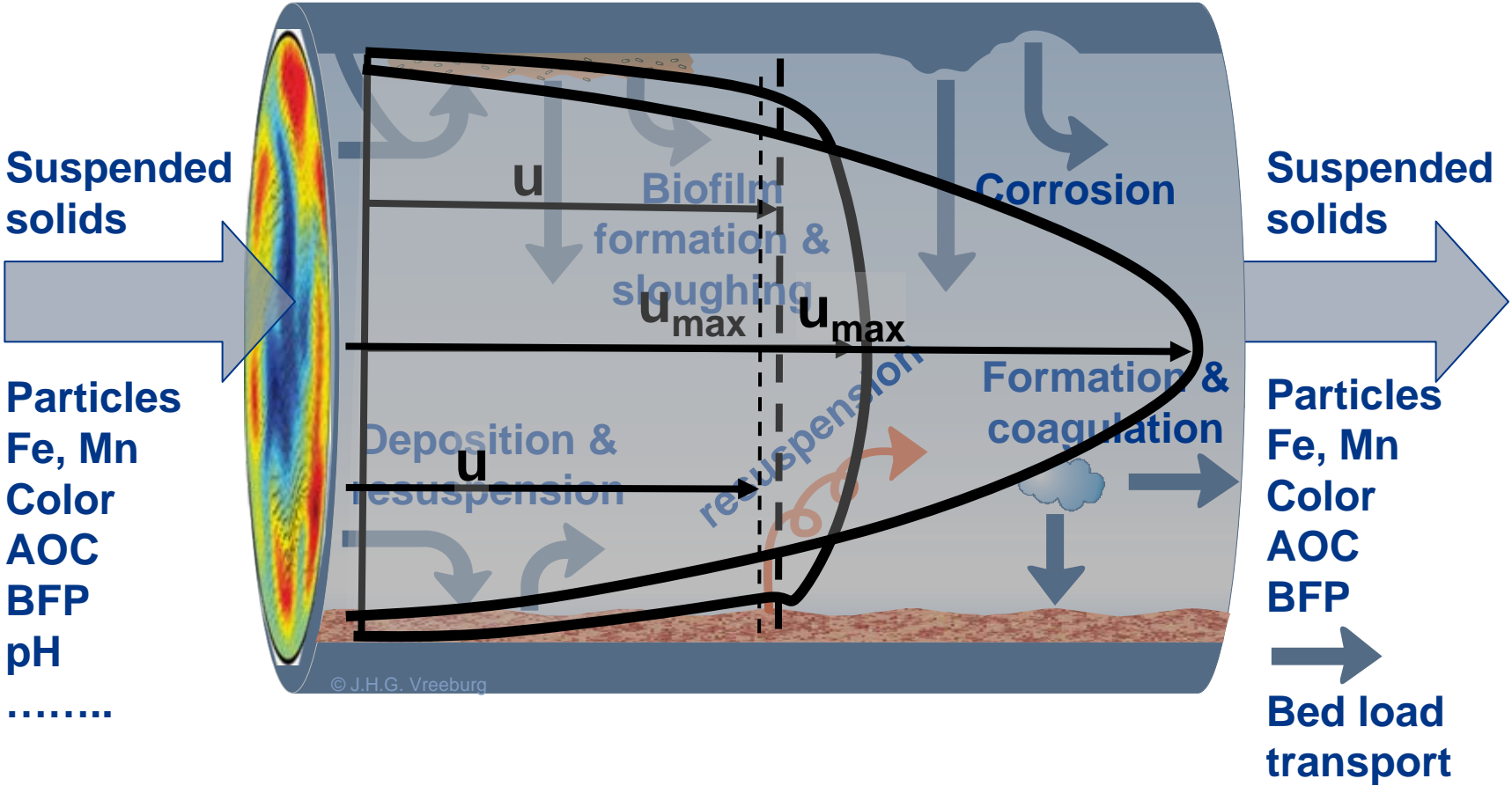
TU Delft, ct3011

Waarom waterverbruik modelleren?

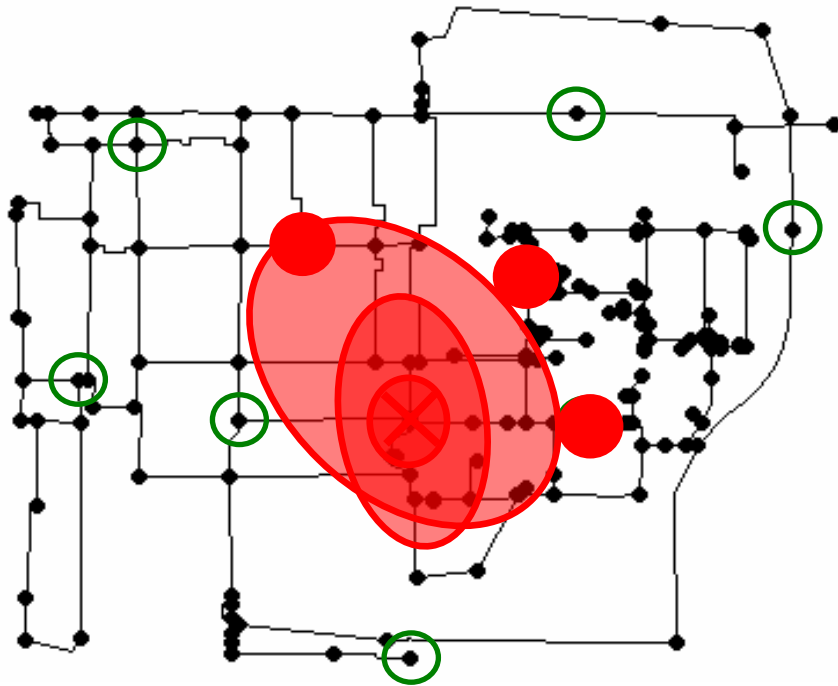
- **Waterkwaliteit in het leidingnet wordt beïnvloed door de hydraulische omstandigheden.**
- **Hydraulica wordt bepaald door het waterverbruik van mensen thuis**

Waterkwaliteit wordt beïnvloed door de hydraulische omstandigheden

Laminaire volumestroom
Turbulente volumestroom



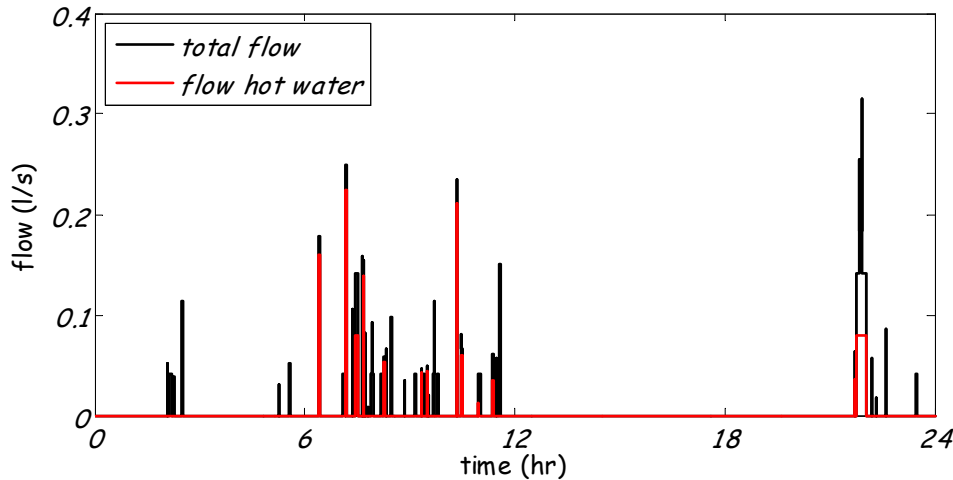
Waterkwaliteit wordt beïnvloed door de hydraulische omstandigheden



- Verloop van een besmetting door het leidingnet en de mogelijke detectie

- Randvoorwaarde is gedetailleerde kennis van de verbruikspatronen.

Hydraulica wordt bepaald door het waterverbruik van mensen thuis





Hoe kunnen verbruikspatronen worden gemodelleerd?

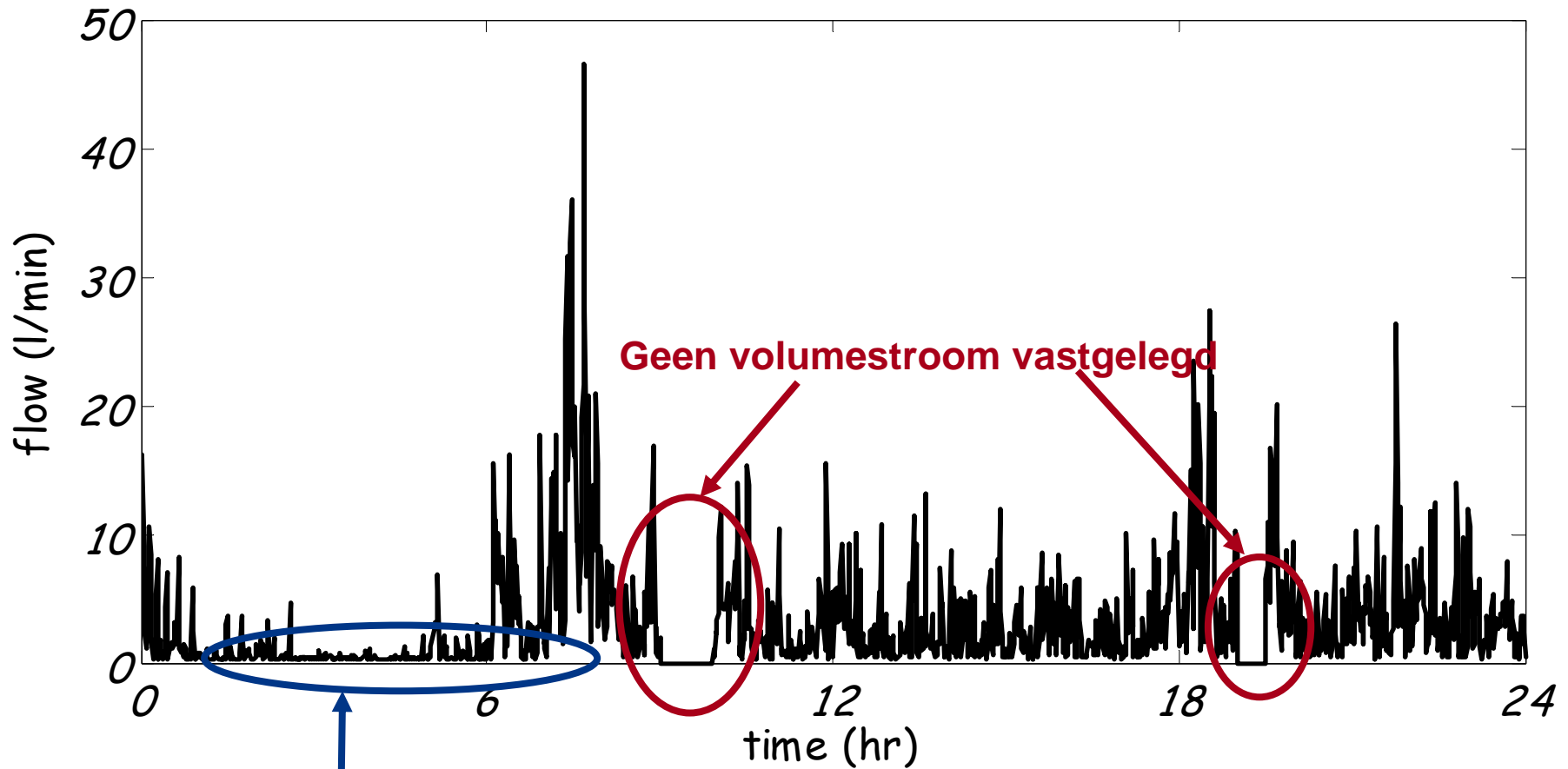
- **Meten is niet de juiste weg**
 - Moeilijk
 - Veel variatie → veel metingen nodig
 - Slechts beschrijvend, niet voorspellend

- **Voorbeelden van meten**

Meten is lastig!



Raalte, 30 woningen, 22-mei-2002

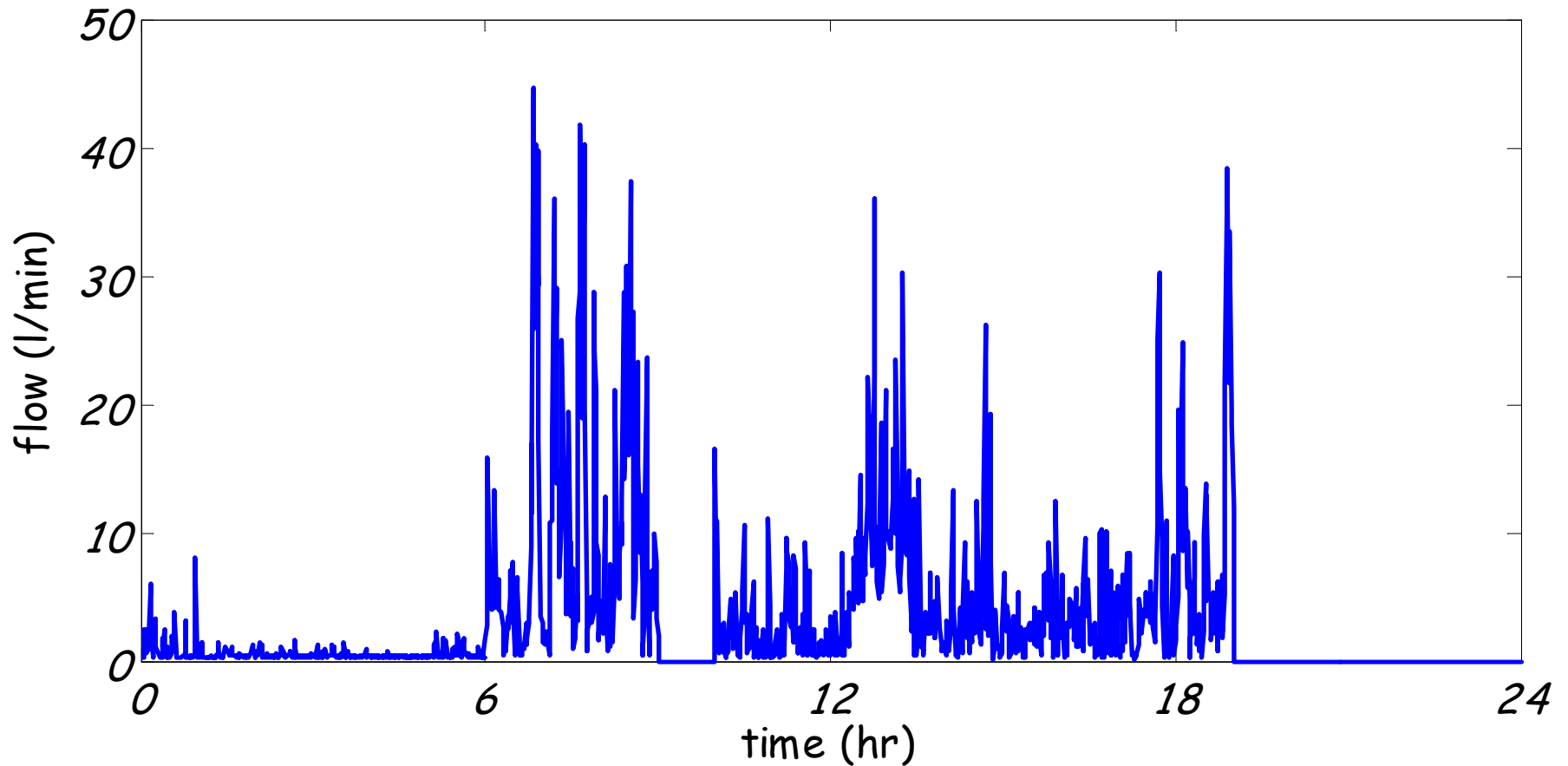


Extra onttrekking voor andere meting, maar hoeveel precies?

Meten is lastig!

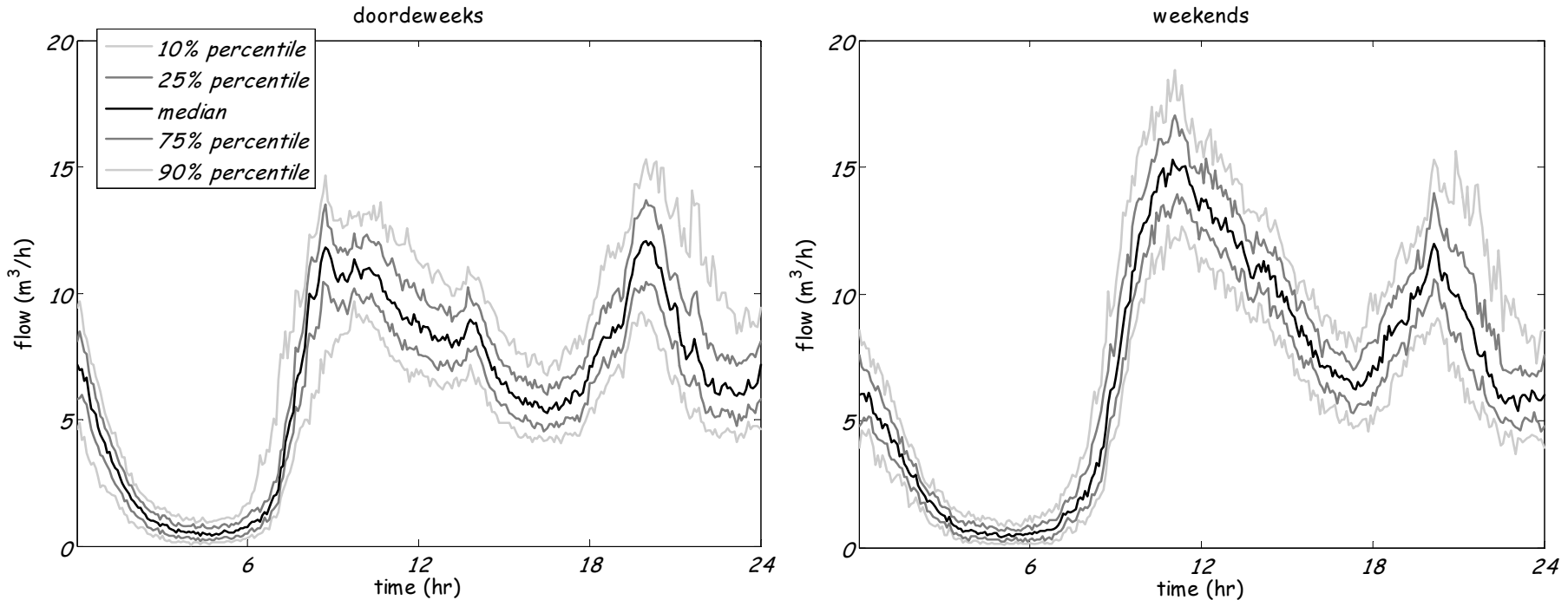


Raalte, 30 woningen, 23-mei-2002



En de volgende dag is weer heel anders

Meten is lastig!



Na 195 dagen meten in een gebied van 550 woningen blijkt dat het totaal geregistreerde volume 13% lager is dan volgens de watermeters.

Hoe kunnen verbruikspatronen worden gemodelleerd? (2)

■ Meten is niet de juiste weg

- Moeilijk
- Veel variatie → veel metingen nodig
- Slechts beschrijvend, niet voorspellend

■ Simuleren van de gebruiker

- Statistische informatie mensen per woning, de installatie en waterverbruik over de dag

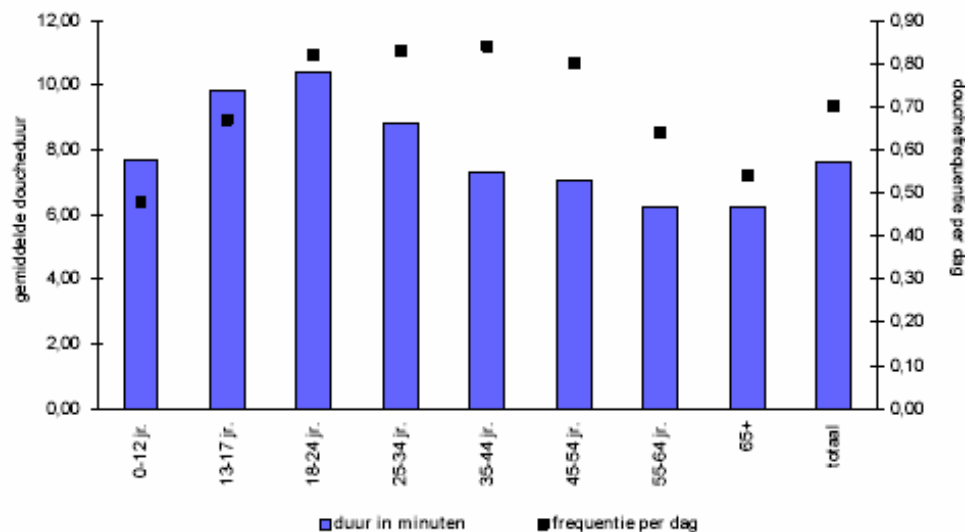
**SIMDEUM: SIMulation of water Demand;
an End Use Model**

Bronnen van informatie – driejaarlijkse enquête waterverbruik thuis.



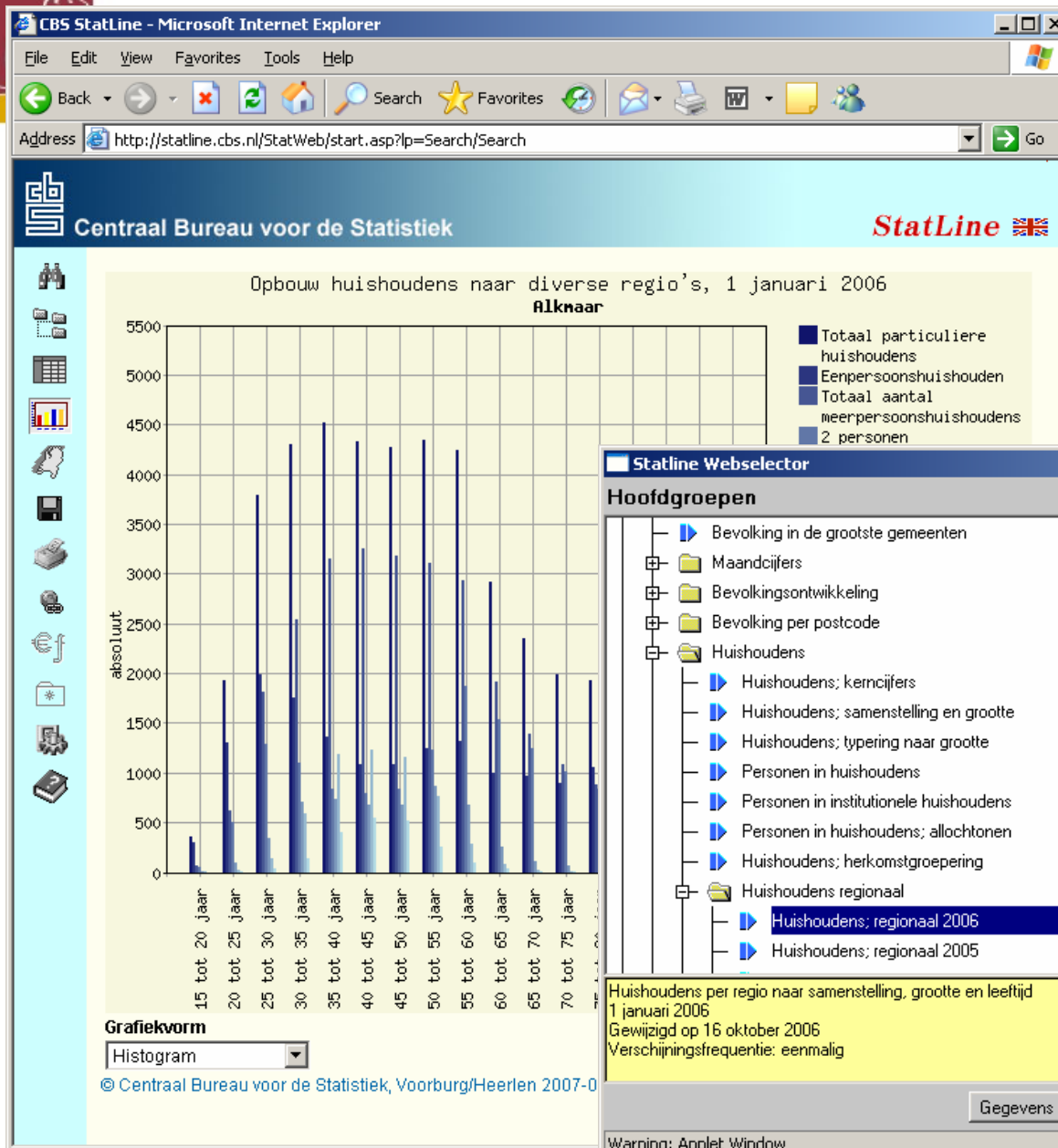
- Frequentie spoelen toilet, douchen, bad nemen, (af)wassen, tuin sproeien, ...
- Aanwezigheid waterbesparende toiletten, douches, (af)wasmachines, ...
- Hoe lang douchen, hoeveel water voor koken, ...

21 | Gemiddelde doucheduur & douchefrequentie (persoonsniveau)



Bron: NIPO, 2001

Bronnen van informatie – website CBS.



Samenstelling huishoudens leeftijd, m/v, werkzaam/pensioen/student/etc.

Statline Webselector

Hoofdgroepen

- Bevolking in de grootste gemeenten
- Maandcijfers
- Bevolkingsontwikkeling
- Bevolking per postcode
- Huishoudens
 - Huishoudens; kerncijfers
 - Huishoudens; samenstelling en grootte
 - Huishoudens; typering naar grootte
 - Personen in huishoudens
 - Personen in institutionele huishoudens
 - Personen in huishoudens; allochtonen
 - Huishoudens; herkomstgroepering
- Huishoudens regionaal
 - Huishoudens; regionaal 2006**
 - Huishoudens; regionaal 2005

Selectie

Huishoudens; regionaal 2006

Onderwerpen Regio's Leeftijd

- Onderwerpen
 - Particuliere huishoudens, samenstelling
 - Particuliere huishoudens, grootte
 - Totaal particuliere huishoudens
 - Eenpersoonshuishoudens
 - Meerpersoonshuishoudens
 - Totaal aantal meerpersoonshuishoudens
 - 2 personen
 - 3 personen
 - 4 personen
 - 5 of meer personen

Huishoudens per regio naar samenstelling, grootte en leeftijd
1 januari 2006
Gewijzigd op 16 oktober 2006
Verschijningsfrequentie: eenmalig

Gegevens tonen Help Opnieuw laden

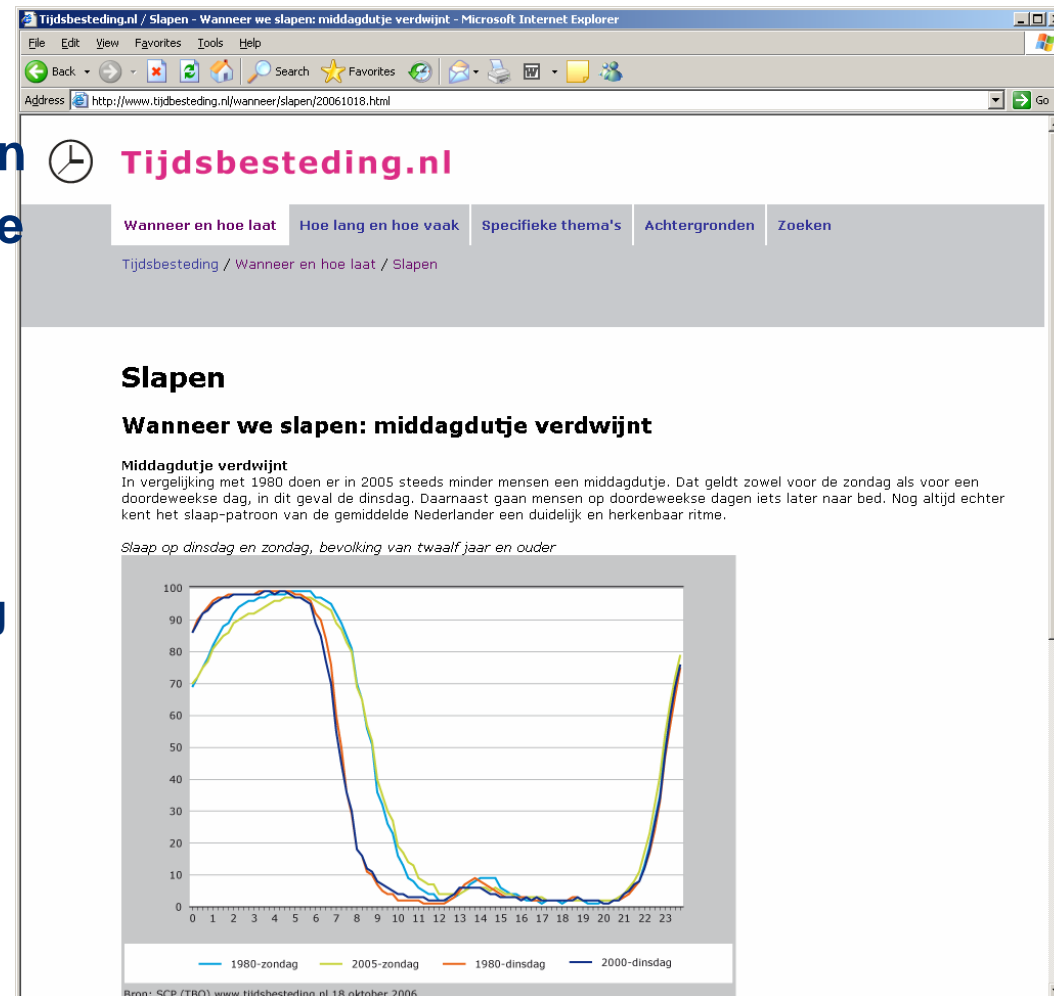
Warning: Applet Window

Bronnen van informatie – vijfjaarlijkse enquête tijdsbesteding.

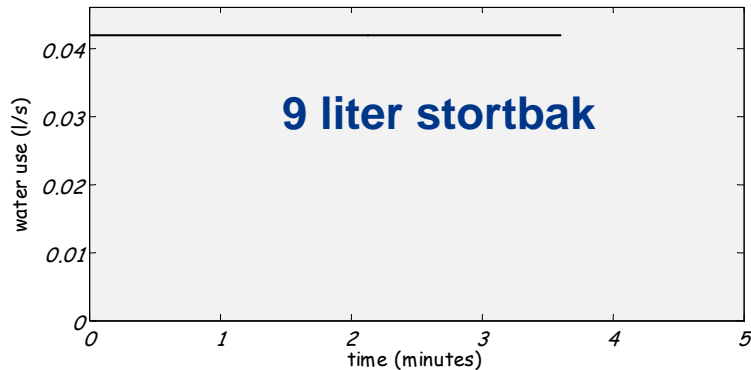
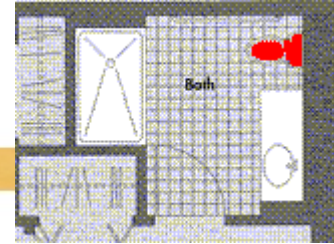


Sociaal en Cultureel Planbureau

- Wanneer op de dag zijn mensen thuis
- Wanneer op de dag slapen mensen, wanneer staan ze op
- Wanneer verbruiken ze water
 - Afwassen
 - Persoonlijke verzorging
 - ...



De invoer: voorbeeld modelleren afnamepatronen (toilet)



■ Technische informatie

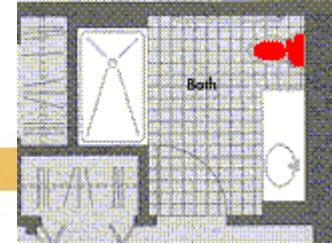
WC:

- Volumestroom (2.5 L/min)
- duur (9 Liter \Rightarrow ca. 3.5 min)

■ Vewin: Waterverbruik thuis:

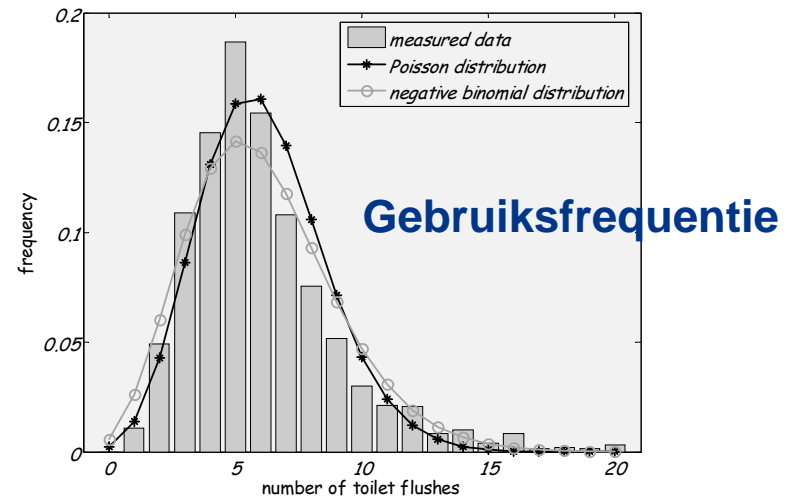
- bezit van apparatuur (2^e toilet, afwasmachine etc.)

De invoer: voorbeeld modelleren afnamepatronen (toilet)

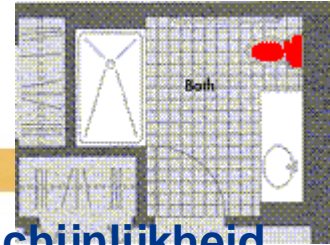


- **Stochastische informatie frequentie van toiletspoelingen:**
 - Gemiddeld 6 per persoon per dag
 - Poisson-verdeling beschrijft de variatie

- **Vewin: Waterverbruik thuis**

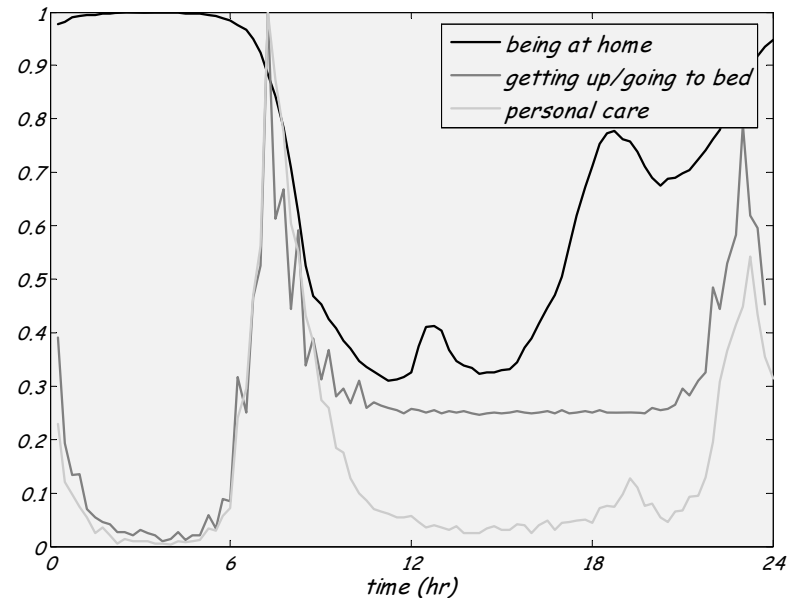
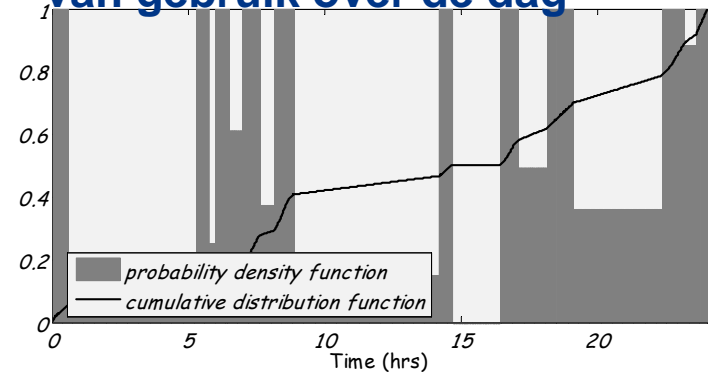


De invoer: voorbeeld modelleren afnamepatronen (toilet)

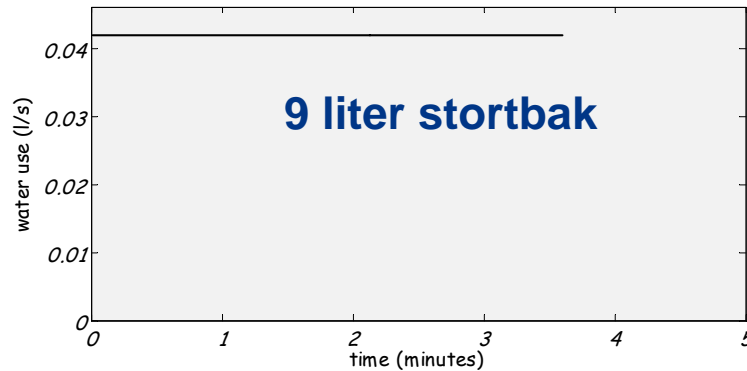
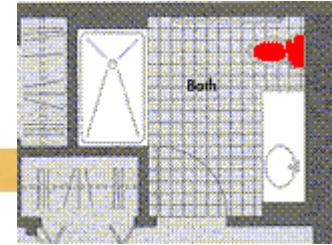


- **Statistische informatie huishoudens:**
 - Aantal bewoners
- **Statistische informatie tijdstip gebruik:**
 - Gerelateerd aan thuis zijn en opstaan/naar bed gaan
- **CBS**
- **Tijdbestedingsonderzoek**

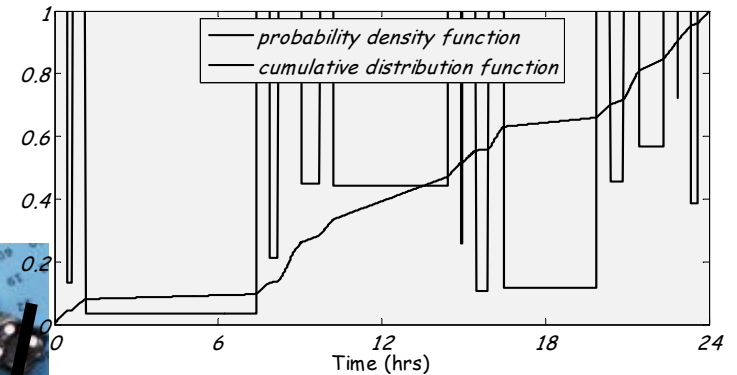
5 gebruikers, waarschijnlijk van gebruik over de dag



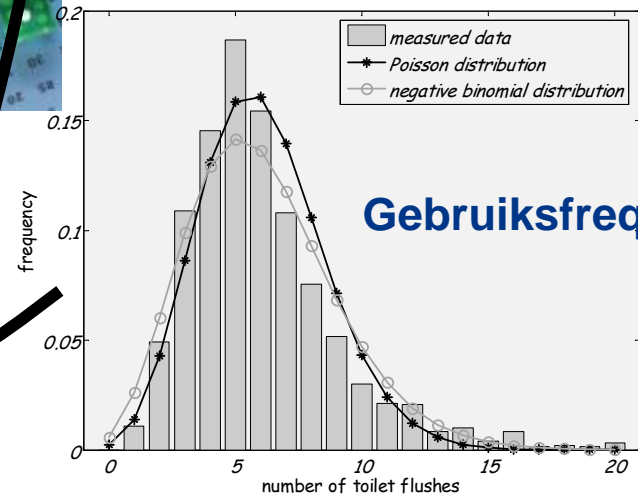
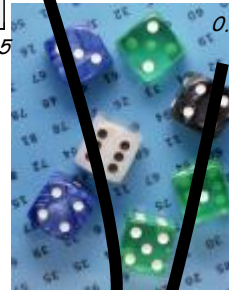
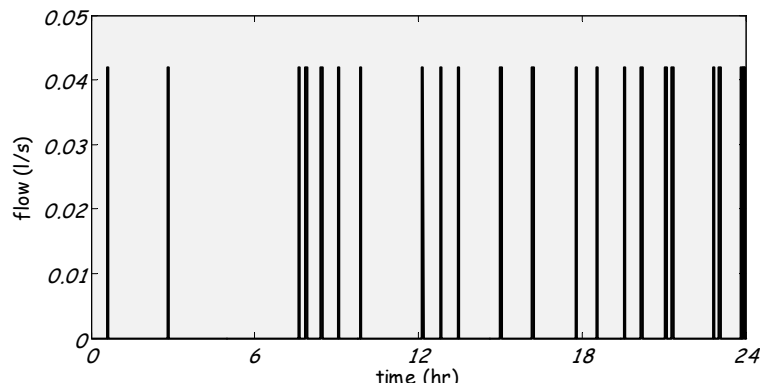
De invoer: voorbeeld modelleren afnamepatronen (toilet)



5 gebruikers

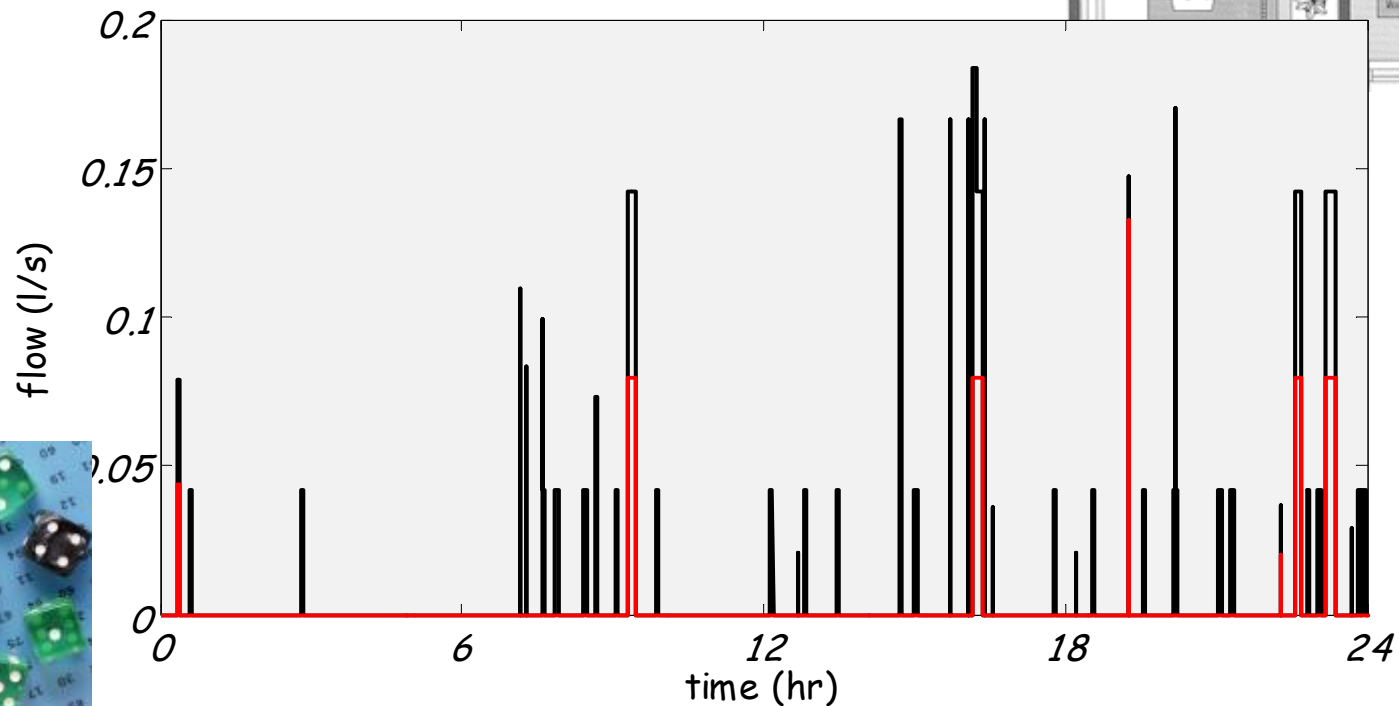
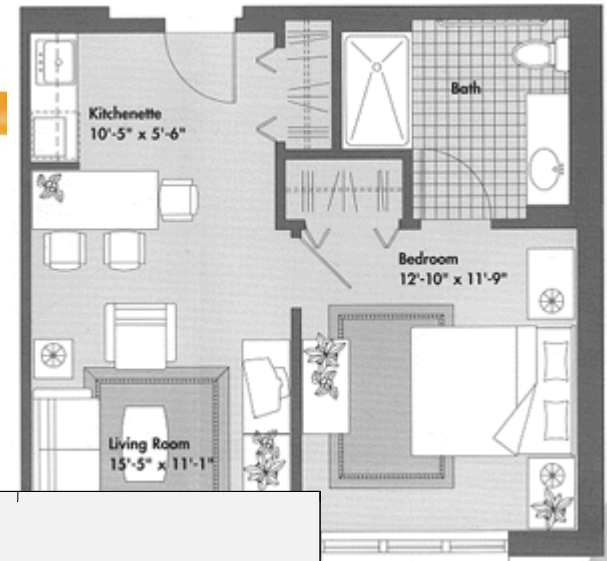


Genereer dagpatroon



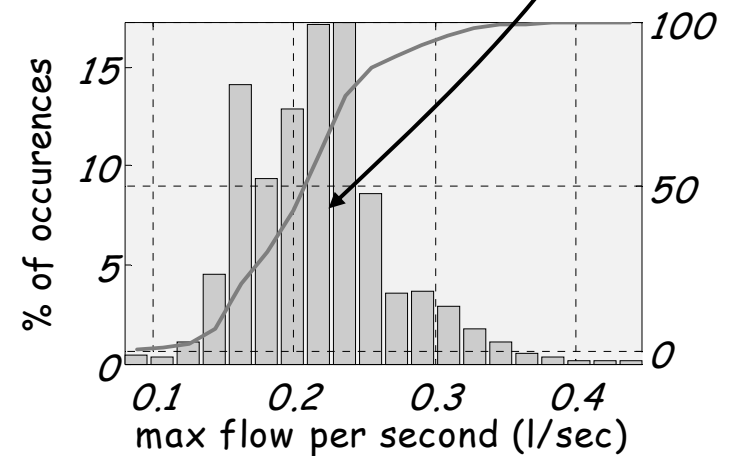
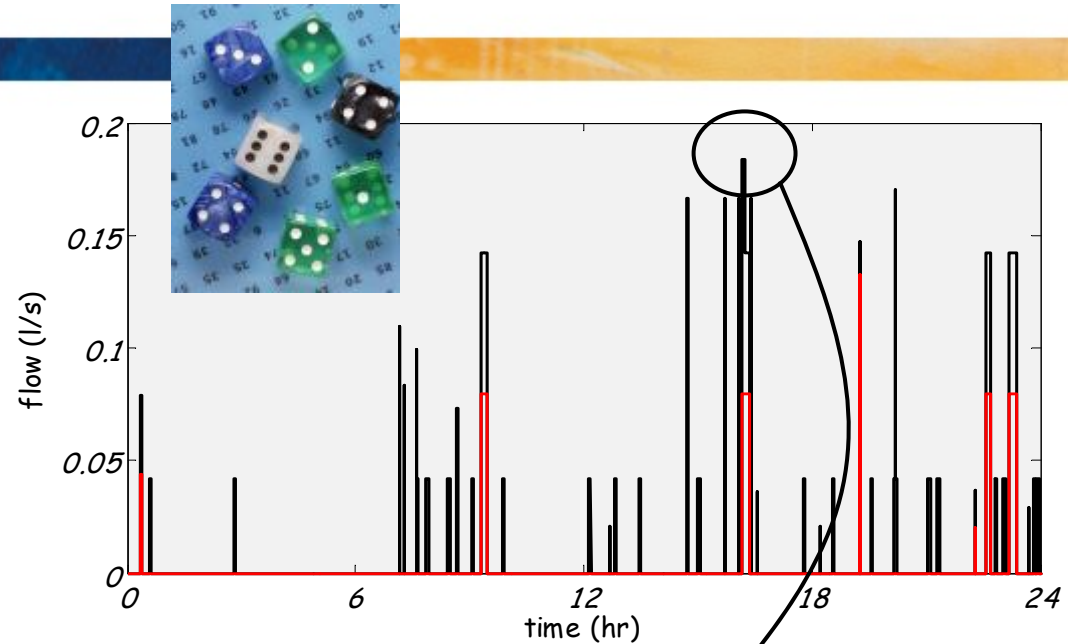
Modelleren afnamepatroon voor hele woning

- Toilet, douche, wasmachine, etc

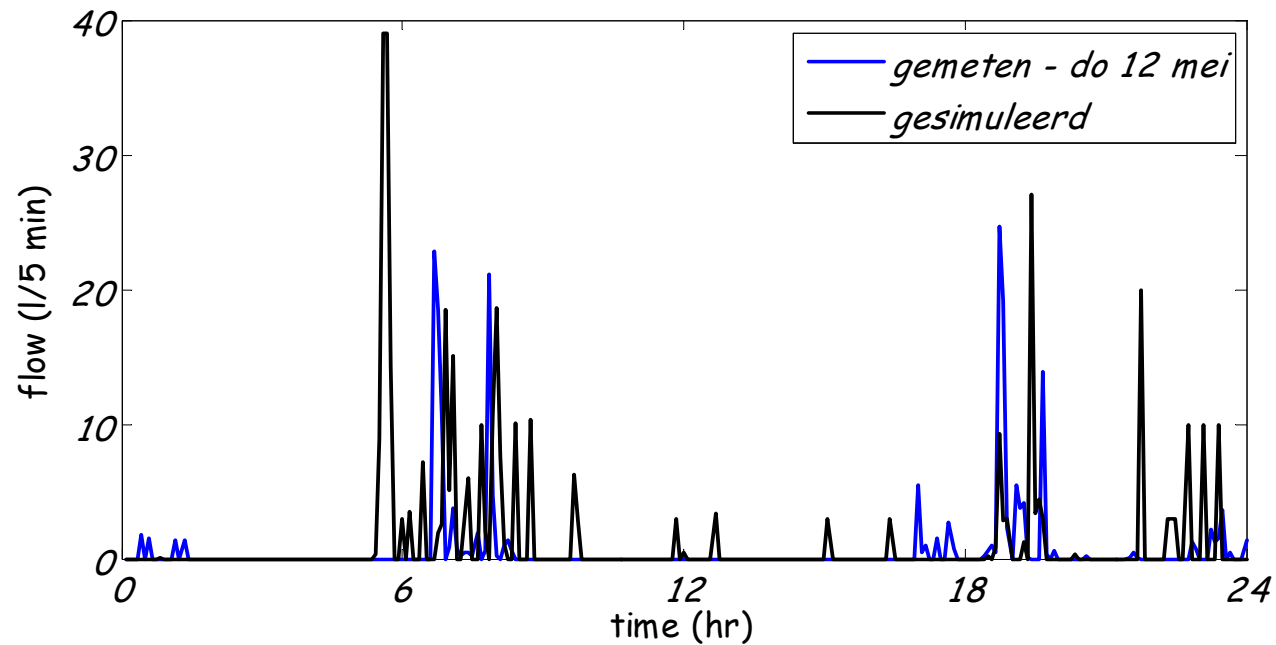


Output: vele patronen → statistiek

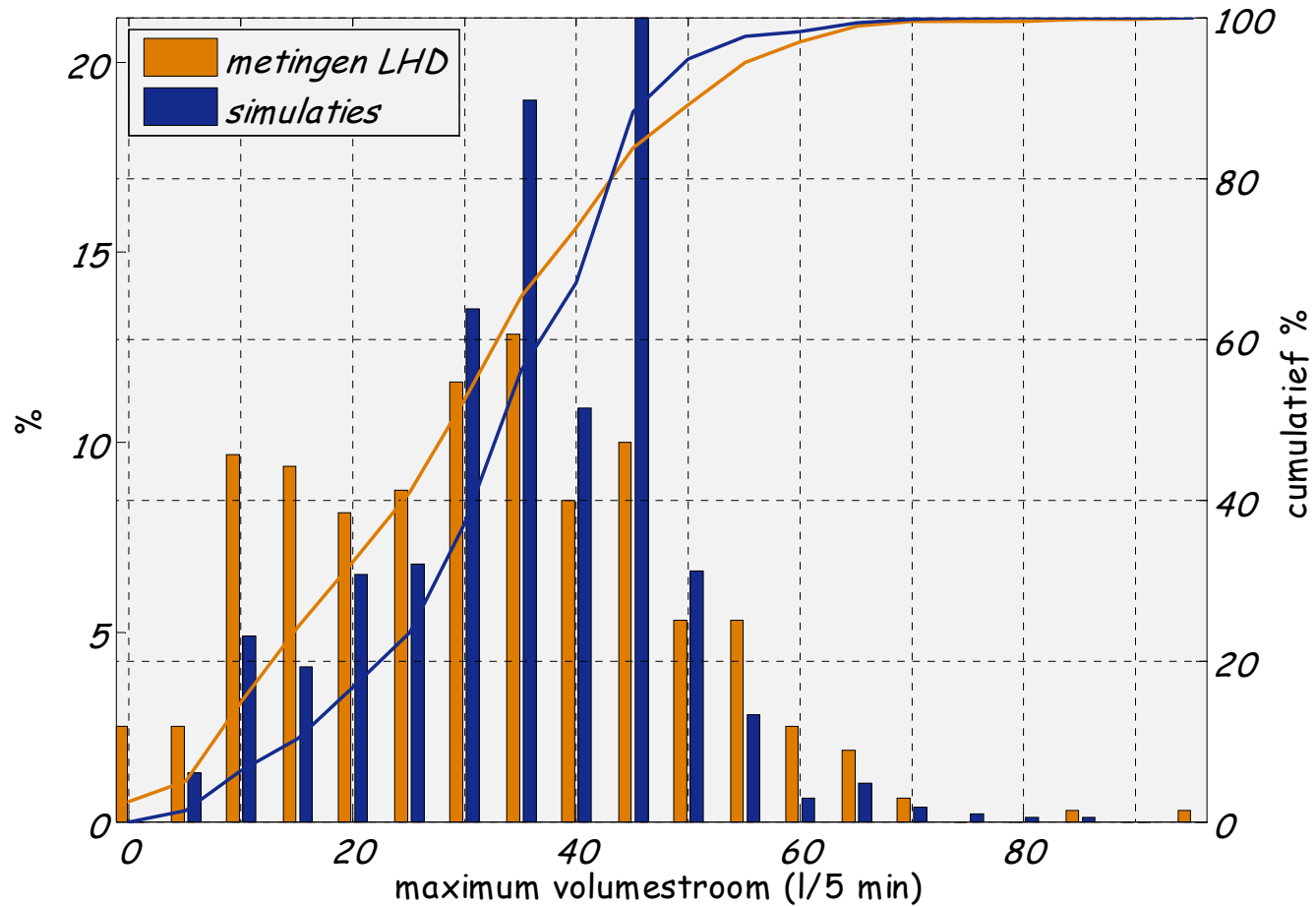
- **Maximum volumestroom**
 - Per seconde
 - Per minuut
 - Per uur
- **Totaal verbruik per dag**
- **Aantal uren van verbruik**
- ...



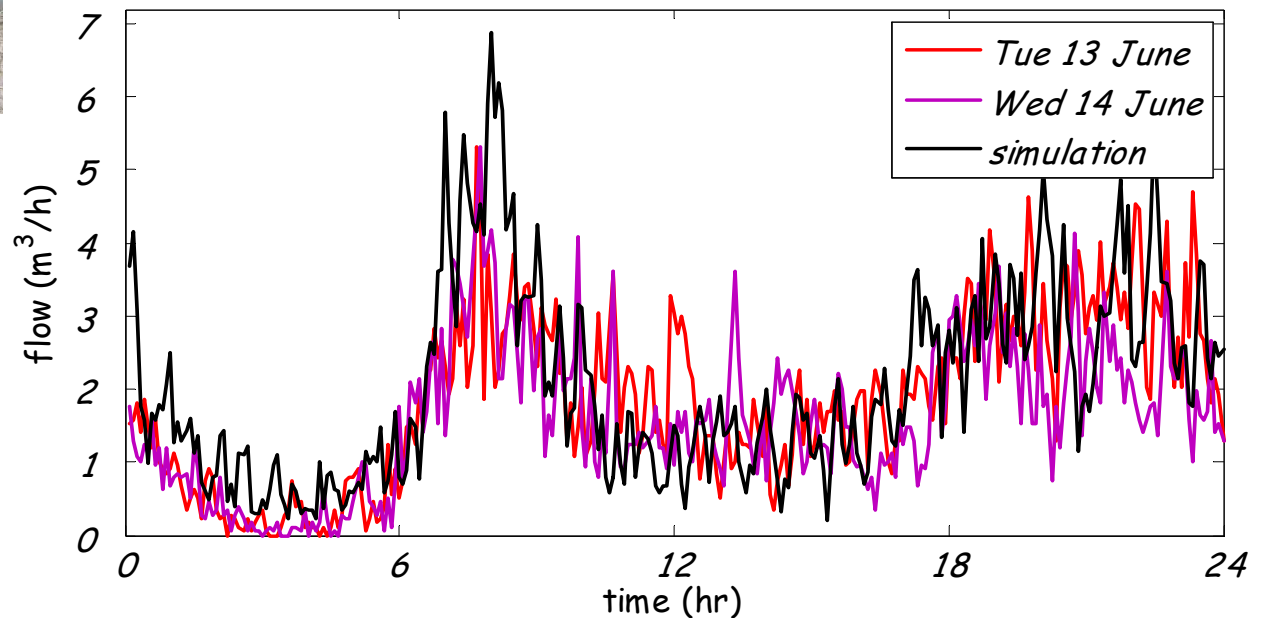
Vergelijken van verbruikspatronen – gemeten en gesimuleerd (individuele woning Amersfoort)



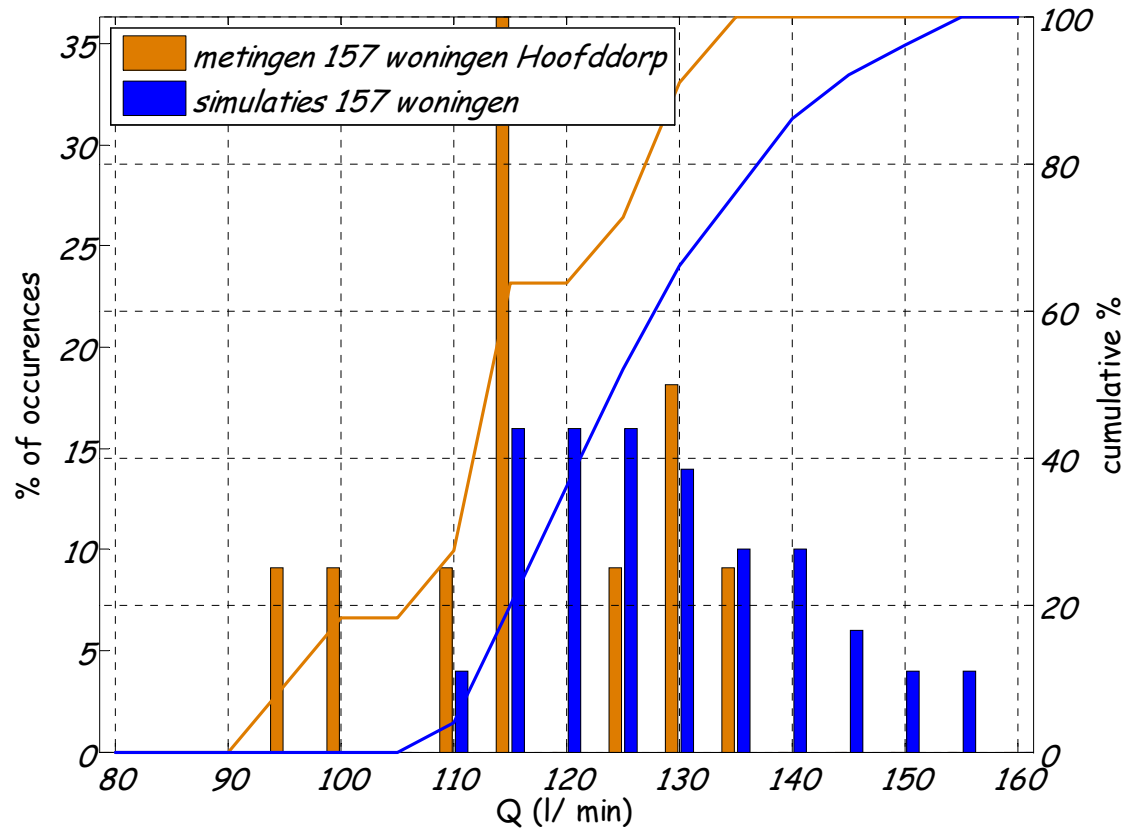
Vergelijken van verbruikspatronen – gemeten en gesimuleerd (ind. woning Amsterdam)



Vergelijken van verbruikspatronen – gemeten en gesimuleerd (straat 147 huizen Benthuisen)



Vergelijken van verbruikspatronen – gemeten en gesimuleerd (straat 157 huizen Hoofddorp)



Hoe goed werkt het model SIMDEUM?

- **Vergeleken met metingen geven de simulatieresultaten van SIMDEUM ...**
 - ... een betere 'fit' als de juiste CBS-data wordt gebruikt
 - ... dezelfde maximum volumestromen
 - ... een piek op het zelfde moment in de ochtend
 - ... dezelfde 'piekerigheid' en vorm in de patronen

- **Er is nog wel verbering mogelijk**
 - Nachtverbruik wordt overschat in de simulatie
 - ...

Toepassingen van SIMDEUM



- **Scenario studies – effect op piekverbruik**
 - Nieuwe waterzuinige apparaten
 - Luxe douches die meer water gebruiken
 - Veranderend gedrag onder invloed van de klimaatverandering

- **Ontwerp**
 - Distributienet (incl./excl. warm tapwater)
 - Binneninstallatie, leidingen en boilers

- **Netwerkmодellering**
 - 1:1 operationeel model
 - Lekverliezen / nachtverbruik
 - Monsternamen en plaatsen van detectoren tbv vervuiling