



Verbruikspatronenbibliotheek

BTO 2013.058
December 2013

KWR

Watercycle Research Institute





Watercycle Research Institute

Verbruikspatronenbibliotheek

BTO 2013.058
December 2013

© 2011 KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Colofon

Titel

Verbruikspatronenbibliotheek

Opdrachtnummer

B111694

Onderzoeksprogramma(`s)

Waterinfrastructuur

Projectmanager

Nellie Slaats

Opdrachtgever

BTO-deelnemers

Kwaliteitsborger(s)

Mirjam Blokker

Auteur(s)

Ilse Pieterse-Quirijns en Maurice van de Roer (Dunea, hoofdstuk 7)

Verzonden aan

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar

Samenvatting

Belang: meer detail in leidingnetmodel geeft realistischer beeld van hydraulica in het net en waterkwaliteit

Drinkwaterbedrijven maken steeds vaker gebruik van gedetailleerdere, één-op-één leidingnetmodellen voor leveringszekerheidsanalyse en ontwerp. Hierdoor ontstaat er een realistischer beeld van de hydraulica in het leidingnet, dat met name interessant is voor de waterkwaliteit. Tot voor kort bevatten leidingnetmodellen vooral de grotere (transport)leidingen en waren ook verbruikspatronen op basis van het gemeten verbruik van een voorzieningsgebied van bijvoorbeeld een pompstation afdoende. Nu ook de distributieleidingen meegenomen worden, zijn gedetailleerde verbruikspatronen nodig: niet meer op het niveau van een wijk, maar van individuele verbruikers die immers allemaal een eigen specifiek dagelijks waterverbruik vertonen.

Aanpak: verbruikspatronenbibliotheek opgesteld voor belangrijke categorieën verbruikers
Om te voorzien in de behoefte naar een gedetailleerde verbruikstoekenning is een verbruikspatronenbibliotheek ontwikkeld, gevalideerd en geïmplementeerd. De verbruikspatronenbibliotheek is ontwikkeld met behulp van het simulatiemodel SIMDEUM® en metingen van verbruikspatronen. De bibliotheek bestaat uit standaardpatronen, genormeerd op een gemiddeld verbruik, voor verschillende categorieën van huishoudelijke en niet-huishoudelijke verbruikers. De verbruikspatronenbibliotheek is beschikbaar als Excelbestanden met een tijdsbasis van 5 minuten, 15 minuten of 1 uur.

Voor het huishoudelijk verbruik zijn standaardnormpatronen gemaakt voor een weekdag in een stedelijke omgeving, een weekdag in een landelijke omgeving, een weekenddag en een max-dag. Voor niet-huishoudelijk verbruik zijn standaardnormpatronen opgesteld voor de categorieën kantoren, hotels, zorginstellingen, scholen, eetgelegenheden, winkels, recreatie, sportcomplexen en zwembaden. Binnen sommige categorieën is nog een onderverdeling gemaakt voor een specifiek type gebruik of gebouw.

Resultaat: verbruikspatronenbibliotheek geeft betere resultaten met waterkwaliteitsmodellen
De toepasbaarheid van de verblijfspatronenbibliotheek en de betrouwbaarheid van de aanwezige standaardnormpatronen is getoetst voor drie verschillende gebieden: een plattelandsgemeente, een woonwijk met een boulevard en een stad met een grote variatie aan niet-huishoudelijke gebruikers. Met de verbruikspatronenbibliotheek is het verbruikspatroon tijdens een week- en weekenddag van de betreffende wijk of stad samengesteld. Na een inventarisatie van de gebruikers en de keuze van de bijbehorende standaardnormpatronen uit de beschikbare categorieën, wordt het specifieke verbruik per gebruiker berekend door het normpatroon te vermenigvuldigen met het gemeten waterverbruik. Het optellen van het verbruik van alle gebruikers in de wijk/stad resulteert in het verbruikspatroon van het hele gebied. Validatie met de drie wijken van verschillende schaalgrootte en verschillend karakter toont aan dat de toepassing van de verbruikspatronenbibliotheek een goede voorspelling geeft van het waterverbruik van zowel de week- als weekenddag. Bij alle drie de validatiegebieden ligt het voorspelde patroon binnen de betrouwbaarheidsgrenzen van de metingen.

Dunea heeft de verbruikspatronenbibliotheek toegepast in een eigen hydraulisch model van een wijk in Zoetermeer om te onderzoeken wat de bijdrage is van de bottom-up verbruikstoekenning. Gebruik van de specifieke verbruikspatronen in plaats van de huidige praktijk (pompstation-patronen) geeft een andere voorspelling van het stromen van het water door de leidingen. Verschillen zijn gevonden in volumestroom, tijdstip van maximale volumestroom in een leidingdeel, in pendelzones, in route van waterstromen en dus in backtracing, in verblijftijden en in de manier van stofverspreiding. Het gebruik van verschillende verbruikspatronen leidt tot een verbeterd inzicht in deze aspecten en heeft invloed op de beoordeling of voorspelling van de waterkwaliteit.

Implementatie: gebruik geeft beter inzicht in waterstromen en consequenties voor waterkwaliteit
De waterbedrijven stoppen veel energie in het verfijnen van leidingnetmodellen door ook de kleinere leidingen in het hydraulische model op te nemen. De volgende logische stap is om ook energie te stoppen in een betere verbruikstoewijzing. De verbruikspatronenbibliotheek geeft voldoende standaardnormpatronen voor huishoudelijk en niet-huishoudelijke verbruikers om de verbruikstoewijzing aanzienlijk te verbeteren ten opzichte van de gangbare praktijk. De implementatie van de verbruikspatronenbibliotheek is eenvoudig als de verbruikers in het gebied bekend zijn. Met de huidige trend binnen de waterleidingbedrijven om hun klant steeds beter te kennen en het klantenbestand te automatiseren wordt de implementatie van de bibliotheek een simpele stap, die bovendien veel inzicht oplevert in wat er in het leidingnet gebeurt en wat de consequenties zijn voor de waterkwaliteit.

Inhoud

Samenvatting	1
Inhoud	3
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding en doel	6
1.2 Aanpak	10
1.3 Leeswijzer	10
2 Categorieën in de bibliotheek	11
3 Beschikbare metingen voor verbruikspatronenbibliotheek	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Beschikbare metingen voor opstellen van verbruikspatronenbibliotheek	13
3.3 Beschikbare metingen voor validatie van verbruikspatronenbibliotheek	18
3.3.1 Benthuizen	18
3.3.2 Zandvoort	18
3.3.3 Haarlem	19
4 Standaardverbruikspatronen: huishoudelijk	20
4.1 Inleiding	20
4.2 Huishoudelijke standaardverbruikspatronen van SIMDEUM®	20
4.3 Aanpassing huishoudelijke standaardverbruikspatronen op basis van metingen: definitieve huishoudelijke standaardverbruikspatronen	22
4.3.1 Aanpassing avondverbruik	22
4.3.2 Uitbreiden huishoudelijk patroon: landelijk en stedelijk	22
4.3.3 Definitieve huishoudelijke standaardpatronen	26
4.4 Huishoudelijke standaardnormpatroon voor een max-dag	27
5 Standaardverbruikspatronen: niet-huishoudelijk	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Kantoren	30
5.2.1 Metingen voor waterverbruik kantoren	30
5.2.2 Simulaties voor waterverbruik kantoren	30
5.2.3 Normpatroon voor waterverbruik kantoren	30
5.3 Hotels	31
5.3.1 Metingen voor waterverbruik hotels	31
5.3.2 Simulaties voor waterverbruik hotels	31
5.3.3 Normpatroon voor waterverbruik hotels	33
5.4 Zorginstellingen	35
5.4.1 Metingen voor waterverbruik zorginstellingen	35
5.4.2 Simulaties voor waterverbruik zorginstellingen	35
5.4.3 Normpatroon voor waterverbruik zorginstellingen	36

5.5	Scholen	36
5.5.1	Metingen waterverbruik scholen	37
5.5.2	Simulatie waterverbruik scholen	38
5.5.3	Normpatroon voor waterverbruik scholen	40
5.6	Eetgelegenheden	41
5.6.1	Metingen waterverbruik eetgelegenheden	41
5.6.2	Simulaties waterverbruik eetgelegenheden	42
5.6.3	Normpatroon voor waterverbruik eetgelegenheden	42
5.7	Winkels	44
5.7.1	Metingen waterverbruik winkels	44
5.7.2	Simulaties waterverbruik winkels	44
5.7.3	Normpatroon voor waterverbruik winkels	45
5.8	Campings	46
5.8.1	Metingen waterverbruik campings	46
5.8.2	Simulaties waterverbruik campings	47
5.8.3	Normpatroon voor waterverbruik campings	48
5.9	Recreatieparken	49
5.9.1	Metingen waterverbruik recreatieparken	49
5.9.2	Simulaties waterverbruik recreatieparken	49
5.9.3	Normpatroon voor waterverbruik recreatieparken	51
5.10	Sportcomplexen	51
5.10.1	Metingen waterverbruik sportcomplexen	51
5.10.2	Simulaties waterverbruik sportcomplexen	53
5.10.3	Normpatroon voor waterverbruik sportcomplexen	56
5.11	Zwembaden	57
5.11.1	Metingen waterverbruik zwembaden	57
5.11.2	Simulaties waterverbruik zwembaden	57
5.11.3	Normpatroon voor waterverbruik zwembaden	59
5.12	Sauna's	59
5.12.1	Metingen waterverbruik sauna's	59
5.12.2	Simulaties en normpatroon voor waterverbruik sauna's	59
5.13	Wasserijen	60
5.13.1	Metingen waterverbruik wasserijen	60
5.13.2	Simulaties en normpatroon voor waterverbruik wasserijen	61
6	Validatie	63
6.1	Inleiding	63
6.2	Benthuizen	64
6.3	Zandvoort	66
6.4	Haarlem	68
7	Implementatie	72
7.1	Inleiding	72
7.2	Beschrijving van de wijk Rokkeveen in Zoetermeer	72
7.3	Toekennen van patronen uit de verbruikspatronenbibliotheek	73
7.4	Vergelijking van klassiek patroon met verbruikspatronenbibliotheek	77
7.5	Consequenties van de bottom-up verbruikstoekenning in hydraulische modellen	78
7.5.1	Druk	78

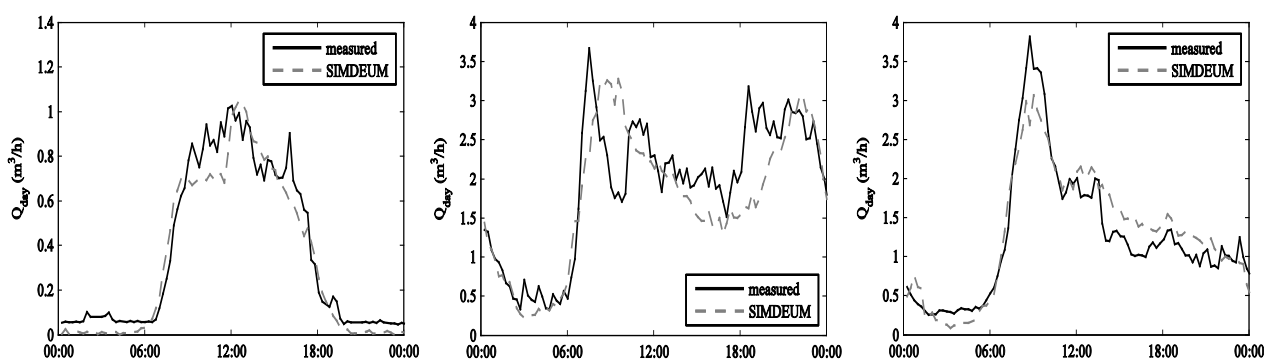
7.5.2	Omkering waterstromen	79
7.5.3	Volumestroom in de leidingen	80
7.5.4	Route waterstromen	82
7.5.5	Verblijftijden	83
7.5.6	Stofverspreiding	84
7.6	Samenvatting implementatie verbruikspatronenbibliotheek in hydraulisch model	85
8	Conclusie	87
8.1	Verbruikspatronenbibliotheek is beschikbaar	87
8.2	Onderbouwing verbruikspatronenbibliotheek	87
8.3	Betrouwbaarheid verbruikspatronenbibliotheek	87
8.4	Toepasbaarheid verbruikspatronenbibliotheek	88
9	Aanbevelingen	89
9.1	Aanpassing SIMDEUM® voor huishoudelijk verbruik	89
9.2	Toepassing verbruikspatronenbibliotheek	90
9.3	Toekomst: SIMDEUM®-patronengenerator	91
10	Literatuur	92
I	Huishoudelijke normpatronen uit metingen	93
II	Verbruikspatronen binnen elke categorie van Benthuizen	95
III	Verbruikspatronen binnen elke categorie van Zandvoort	96
IV	Verbruikspatronen binnen elke categorie van Haarlem	98
V	Onderverdeling van niet-huishoudelijk verbruik in Rokkeveen	100

1 Inleiding

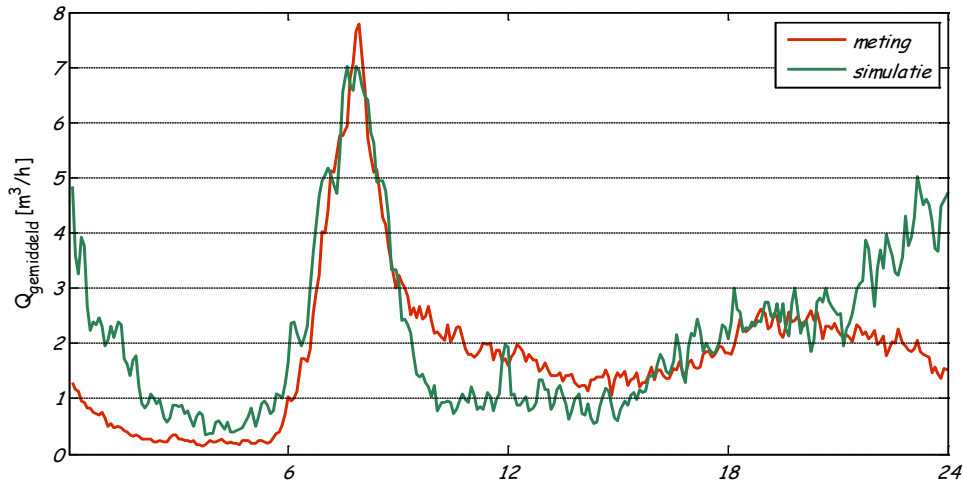
1.1 Aanleiding en doel

De huidige leidingnetmodellen bevatten vooral de grotere leidingen en verbruikspatronen op basis van het gemeten verbruik van een voorzieningsgebied, op bijvoorbeeld het pompstation. De modellen worden gebruikt voor leveringszekerheidsanalyse en ontwerp. De meeste waterbedrijven maken de beweging naar een steeds gedetailleerder leidingnetmodel. Waar dit model eerst alleen het primaire en secundaire net bevatte, wordt nu ook het tertiaire net in het model opgenomen, een zogenaamd één-op-één model.

De verbruikstoekenning in een leidingnetmodel bestaat uit twee delen: patroon (bijvoorbeeld van het pompstation) en het basisverbruik (bijvoorbeeld op basis van de watermeter). De verbruikstoekenning op leidingen van het primaire net is redelijk eenvoudig omdat hiervoor de gemeten verbruikspatronen op pompstations gebruikt kunnen worden. Dieper in het leidingnet volstaat deze grove benadering niet meer. Het watergebruik in bijvoorbeeld alleen een woonwijk wijkt af van het patroon van een geheel voorzieningsgebied dat in het pompstation wordt gemeten. Werkelijke volumestromen in een leiding in een woonwijk bestaan uit veel stilstand, afgewisseld met hoge volumestromen bijvoorbeeld tijdens de ochtend. Bovendien komen in vermaasde leidingnetten pendelzones voor. Een meer gedetailleerd verbruikmodel is dan noodzakelijk. Een mogelijkheid om verbruikspatronen te genereren die beter overeenkomen met de werkelijke verbruiken is het toepassen van het simulatiemodel SIMDEUM. SIMDEUM is de afgelopen jaren binnen het BTO ontwikkeld voor het voorspellen van zowel huishoudelijk als niet-huishoudelijk waterverbruik, zoals het waterverbruik van woningen, woontorens met verschillende aantallen en type appartementen en utiliteitsbouw zoals kantoren, hotels en zorginstellingen. In verschillende projecten zijn de voorspelde patronen vergeleken met metingen (Pieterse-Quirijns e.a., 2009; Pieterse-Quirijns e.a., 2011a-c; Pieterse-Quirijns e.a., 2013). In Figuur 1-1 en Figuur 1-2 staan hiervan een aantal voorbeelden, die aantonen dat de voorspellingen door SIMDEUM dicht liggen bij de werkelijk gemeten patronen.

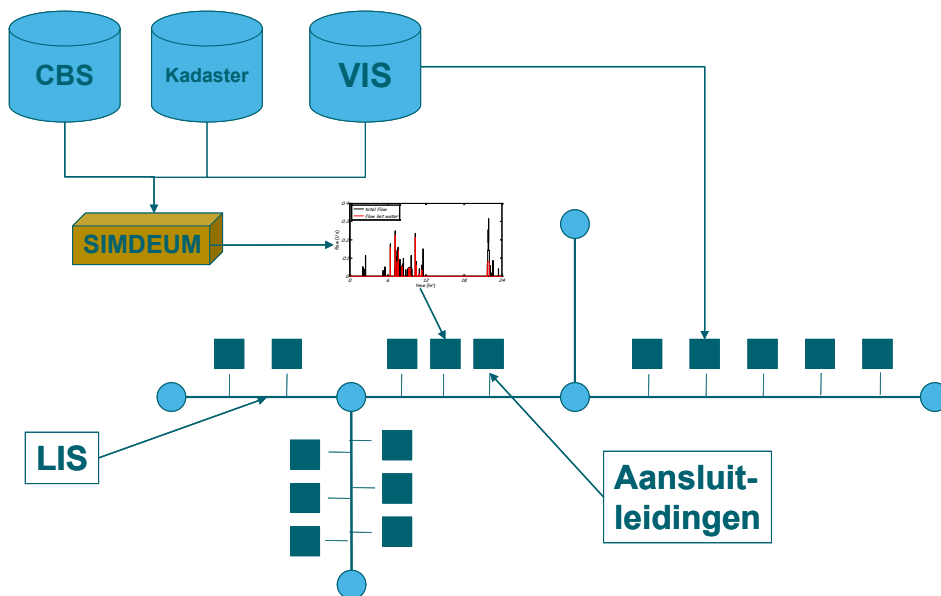


Figuur 1-1. Vergelijking tussen het gemiddelde gemeten (---) en het door SIMDEUM gesimuleerde (- - -) dagpatroon van 50 simulaties, voor een kantoor (metingen gedurende 10 dagen), een hotel (metingen gedurende 30 dagen) en een zorginstelling (metingen gedurende 30 dagen) (met een tijdschaal van 15 minuten).



Figuur 1-2 Vergelijking tussen het gemiddelde gemeten (30 dagen (rood)) en het door SIMDEUM gesimuleerde (100 dagen (groen)) dagpatroon van een woontoren met 213 appartementen, bestaande uit verschillende type appartementen (met een tijdschaal van 15 minuten).

De toepassing van SIMDEUM in het leidingnetmodelleren kan als volgt worden vormgegeven (Figuur 1-3): de basis bestaat uit gegevens van de hoofd- en aansluitleidingen en de locatie van de verbruikers. Door een externe koppeling van verbruiksgegevens (jaarverbruik), kadaster (is het een woonhuis, een kantoor, een kapper, ...) en CBS-gegevens (gezinssamenstelling) kan SIMDEUM verbruikspatronen genereren. Deze kunnen vervolgens aan het leidingnetmodel worden teruggegeven. Alle individuele verbruikspatronen samen vormen het verbruikspatroon op het pompstation. Deze manier van verbruikstoekenning wordt de bottom-up methode genoemd.



Figuur 1-3 Een schematische weergave van de toepassing van SIMDEUM in het leidingnetmodelleren (LIS = leidinginformatiesysteem, VIS = verbruiksinformatiesysteem).

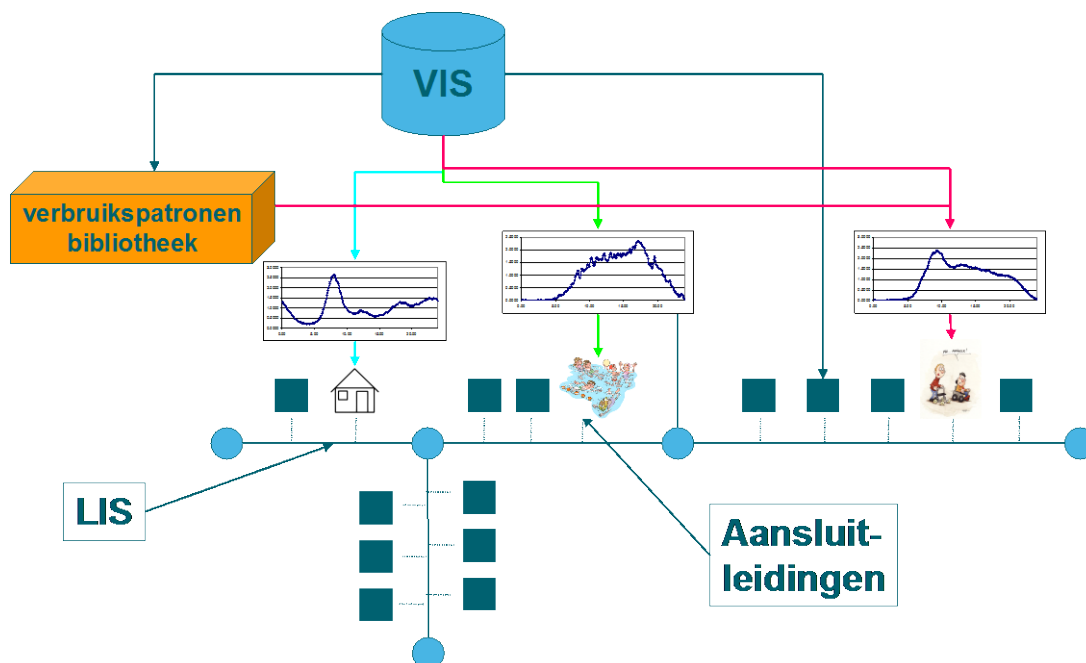
Binnen verschillende onderzoeken is gekeken naar de effecten van bottom-up gebruikstoekenning (Blokker, 2010; Blokker e.a., 2009). Vooral in het tertiaire net leidt de bottom-up methode tot een verbeterd inzicht in laminaire stroming, stagnant water, in pendelzones, maximale verblijftijden en

maximumsnelheden. Vooral voor toepassingen op het gebied van waterkwaliteit is dit van belang (Blokker e.a., 2009). Tevens blijkt dat wanneer op deze wijze de verbruikstoekenning plaatsvindt op basis van individuele patronen, verschillende scenario's in de toekomst doorgerekend kunnen worden:

- wat is het effect van een verandering in watergebruik (bijv. "april 2025") op de maximale drukken en optredende snelheden (is het net nog zelfreinigend?)
- wat is het effect van vergrijzing in een stadsdeel?
- hoe verspreidt zich een besmetting door het leidingnet? Daarbij rekening houdend met het feit dat mensen hun verbruik aanpassen wanneer zij weten dat er een besmetting is. Bijvoorbeeld dat mensen geen kraanwater meer gebruiken om te drinken en te douchen, alleen nog voor toiletspoelingen.

Er moeten nog een aantal stappen worden doorlopen om tot de nieuwe manier van leidingnetmodelleren volgens Figuur 1-3 te komen. Het is nu nog niet mogelijk om SIMDEUM online aan een leidingnetberekenningsprogramma (LNBP) te koppelen. Ook is nog niet duidelijk welk detailniveau noodzakelijk is, d.w.z. welke tijdbasis nodig is en of iedere aansluiting een eigen uniek patroon nodig heeft en of dat de standaardpatronen nauwkeurig genoeg zijn voor de gewenste toepassing. Daarnaast is het zo dat de waterbedrijven hun LNBP's nu vooral inzetten om te bepalen of bij max-dag-situaties of geplande werkzaamheden voldoende druk geleverd kan worden. Zij zijn dus nog niet bezig met de vragen die hierboven staan opgesomd.

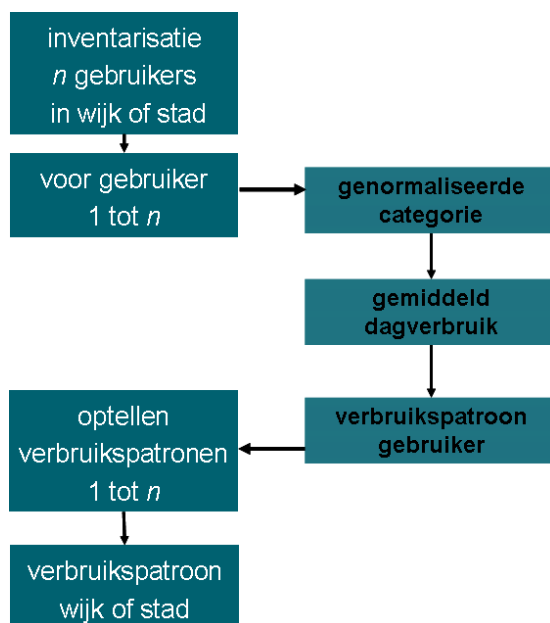
Een tussenstap om toch tot een verbetering/detaillering van het leidingnetmodelleren te komen is met een verbruikspatronenbibliotheek zoals is weergegeven in Figuur 1-4: waterbedrijven kunnen blijven rekenen zoals ze gewend zijn, maar met een betere ruimtelijke verdeling van verbruikspatronen mits ze weten waar in hun leidingnet specifieke verbruikscategorieën zijn aangesloten. Een verbruikspatronenbibliotheek waarin specifieke patronen zijn opgenomen voor categorieën van verbruikers is hiervoor een noodzakelijk hulpmiddel. Daarna kunnen vervolgstappen om tot het toekomstbeeld van Figuur 1-3 te komen, worden geïnventariseerd.



Figuur 1-4 Een schematische weergave van de toepassing van de verbruikspatronenbibliotheek in het leidingnetmodelleren (VIS = verbruiksinformatiesysteem)

Om te voorzien in de behoefte naar een gedetailleerde verbruikstoekenning via de bottom-up methode zijn verbruikspatronen nodig voor verschillende type gebruikers. Het doel van dit BTO project is:

- a) om een verbruikspatronenbibliotheek op te stellen, zodat een gedetailleerd verbruikspatroon gegenereerd kan worden voor een wijk, een centrum, een stad etc. Deze verbruikspatronenbibliotheek bestaat uit standaardpatronen (genormeerd op een gemiddeld verbruik van 1) voor verschillende categorieën van gebruikers. Dit normpatroon legt het dagelijks patroon of de vorm van het waterverbruik vast, maar niet de grootte van het verbruik. Met het gemeten dagelijks waterverbruik kan dan het werkelijke patroon geconstrueerd worden voor een gebouw. Door de verbruikspatronen van de aanwezige gebruikers bij elkaar op te tellen wordt het verbruikspatroon van een (deel van een) voorzieningsgebied verkregen (Figuur 1-5).
- b) om de toepassing van de verbruikspatronenbibliotheek te valideren door een geconstrueerd patroon van een wijk of een stad te vergelijken met een gemeten patroon.



Figuur 1-5 Schematische weergave voor de afleiding van een gedetailleerd verbruikspatroon met behulp van de verbruikspatronenbibliotheek.

Een randvoorwaarde is dat grootverbruikers zoals veehouderij, industrie en ziekenhuizen bij de definitie van de categorieën buiten beschouwing gelaten worden en niet in de verbruikspatronenbibliotheek worden opgenomen. Door hun specifieke karakter is het niet mogelijk om deze grootverbruikers in een standaardpatroon te vangen. Vaak worden deze grootverbruikers ook bemeaten, zodat dan met de metingen een verbruikspatroon kan worden vastgesteld en meegenomen in de leidingnetmodellen.

In de toekomst is er dan de beschikking over verschillende soorten patronen: het pompstation patroon (PS), normpatronen in de verbruikspatronenbibliotheek voor categorieën van gebruikers (Figuur 1-4) en echte, gemeten of met SIMDEUM-gesimuleerde patronen voor specifieke gebruikers (Figuur 1-3). De normpatronen uit de bibliotheek zijn een verbetering ten opzichte van het standaard pompstation patroon. Echte gemeten patronen of SIMDEUM-patronen zijn een verdere verbetering.

In het leidingnetmodel van de toekomst kunnen de verschillende soorten patronen worden toegepast op verschillende niveaus van het leidingnet: voor het primaire net kan het pompstationpatroon via de top down-methode worden toegepast (15 minuten basis), voor het secundaire net kunnen de patronen van de verbruikspatronenbibliotheek worden toegepast (5 minuten basis) en voor het tertiaire net zijn de gemeten of SIMDEUM patronen geschikt (10 seconden basis).

1.2 Aanpak

Voor het opstellen en valideren van de verbruikspatronenbibliotheek wordt de volgende aanpak gevolgd:

1. Inventarisatie van tenminste tien categorieën waarvoor een verbruikspatroon gewenst is in de verbruikspatronenbibliotheek.
Een categorie wordt gekarakteriseerd door een onderscheidend verbruikspatroon. Het verbruikspatroon kan onderscheidend zijn in tijdstip van waterverbruik (bijvoorbeeld een lunchroom tegenover een restaurant), door het verschil in week en weekend patroon (woningen, hotels, sportcomplexen) of een verschil in seizoensverbruik (camping, sproeien in de zomer).
2. Inventarisatie van mogelijke meetlocaties om een gesimuleerd verbruikspatroon te verifiëren met metingen van een wijk, stadscentrum of stad.
3. Opstellen van standaardverbruikspatronen voor elke categorie met een normverbruik van 1 met de volgende tijdstappen: 5 minuten, 15 minuten en 1 uur. De tijdspatronen worden in dit rapport beschreven en in een Excel-bestand meegeleverd
4. Validatie van de verbruikspatronenbibliotheek met metingen van een wijk, centrum of stad. De validatie vindt plaats op gemeten patronen van tenminste twee gebieden.
5. Implementatie van de verbruikspatronenbibliotheek vindt tenslotte plaats in een gebied. Bij de implementatie wordt gekeken naar het effect van de bottom-up modellering mbv de verbruikspatronenbibliotheek op de resultaten van hydraulische modellen in vergelijking tot de huidige praktijk (pompstation-patronen). Hierbij wordt gekeken naar volumestromen, pendelzones, maximale verblijftijden, route van waterstromen en stofverspreiding.

1.3 Leeswijzer

De verbruikspatronenbibliotheek bestaat uit standaardverbruikspatronen (genormeerd op een gemiddeld verbruik van 1) voor verschillende categorieën van gebruikers. De gewenste categorieën zijn beschreven in hoofdstuk 2. De standaardverbruikspatronen zijn opgesteld met behulp van SIMDEUM® en beschikbare metingen van specifieke gebouwen, die zijn beschreven in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk zijn ook de metingen beschreven van het verbruik in wijken of steden waar de verbruikspatronenbibliotheek mee gevalideerd is. In hoofdstuk 4 en 5 worden de standaardverbruikspatronen opgesteld voor respectievelijk huishoudelijk en niet-huishoudelijk verbruik. De validatie van de verbruikspatronenbibliotheek op de gebieden Benthuisen, Zandvoort en Haarlem vindt plaats in hoofdstuk 6. De implementatie van de standaardverbruikspatronen in een leidingnetmodel, de werkwijze hiervoor en de consequenties van de veranderde manier van verbruikstoekenning op uitkomsten van de hydraulische modellen wordt beschreven in hoofdstuk 7. Tenslotte volgen in hoofdstuk 8 en 9 de conclusies en aanbevelingen.

2 Categorieën in de bibliotheek

Evides, Dunea, PWN, Brabant Water en Vitens namen deel aan de projectgroep van dit onderdeel van het project *Modelleren Nieuwe Stijl*. Binnen de projectgroep heeft een inventarisatie plaatsgevonden naar de tien gewenste categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek. In Tabel 2-1 zijn de tien categorieën weergegeven. Binnen een aantal categorieën is nog een onderverdeling gemaakt voor een specifiek type gebruik of gebouw.

Tabel 2-1 Categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek, vastgesteld door afgevaardigden van Evides, Dunea, PWN, Brabant Water en Vitens.

Verbruik	Categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek	
	Categorie	Onderverdeling
huishoudelijk	weekdag	stedelijk
		landelijk
	weekenddag	
	max-dag	
niet-huishoudelijk	kantoor	
	hotel	zakelijk hotel
		toeristisch hotel
		theaterhotel
	zorginstelling	verpleeghuis
		woon-zorgcombinatie
	school	lagere school
		middelbare school
		hoger onderwijs of universiteit
	eetgelegenheid	lunchroom
		restaurant
	winkel	
	camping	
	recreatiepark	
	sportcomplex	sportveld
		sportcentrum
		ijsbaan
zwembad	zwembad zonder avondopenstelling	
	zwembad met avondopenstelling	
sauna ^a		
wasserijen/wasserette ^a		

ad ^a: uit hoofdstuk 5, waarin de standaardpatronen voor niet-huishoudelijk verbruik worden ontwikkeld, blijkt dat het niet mogelijk is om voor deze categorieën een normpatroon te ontwikkelen.

Een aantal categorieën blijkt interessant voor slechts één bedrijf. Zo is Brabant Water geïnteresseerd in agrarisch verbruik, zoals kippenfokkerij, weideaansluiting, gemengde bedrijven, varkens- of kalvermesterij en boerderijen. Evides en Dunea hebben interesse in tuinbouw en kwekerijen. Daarnaast heeft Dunea nog categorieën opgegeven als tandartsen, slachterijen, bioscopen en theaters, benzinstations en religieuze organisaties. Vitens heeft interesse in penitentiaire inrichtingen en boerderijen. Door de interesse van slechts een bedrijf zijn de categorieën niet in de verbruikspatronenbibliotheek terechtgekomen.

Daarnaast is het voor sommige categorieën niet mogelijk om een normpatroon te ontwikkelen. In de (glas)tuinbouw bijvoorbeeld volgt het verbruik een seizoenspatroon. De (glas)tuinbouw gebruikt relatief veel water bij langdurige droogte in plaats van een dagpatroon. Bovendien zijn dit heel specifieke patronen, die lastig zijn te vatten in een standaardpatroon. Ook voor agrarische bedrijven geldt dat de verbruikspatronen zeer specifiek zijn, en geen standaardpatronen. Vitens heeft eerder melkveehouders gemeten. Het waterverbruik is sterk afhankelijk van het patroon van melken, toepassing van melkmachines, voeren van hooi of gras etc. Een standaardpatroon is daardoor niet geldig. Voor deze gebruikers is de toepassing van slimme meters een goede manier om meer zicht te krijgen op de verbruikspatronen. Brabant Water, Vitens en PWN gebruiken slimme meters voor een aantal grootverbruikers.

3 Beschikbare metingen voor verbruikspatronenbibliotheek

3.1 Inleiding

De verbruikspatronenbibliotheek is deels opgesteld en gevalideerd met behulp van metingen van het waterverbruik van verschillende gebouwen en gebieden. In dit hoofdstuk worden de beschikbare metingen en hun herkomst beschreven. Allereerst komen de metingen aan bod die bij verschillende waterbedrijven beschikbaar zijn. Daarna worden de drie gebieden beschreven, waarop de validatie van de verbruikspatronenbibliotheek is uitgevoerd.

3.2 Beschikbare metingen voor opstellen van verbruikspatronenbibliotheek

Vanuit de bedrijven, die betrokken zijn bij dit project (Evides, Dunea, Vitens) en vanuit projecten, die door KWR zijn uitgevoerd, zijn metingen beschikbaar van verschillende gebouwen: zoals van Waternet en Vitens voor het ontwikkelen van SIMDEUM voor niet huishoudelijk verbruik (Pieterse-Quirijns e.a., 2009) en voor het valideren van rekenregels voor het waterverbruik (Pieterse-Quirijns e.a., 2013). Voor de vastgestelde categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek (Tabel 2-1) zijn de beschikbare metingen weergegeven in Tabel 3-1.

Van sommige gebouwen zijn geen metingen beschikbaar. Hiervoor zijn gepubliceerde data gebruikt. In Beuken e.a. (2005) zijn afnamepatronen van niet-huishoudelijk verbruik opgenomen. Dit zijn afnamepatronen op uurbasis vanuit Engeland. In Engeland is een methode ontwikkeld waarmee het verbruikspatroon van bedrijven is onderverdeeld in 19 klassen. Deze patronen worden gebruikt in het bepalen van het lekverlies via de bottom-up methode, waarin een kwantificering van het nachtverbruik gewenst is (Beuken e.a., 2005).

In de tabel zijn verwijzingen opgenomen naar bijbehorende figuren in dit rapport. Van de andere metingen zijn in de genoemde referenties figuren opgenomen.

Tabel 3-1 Beschikbare metingen van gebouwen voor het opstellen van de normpatronen in de verbruikspatronenbibliotheek bij verschillende waterleidingbedrijven, uit uitgevoerde projecten of gepubliceerde normpatronen.

Categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek		metingen beschikbaar	informatie metingen				figuur
Categorie	Onderverdeling		ja/nee	aantal dagen	tijd-basis	meetperiode	
huishoudelijk verbruik							
weekdag/ weekenddag	stedelijk	ja					
	Leidsche Rijn		95 week, 38 weekend	5 min.	09-06-2001 tot 19-10-2001	Vitens in BTO 2006.010/0.11	Figuur I-1
	Ypenburg		34 week, 20 weekend	10 [s]	28-05-2011 tot 28-08-2011	aangeleverd door Dunea	Figuur I-2
	Woontoren		22 week, 9 weekend	1 [s]	21-10-2009 tot 01-12-2009	Pieterse-Quirijns en Beverloo (2013)	Figuur I-3 Figuur 4-3
	landelijk Franeker	ja	18 week, 8 weekend	1 min.	21-01-2006 tot 15-02-2006	BTO 2007.006(s)	Figuur I-4
	landelijk Tholen	ja	13 week, 4 weekend	1 min.	26-04-2010 tot 13-05-2010	Evides in BTO 2011.053	Figuur 4-4
max-dag		nee					
niet-huishoudelijk verbruik							
kantoor		ja	werkdagen				
			33	1 [s]	20-08-2010 tot 06-10-2010	Pieterse-Quirijns e.a. (2013b)	Figuur 5-1
			24	1 [s]	02-09-2010 tot 06-10-2010	Pieterse-Quirijns e.a. (2013b)	
			7	5 min.	3-05-2005 tot 12-05-2005	Waternet BTO 2009.013	

Categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek		metingen beschikbaar	informatie metingen				figuur
Categorie	Onderverdeling		ja/nee	aantal dagen	tijd-basis	meetperiode	
			53	1 min.	28-07-2008 tot 26-10-2008	Vitens in BTO 2009.013	
			10	1 min.	3-11-2008 tot 18-11-2008	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 1-1a
			15	1 min.	27-10-2008 tot 18-11-2008	Vitens in BTO 2009.013	
hotel	zakelijk hotel	ja					
			28	1 [s]	12-11-2010 tot 12-12-2010	Pieterse-Quirijns e.a. (2013a)	Figuur 5-3
					06-01-2011 tot 08-02-2011	Pieterse-Quirijns e.a. (2013a)	
			30	5 min.	1-30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	
		72	10 min.	21-09-2004 tot 4-12-2004	Waternet BTO2009.013		
	toeristisch hotel	ja	31	10 min.	21-12-2004 tot 20-01-2005	Waternet BTO 2009.013	Figuur 5-4
	theaterhotel	ja	30	5 min.	1-30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-5
zorginstelling	verpleeghuis	ja					
			29	1 [s]	08-10-2010 tot 10-11-2010	Pieterse-Quirijns e.a. (2013c)	Figuur 5-9
			36	1 [s]	07-02-2012 tot 21-03-2012	Pieterse-Quirijns e.a. (2013c)	
			30	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	
			30	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	
	woon-zorgcombinatie	ja	30	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-10

Categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek		metingen beschikbaar	informatie metingen				figuur
Categorie	Onderverdeling		ja/nee	aantal dagen	tijd-basis	meetperiode	
school	lagere school	ja		1 uur		KWR 05.010	Figuur 5-13
	middelbare school	ja		1 uur		KWR 05.010	Figuur 5-13
	hoger onderwijs of universiteit	ja	142 wekdagen	5 min.	28-01-2010 tot 15-08-2010	Dunea voor VPB	Figuur 5-14a
			22 wekdagen	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-14b
			30	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-15
eetgelegenheid	lunchroom	nee					
	restaurant	nee					
winkel		ja				KWR 05.010	Figuur 5-21
camping		ja	30	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-23
			364	1 uur	01-01-2009 tot 30-12-2009	Evides in BTO 2011.053	Figuur 5-24
recreatiepark		ja				KWR 05.010	Figuur 5-26
sportcomplex	sportveld	ja	30	5 min.	1 - 30 maart 2007	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-28
	sportcentrum	ja	23	5 min.	25-01-2005 tot 16-02-2005	Waternet BTO 2009.013	Figuur 5-29
	ijsbaan	ja	30	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-31a
			28	10 min.	26-01-2005 tot 22-02-2005	Waternet BTO 2009.013	Figuur 5-31b
zwembad	zwembad zonder avondopenstelling	ja	26	5 min.	20-07-2010 tot 14-08-2010	Dunea voor VPB ^a	Figuur 5-35d
	zwembad met	ja	30	5 min.	1 - 30 maart	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-35a

Categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek		metingen beschikbaar	informatie metingen				figuur
Categorie	Onderverdeling		ja/nee	aantal dagen	tijd-basis	meetperiode	
	avondopenstelling				2007		
			30	5 min.	1 - 30 juni 2006	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-35b
			27	10 min.	26-01-2005 tot 21-02-2005	Waternet BTO 2009.013	Figuur 5-35c
sauna		ja	30	5 min.	1 - 30 maart 2007	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-38
			191	5 min.	06-02-2010 tot 15-08-2010	Dunea voor VPB	Figuur 5-39
wasserijen/ wasserette		ja	30	5 min.	1 - 30 maart 2007	Vitens in BTO 2009.013	Figuur 5-40
			292	1 uur	29-10-2009 tot 16-08-2010	Dunea voor VPB	Figuur 5-42
			43	1 uur	04-07-2010 tot 16-08-2010	Dunea voor VPB	Figuur 5-43
			157	1 uur	22-01-2010 tot 28-06-2010	Dunea voor VPB	Figuur 5-44

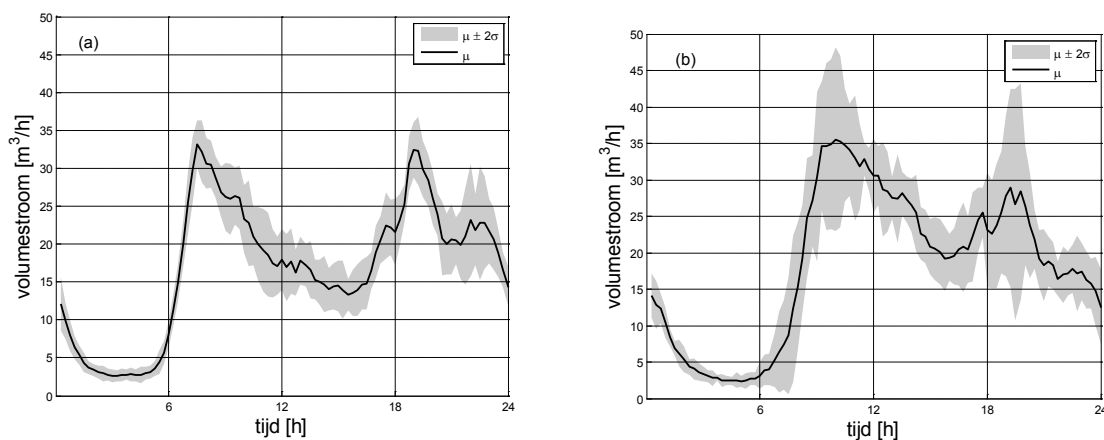
ad^a: VPB = VerbruiksPatronenBibliotheek

3.3 Beschikbare metingen voor validatie van verbruikspatronenbibliotheek

Voor de validatie van de verbruikspatronenbibliotheek zijn metingen nodig van de volumestroom van een wijk of een stad. De metingen moeten minimaal per kwartier beschikbaar zijn. Daarnaast moet van elke meetlocatie de aanwezige categorieën en het gemiddeld dagverbruik van de categorieën bekend zijn. Drie gebieden zijn geselecteerd, die variëren in schaalgrootte: Benthuizen, Zandvoort en Haarlem. In hoofdstuk 6 worden de aanwezige gebruikers in de gebieden uitgebreider beschreven.

3.3.1 Benthuizen

Benthuizen is een plattelandsgemeente in Zuid-Holland. De volumestroom is elke 5 minuten gemeten gedurende 20 dagen (9-29 november 2004). De metingen zijn beschreven in Beuken e.a. (2005). In Figuur 3-1 is het verbruik tijdens een week- en weekenddag weergegeven.

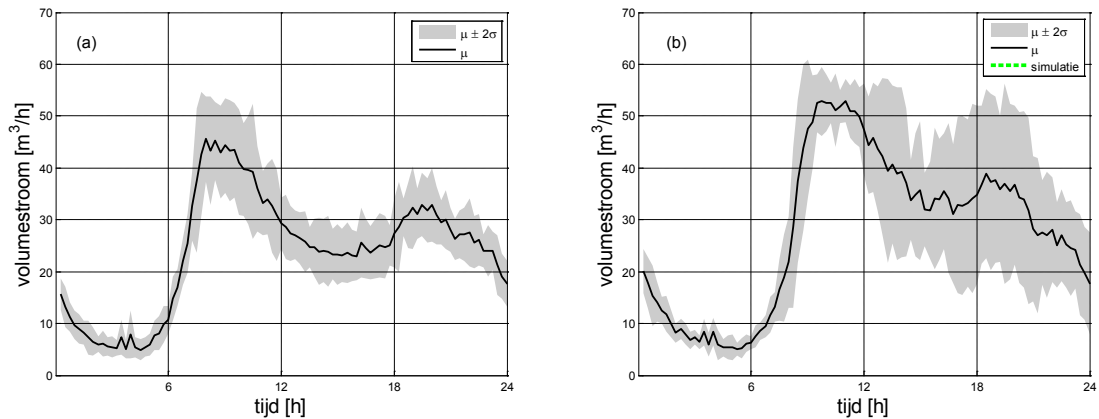


Figuur 3-1 Gemeten volumestroom (5 minutenbasis) van Benthuizen: (a) weekdag en (b) weekenddag (met een tijdschaal van 15 minuten).

Het waterverbruik van Benthuizen wordt voornamelijk gekarakteriseerd door huishoudens. 94% van het verbruik is huishoudelijk. In het meetgebied zijn 56 niet-huishoudelijke verbruikers, waaronder kantoren, school, restaurant, winkel, sportvelden en sportcentra, overig (agrarische bedrijven).

3.3.2 Zandvoort

Van de boulevard van Zandvoort zijn metingen beschikbaar van 01-08-2008 en 28-10-2008 (Blokker, 2010). Elke 5 minuten is de volumestroom gemeten en voor een week- en weekenddag weergegeven in Figuur 3-2.

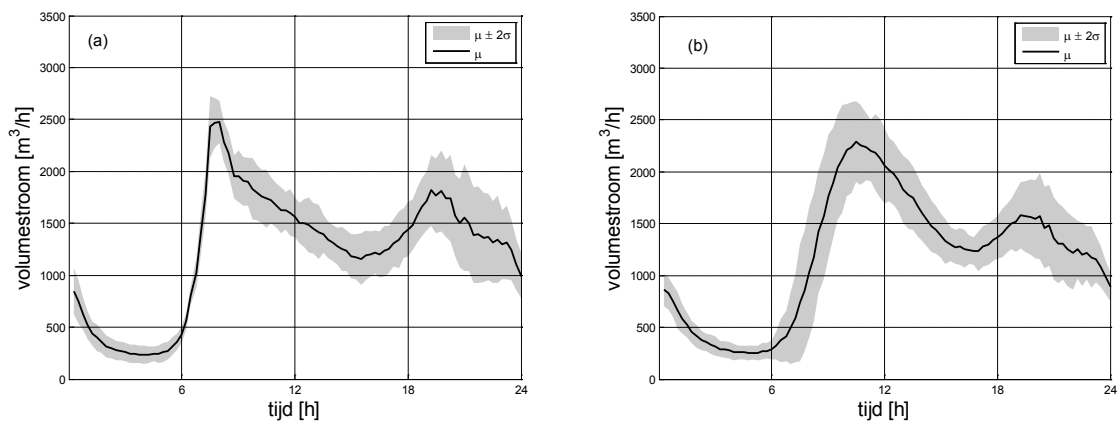


Figuur 3-2 Gemeten volumestroom (5 minutenbasis) van Zandvoort: (a) weekdag en (b) weekenddag (met een tijdschaal van 15 minuten).

Het bemeten gedeelte van Zandvoort wordt gekenmerkt door een combinatie van huishoudelijk verbruik (ca. 1000 woningen) en toeristisch verbruik (hotels, restaurants en strandtent).

3.3.3 Haarlem

Van de stad Haarlem zijn elke 15 minuten metingen beschikbaar voor de periode van mei tot augustus 2009. In deze periode valt ook de vakantie, dat resulteert in een ander waterverbruik. Daarom is voor het waterverbruik op een weekdag de periode tot aan de zomervakantie gebruikt: van mei tot begin juli 2009. In Figuur 3-3 is het waterverbruik op een week- en weekenddag te zien.



Figuur 3-3 Gemeten volumestroom (15 minutenbasis) van Haarlem: (a) weekdag en (b) weekenddag (met een tijdschaal van 15 minuten).

Het waterverbruik van Haarlem bestaat voor 77% uit huishoudelijk waterverbruik. Van het niet-huishoudelijk waterverbruik zijn 52 specifieke gebruikers vastgesteld. Van het kleinzakelijk is 50% geïdentificeerd. Dit gebied is gebruikt in het DPW onderzoek, dat aanleiding was voor het opstellen van de verbruikspatronenbibliotheek (Blokker e.a., 2009).

4 Standaardverbruikspatronen: huishoudelijk

4.1 Inleiding

Huishoudelijke verbruikspatronen zijn gegenereerd met behulp van SIMDEUM® (SIMulation of Demand, an End-Use Model) (Blokker, 2010). SIMDEUM simuleert het waterverbruik van huishoudens op basis van gegevens over de aanwezige waterverbruikende apparatuur en op basis van het waterverbruikend gedrag van aanwezige bewoners. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe een week-, weekend- en max-dagpatroon wordt gegenereerd met SIMDEUM. Op basis van beschikbare metingen zijn de gegenereerde patronen aangepast en uitgebreid met een landelijk en stedelijk patroon.

Van de gegenereerde patronen wordt een normpatroon gemaakt met een gemiddelde verbruik van 1 voor een tijdstap van 5 minuten, 15 minuten en 1 uur. De normpatronen worden in dit hoofdstuk beschreven en als Excelbestand meegeleverd met dit rapport.

Allereerst worden de huishoudelijke patronen beschreven, die met SIMDEUM verkregen worden. Vervolgens worden deze patronen, op basis van de vergelijking met beschikbare metingen, aangepast voor het avondverbruik en uitgebreid met een landelijk en stedelijk patroon met behulp van de VLPV-methode. Dit resulteert in de definitieve huishoudelijke standaardverbruikspatronen voor de verbruikspatronenbibliotheek. Tot slot wordt beschreven hoe het normpatroon voor een max-dag wordt gemaakt.

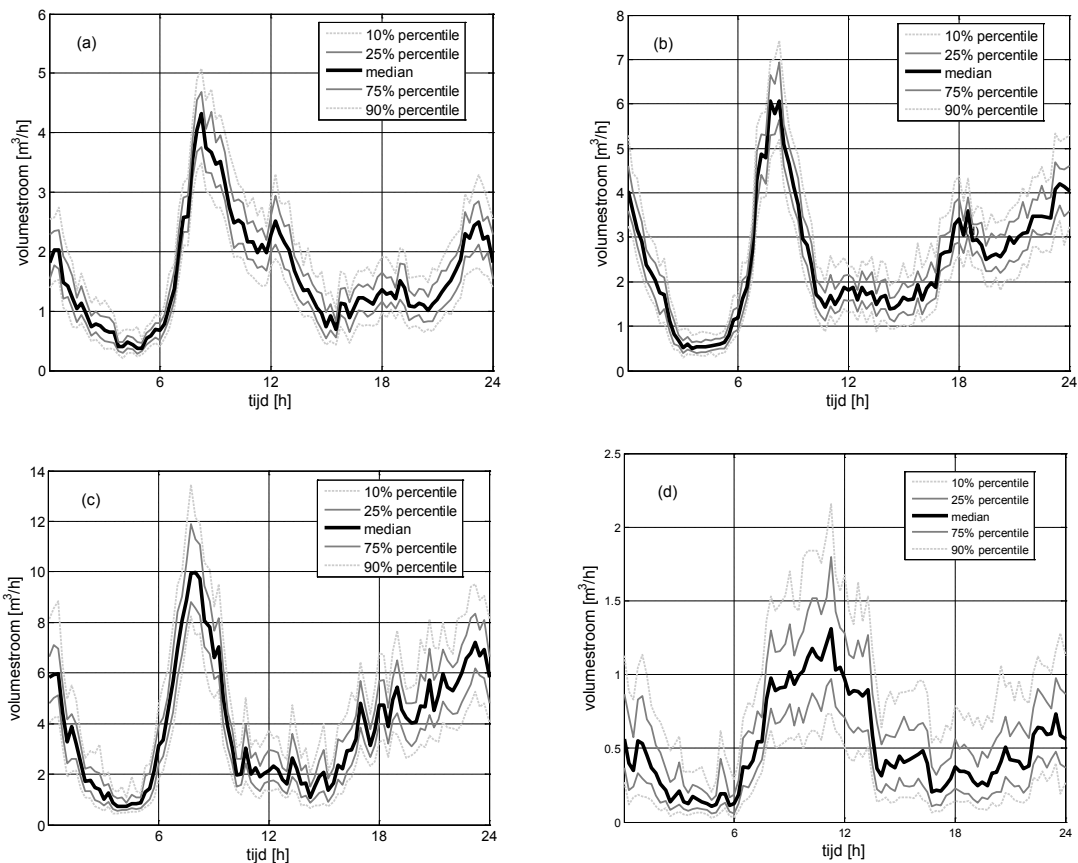
4.2 Huishoudelijke standaardverbruikspatronen van SIMDEUM®

Huishoudelijke verbruikspatronen zijn gebaseerd op SIMDEUM® voor stadswijken. Met SIMDEUM is het mogelijk om een verbruikspatroon voor een weekdag en voor een weekenddag te genereren. Daarnaast kan de invloed van de bezettingsgraad en het type bewoners meegenomen worden.

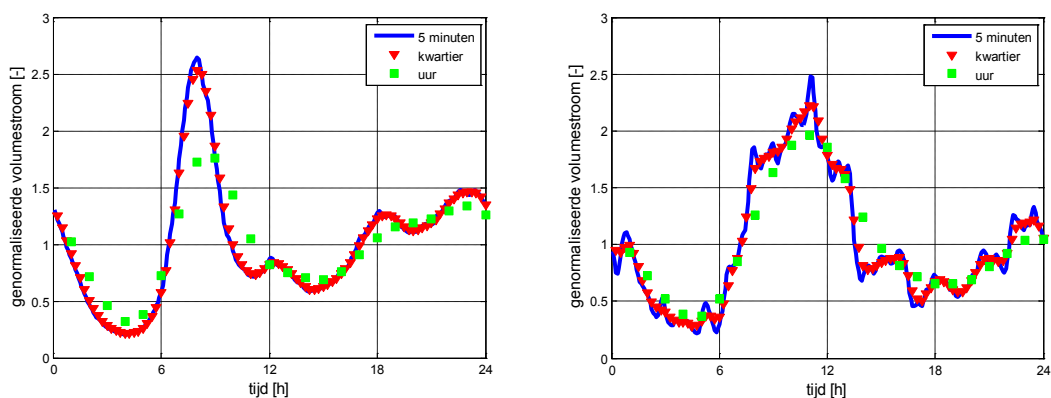
Het dagelijks patroon voor een weekdag is voor verschillende bewoners, zoals gezinnen, senioren en twee verdieners, weergegeven in Figuur 4-1. Uit de figuur blijkt dat de dagelijkse patronen ondanks de verschillende bezettingsgraad en bewonerstype vergelijkbaar zijn en dat alleen de hoeveelheid water varieert. Andere bewoning van een huis of een wijk zal daarom voornamelijk effect hebben op het gemiddelde waterverbruik en niet zozeer op het patroon. Dit betekent dat het standaard normpatroon voor huishoudelijk verbruik hetzelfde is voor verschillende type huishoudens. In Figuur 4-2a is het standaardnormpatroon op basis van SIMDEUM voor een weekdag weergegeven voor een gemiddelde wijk in Nederland met 5000 aansluitingen.

In het weekend staan mensen later op. Het piekverbruik in de ochtend is breder verspreid en vindt later plaats. Met SIMDEUM kan ook een weekendpatroon gesimuleerd worden. Een gesimuleerd weekendpatroon is weergegeven in Figuur 4-1d.

De standaardnormpatronen voor een weekdag en een weekenddag zijn weergegeven in Figuur 4-2. Ze zijn gebaseerd op SIMDEUM patronen voor een gemiddelde wijk in Nederland met 5000 aansluitingen. Het aantal aansluitingen dat hiervoor gebruikt is heeft nauwelijks invloed op het normpatroon. Een kleiner aantal aansluitingen zal op kleine tijdschaal resulteren in een meer piekerig patroon, met hogere pieken. Echter bij de grotere tijdschalen van de verbruikspatronenbibliotheek (5, 15 en 60 minuten) zal er geen verschil meer zijn.



Figuur 4-1 Gesimuleerd patroon van het waterverbruik voor een weekdag voor (a) 250 senioren woningen, (b) 250 appartementen voor jonge gezinnen en (c) 250 luxe vierkamerappartementen en voor een weekenddag van 50 huishoudens (d) (met een tijdschaal van 15 minuten).



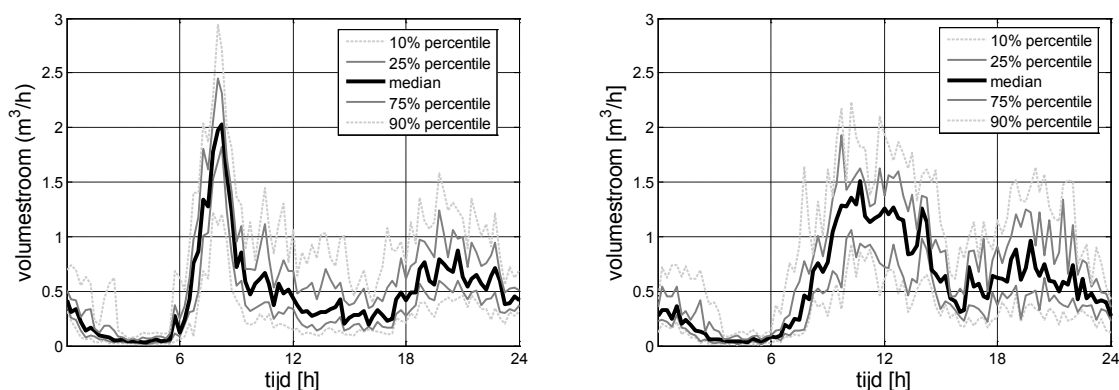
Figuur 4-2 Genormaliseerde standaardpatronen op basis van SIMDEUM® voor huishoudelijk verbruik voor (a) een weekdag en (b) een weekenddag.

4.3 Aanpassing huishoudelijke standaardverbruikspatronen op basis van metingen: definitieve huishoudelijke standaardverbruikspatronen

4.3.1 Aanpassing avondverbruik

Als het avondverbruik (en daarmee het nachtverbruik) van de standaardnormpatronen uit Figuur 4-2 vergeleken wordt met de verbruikspatronen van de validatiegebieden in het vorige hoofdstuk (Figuur 3-1 tot Figuur 3-3) dan blijkt dat de piek in het gesimuleerde avondverbruik structureel later valt dan de gemeten avondpieken. De gemeten avondpiek is steeds rond 20:00, terwijl de gesimuleerde avondpiek rond 22:00 of nog later plaatsvindt. Hierdoor is het gesimuleerde nachtverbruik ook steeds hoger.

De validatiegebieden bestaan uit een combinatie van huishoudelijk met niet-huishoudelijk waterverbruik. Het eerder plaatsvinden van de piek in het gemeten avondverbruik kan daarom ook nog veroorzaakt worden door de aanwezige niet-huishoudelijke verbruikers. Om deze reden is in Figuur 4-3 het gemeten waterverbruik van een woontoren (figuur a) en een weekenddag (figuur b) te zien in een woontoren, bestaande uit puur huishoudelijk verbruik. Uit deze figuren blijkt dat de piek in het avondverbruik in huishoudens rond 20:00 plaatsvindt. Ook uit andere metingen van puur huishoudelijk verbruik (Pieterse-Quirijns en Beverloo, 2013; Bijlage I) blijkt dat het avondverbruik vroeger op de avond plaatsvindt. Het avondverbruik (en nachtverbruik) in de gesimuleerde standaardnormpatronen moet dus aangepast worden.



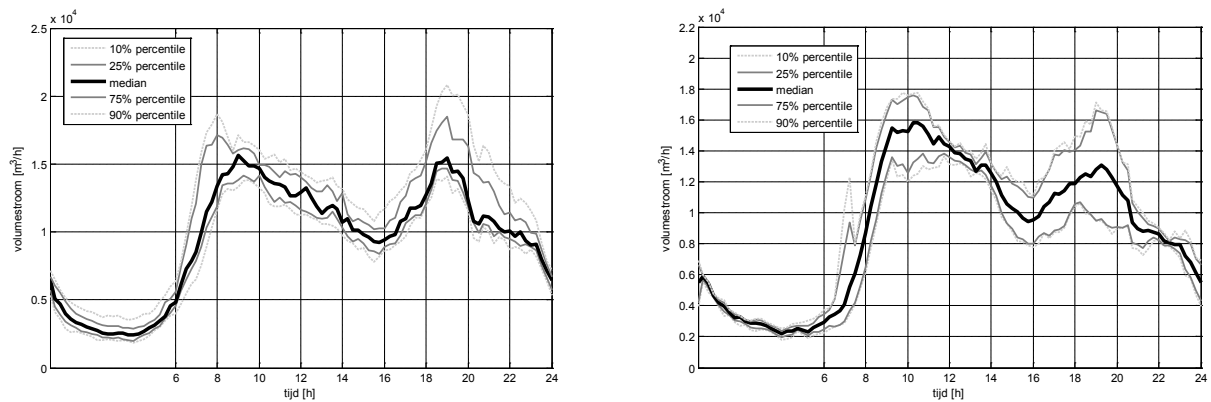
Figuur 4-3 Het gemeten huishoudelijk verbruik in 59 appartementen van een woontoren, gedurende 20 werkdagen (a) en gedurende 10 weekenddagen (b) (met een tijdschaal van 15 minuten).

4.3.2 Uitbreiden huishoudelijk patroon: landelijk en stedelijk

Uit de gesimuleerde standaardpatronen blijkt dat zowel op een werkdag als op een weekenddag de ochtendpiek hoger is dan de avondpiek. Het verschil tussen de ochtendpiek en de avondpiek is voor een werkdag groter dan voor een weekenddag (Figuur 4-2). Dit geldt ook voor de werkdagen van de validatiegebieden Zandvoort (Figuur 3-2a) en Haarlem (Figuur 3-3a) en voor alle weekenddagen (Figuur 3-1b tot Figuur 3-3b). Maar het geldt niet voor de werkdagen in Benthuisen (Figuur 3-1a). Daar ligt de ochtendpiek op vergelijkbare hoogte als de avondpiek.

Een verklaring hiervoor kan zijn dat Benthuisen een plattelandsgemeente is in tegenstelling tot Zandvoort en Haarlem. Het is niet ondenkbaar dat het waterverbruik op het platteland anders is dan in een meer stedelijke omgeving. Een vergelijkbare overeenkomst in de hoogte van de ochtend- en avondpiek van het waterverbruik op een werkdag is ook gevonden in Tholen. In Figuur 4-4 is het waterverbruik in Tholen van 26 april tot en met 12 mei 2010 te zien voor een werkdag (figuur a) en een

weekenddag (figuur b). Om te onderzoeken of de verbruikspatronen op een weekdag van Benthuizen en Tholen significant verschillen van een weekdag in bijvoorbeeld Haarlem is de VLPV methode toegepast (van Thienen en Pieterse-Quirijns, 2011).

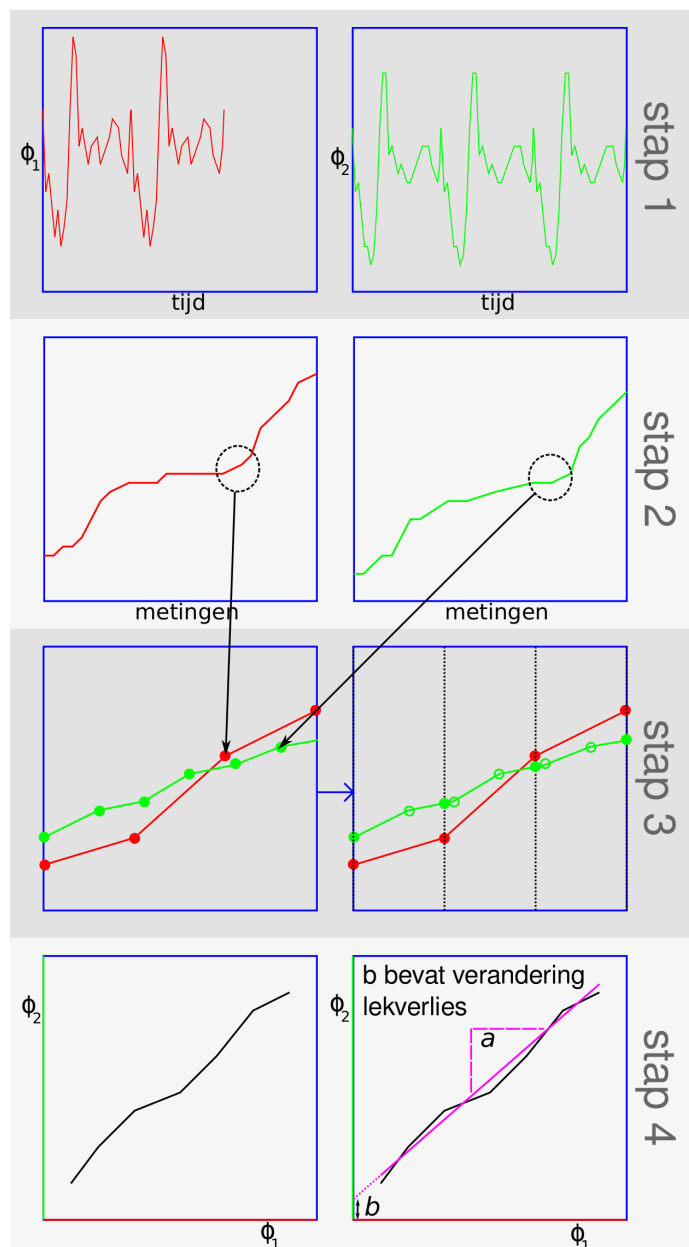


Figuur 4-4 Gemeten volumestroom (minuutbasis) van Tholen: (a) 13 weekdagen en (b) 4 weekenddagen (met een tijdschaal van 15 minuten).

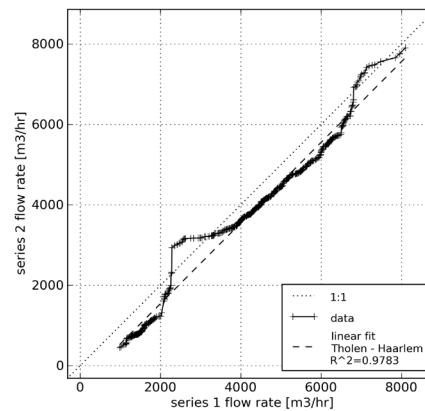
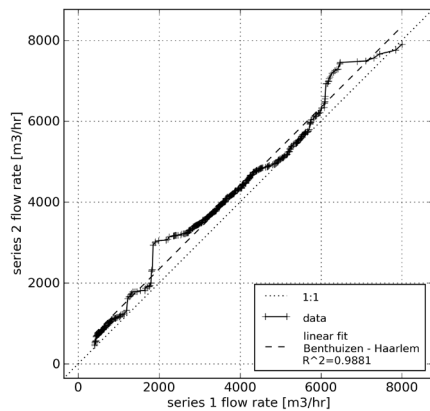
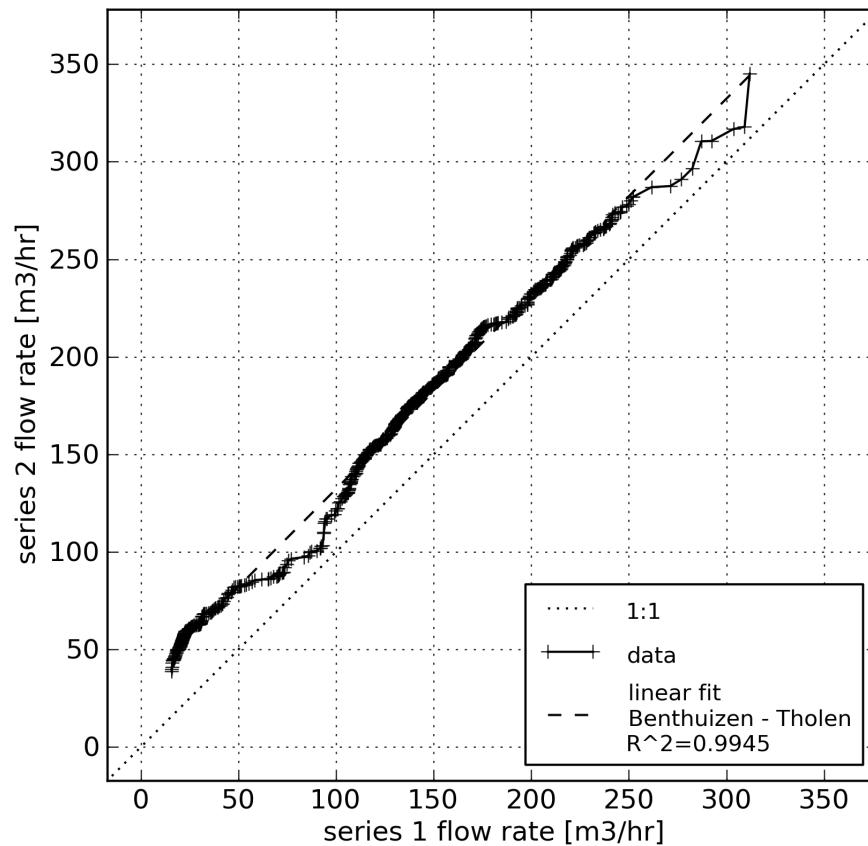
VLPV staat voor Vergelijking van LeveringsPatroon-Verdelingen-methode. In deze VLPV-methode worden verbruikspatronen van één gebied in verschillende perioden op een bepaalde, eenvoudige manier met elkaar vergeleken (Figuur 4-5). Op basis van deze vergelijking, kan o.a. de ontwikkeling van het verbruik en het lekverlies in een leveringsgebied gekarakteriseerd en gekwantificeerd worden. Een wijziging in het patroon of in de hoogte van het verbruik kan zo aangetoond worden, met behulp van de coëfficiënten a en b in stap 4 van Figuur 4-5.

De informatie die de VLPV geeft kan in dit project toegepast worden om te onderzoeken of de verbruiken op een weekdag voor de plattelandsgemeenten Benthuizen en Tholen significant verschillend zijn van de verbruikspatronen op een weekdag in een stad, zoals Haarlem. Als de VLPV methode een significant verschil aantoont, betekent dit ook dat er een onderscheid in huishoudelijke normpatronen moet komen voor verschillende regio's. Hierbij wordt de VLPV-methode niet toegepast op verbruikspatronen van verschillende perioden in één gebied, maar op verbruikspatronen van twee verschillende gebieden. In dit geval zijn niet de waarden voor a en b belangrijk, maar wordt gekeken naar afwijkingen ten opzichte van een rechte lijn.

In Figuur 4-6 zijn de VLPV plots te zien tussen de verschillende gebieden. De correlatie tussen de twee plattelandsgemeenten Benthuizen en Tholen ($R^2 = 0,9945$) is groter, dan tussen platteland en stad, immers $R^2 = 0,9881$ tussen Benthuizen en Haarlem en $0,9783$ tussen Tholen en Haarlem. Dit betekent dat er een verschil bestaat in verbruikspatroon tussen een plattelandsgemeente en een stad.



Figuur 4-5 Methodiek voor het bepalen van veranderingen in het verbruik en het lekverlies in een voorzieningsgebied met de VLPV-methode



Figuur 4-6 Toepassing van de VLPV methode om het verschil in landelijk en stedelijk verbruikspatroon aan te tonen: a) geschaalde VLPV plot tussen Benthuizen en Tholen, b) geschaalde VLPV plot tussen Benthuizen en Haarlem, c) geschaalde VLPV plot tussen Tholen en Haarlem.

4.3.3 Definitieve huishoudelijke standaardpatronen

De standaardnormpatronen op basis van SIMDEUM moeten dus op twee niveaus aangepast worden:

- a) de piek van het avondverbruik moet naar een vroeger tijdstip verschoven worden.
- b) een extra huishoudelijk patroon is nodig voor een weekdag in landelijk gebied.

Deze aanpassingen kunnen gemaakt worden op basis van metingen van de volumestroom in gebieden of gebouwen die uitsluitend uit woningen met huishoudelijk verbruik bestaan. Uit Tabel 3-1 blijkt dat er metingen beschikbaar zijn van stedelijke omgeving, namelijk Leidsche Rijn, Ypenburg en een woontoren en van een landelijke omgeving, namelijk Franeker. In Bijlage I zijn de normpatronen behorend bij deze metingen weergegeven.

Om tot een standaardnormpatroon te komen van een weekdag in een 'gemiddelde' stedelijke omgeving lijken de beschikbare metingen niet geschikt. Ze hebben betrekking op een specifieke situatie. In Leidsche Rijn zijn de gemeten nachtverbruiken erg laag, waardoor in de normpatronen de pieken in de ochtend te hoog zijn. Ypenburg heeft een hele vroege ochtendpiek en lijkt meer een forensendorp, waarin mensen vroeg opstaan om buiten Ypenburg te gaan werken. Het ligt dichtbij verschillende snelwegen en heeft een eigen station. De woontoren heeft een zeer specifieke gebruikersklasse en is daardoor geen afspiegeling van een wijk met verschillende type bewoners. Voor een weekdag in een stedelijke omgeving wordt daarom het gesimuleerde standaardnormpatroon gebruikt op basis van SIMDEUM (paragraaf 4.2), waarbij handmatig het avondverbruik is verschoven. De piek van het avondverbruik is verlegd van 22:00 naar 20:00 zoals uit de metingen blijkt. Door het verschuiven van de avondpiek naar een vroeger tijdstip, is het nachtverbruik vanzelf lager geworden.

Uit de normpatronen voor weekdagen lijkt het normpatroon van Franeker een geschikt standaardnormpatroon voor een landelijke omgeving, wanneer deze vergeleken wordt met de verbruikspatronen van Tholen en Benthuizen.

Uit de normpatronen van de weekenddagen blijkt dat het weekendpatroon voor stad en platteland vergelijkbaar zijn. Het normpatroon van Ypenburg ligt tussen de normpatronen van Leidsche Rijn en Franeker in en wordt daarom als geschikt weekendpatroon gekozen.

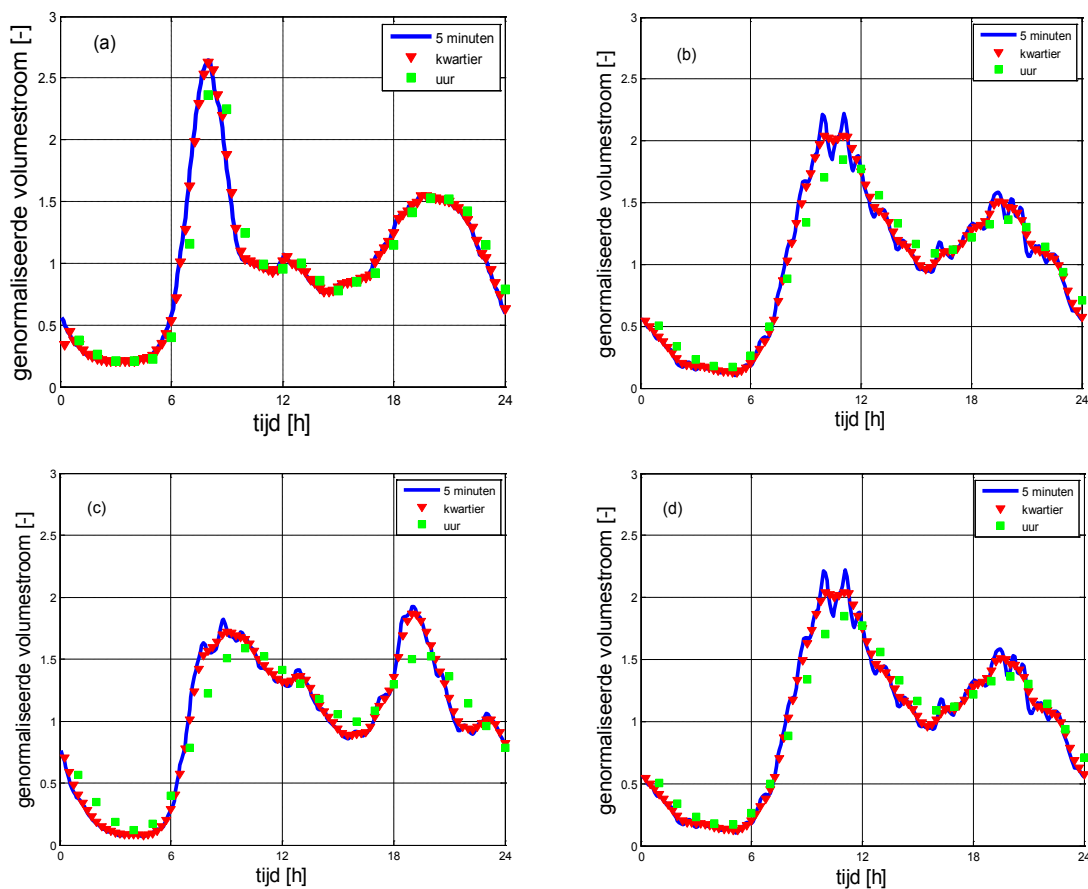
In Figuur 4-7 zijn de definitieve standaardnormpatronen voor huishoudelijk verbruik weergegeven. Uit het bovenstaande volgt dat de verbruikspatronen per gebied, wijk of stad sterk kunnen variëren. Het tijdstip van de ochtendpiek en de verhouding tussen de ochtend- en avondpiek zijn kenmerkende verschillen. De normpatronen die in de verbruikspatronenbibliotheek zijn opgenomen zijn dan ook een voorbeeld van een gemiddelde stad of plattelandsgemeente. Omdat het huishoudelijk verbruik vaak een groot aandeel vormt van het totale verbruik (68%-94% in de validatiegebieden) is het cruciaal om dit patroon goed te krijgen. Het beste is daarom om per gebied een huishoudelijk normpatroon vast te stellen. Dit kan op basis van metingen van het huishoudelijk verbruik. Een andere mogelijkheid is om het totale verbruik van een bepaald gebied te meten en daarvan alle niet-huishoudelijke verbruikers af te trekken, zodat het huishoudelijke patroon overblijft. Deze methode is de 'omgekeerde' werkwijze van de validatieprocedure beschreven in hoofdstuk 6.

Om het werkelijke patroon van een woongebouw of wijk te construeren, wordt het huishoudelijke normpatroon vermenigvuldigd met het gemeten dagelijks waterverbruik. Voor huishoudelijk verbruik geldt dat het gemiddelde dagverbruik op een weekdag anders is dan in het weekend. Het gemeten gemiddelde dagverbruik moet daarom aangepast worden met een factor voor een week- of weekenddag. Op basis van metingen van het waterverbruik in Franeker (500 woningen, 2.3 personen) gedurende een half jaar (21-01-2006 tot 03-08-2006) zijn deze factoren vastgesteld (Blokker en Vogelaar, 2007):

weekdag = gemiddeld dagverbruik * 0,97

weekenddag = gemiddeld dagverbruik * 1,06

Voor gebieden met een stedelijk karakter is een vergelijkbare dagfactor gevonden (Blokker, 2013).



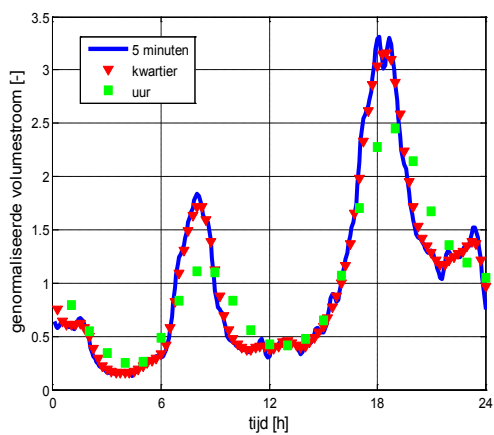
Figuur 4-7 Genormaliseerde standaardpatronen voor huishoudelijk verbruik: in stedelijke omgeving voor (a) een weekdag en (b) een weekenddag en in landelijke omgeving voor (c) een weekdag en (d) een weekenddag

4.4 Huishoudelijke standaardnormpatroon voor een max-dag

In de zomer komen zogenaamde max-dagen voor, waarin het waterverbruik hoger is als gevolg van het warme weer. Het waterverbruik op de max-dag, gekarakteriseerd door een andere avondpiek, wordt voornamelijk veroorzaakt door een ander huishoudelijk verbruik. Uit metingen/ervaringen van de waterleidingbedrijven blijkt dat het waterverbruik op de max-dag tot de middag vergelijkbaar verloopt met andere dagen, pas op het eind van de middag neemt het waterverbruik toe. Deze laatste toename wordt toegekend aan het veranderde huishoudelijke waterverbruik: sproeien van de tuinen etc en niet aan een toename van het niet-huishoudelijke verbruik. Dit betekent dat voor het maken van een patroon voor de max-dag alleen een huishoudelijk max-dag patroon nodig is en niet voor zakelijke verbruikers of grootverbruikers.

In de zomer komen zogenaamde max-dagen voor, waarin het huishoudelijk waterverbruik hoger is als gevolg van het warme weer. Hierbij valt te denken aan extra douchen, het vaker gebruiken van de wasmachine en het sproeien van de tuin. Een patroon dat het waterverbruik weergeeft van zo'n max-dag is gegenereerd door het dagelijks waterverbruik te verhogen met een toename van de douche-frequentie tot 0,95; een toename van het gebruik van de wasmachine (verhoogd met factor 1,5) en het gebruik van de buitenkraan (frequentie 1,2), met een voorkeur voor het moment op de dag dat die gebruikt wordt (Blokker en Vogelaar, 2011).

Het bijbehorende standaardnormpatroon voor een max-dag is te zien in Figuur 4-8. Het is niet mogelijk om het max-dag patroon te vergelijken met metingen. Omdat er altijd maar één patroon per jaar beschikbaar is voor een max-dag, is deze niet uit metingen te maken.



Figuur 4-8 Genormaliseerd standaardpatroon voor huishoudelijk verbruik tijdens een max-dag.

5 Standaardverbruikspatronen: niet-huishoudelijk

5.1 Inleiding

SIMDEUM® kan ook toegepast worden om het niet-huishoudelijk waterverbruik te berekenen (Pieterse-Quirijns e.a., 2009). Ook voor niet-huishoudelijk waterverbruik simuleert SIMDEUM het waterverbruik op basis van gegevens over de aanwezige waterverbruikende apparatuur en op basis van het waterverbruikend gedrag van aanwezige gebruikers. Om deze basis toe te passen in niet-huishoudelijk verbruik is elk gebouw opgedeeld in functionele ruimtes, die getypeerd zijn door karakteristiek waterverbruik, bijvoorbeeld de pantry met toiletten, de schoonmaak. Binnen elke functionele ruimte worden vervolgens het type gebruikers, zoals personeel of schoonmakers, gedefinieerd en de aanwezige tappunten geïnventariseerd. Door deze modulaire opbouw kunnen modellen voor allerlei gebouwen worden geconstrueerd.

Voor enkele categorieën van utiliteitsgebouwen, namelijk kantoren, hotels en zorginstellingen zijn in eerdere projecten al modellen in SIMDEUM opgesteld (Pieterse-Quirijns e.a., 2009; Pieterse-Quirijns, 2010 en 2011). In recent onderzoek zijn metingen gedaan op secondebasis van zowel koud- als warm water van twee kantoren, twee zakelijke hotels en twee zorginstellingen (Pieterse-Quirijns e.a., 2011a-c). Hiermee worden de met SIMDEUM gesimuleerde patronen vergeleken, zowel qua patroon van het dagelijks waterverbruik als qua hoogte van het verbruik. In andere gevallen binnen deze categorieën, waar alleen metingen van koud water beschikbaar zijn op een grotere tijdschaal uit Pieterse-Quirijns e.a. (2009), worden alleen de dagelijkse patronen voor koud water met elkaar vergeleken. Omdat van deze gebouwen ook enquêtes beschikbaar zijn, kan het waterverbruik ook qua hoogte met elkaar vergeleken worden.

Voor de overgebleven categorieën van het niet-huishoudelijk verbruik zijn binnen dit project modellen met SIMDEUM opgesteld en patronen gegenereerd op basis van beschikbare metingen van een aantal gebouwen binnen elke categorie (Tabel 3-1). Van deze gebouwen zijn alleen metingen beschikbaar en is de exacte samenstelling van gebruikers en installatie niet bekend. Echter omdat SIMDEUM een fysische basis heeft met een modulaire opbouw in functionele ruimtes kan voor elke categorie een gebouw geconstrueerd worden op basis van 'common sense'. Het gesimuleerde waterverbruik wordt dan qua patroon vergeleken met de gemeten patronen, om het model te toetsen aan de werkelijkheid. Dit is een grove benadering. Deze is gerechtvaardigd, omdat alleen normpatronen nodig zijn, die overeenkomen qua patroon van het waterverbruik over de dag en omdat van de gemeten gebouwen niet de exacte samenstelling van gebruikers en installaties bekend is. Dit is ook niet mogelijk binnen dit project, omdat het houden van enquêtes om deze informatie te achterhalen een zeer tijdrovende klus is. Daarnaast is het voor gebouwenbeheerders of mensen van de technische dienst moeilijk om aan alle benodigde informatie te komen. Met een gemeten dagverbruik wordt het normpatroon specifiek gemaakt voor een gebouw.

Van de met SIMDEUM gegenereerde patronen wordt een normpatroon gemaakt met een gemiddelde verbruik van 1 voor een tijdstap van 5 minuten, 15 minuten en 1 uur. De normpatronen worden in dit hoofdstuk beschreven en als Excelbestand meegeleverd met dit rapport.

In elke paragraaf worden eerst de gemeten patronen van het waterverbruik geschreven voor de gebouwen binnen een categorie. Vervolgens worden de invoergegevens voor SIMDEUM afgeleid en beschreven. Deze invoergegevens zijn, zoals hierboven beschreven staat, slechts een benadering op basis van bloktijden die afgeleid zijn uit de metingen en op basis van common sense. Tenslotte wordt het standaardnormpatroon gepresenteerd.

5.2 Kantoren

Voor de normpatronen voor kantoren is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens uit voorgaande projecten waarin SIMDEUM geschikt is gemaakt voor niet-huishoudelijk verbruik (Pieterse-Quirijns e.a., 2009) en het ontwikkelen van rekenregels, die het waterverbruik van een willekeurig kantoorgebouw voorspellen (Pieterse-Quirijns, 2010).

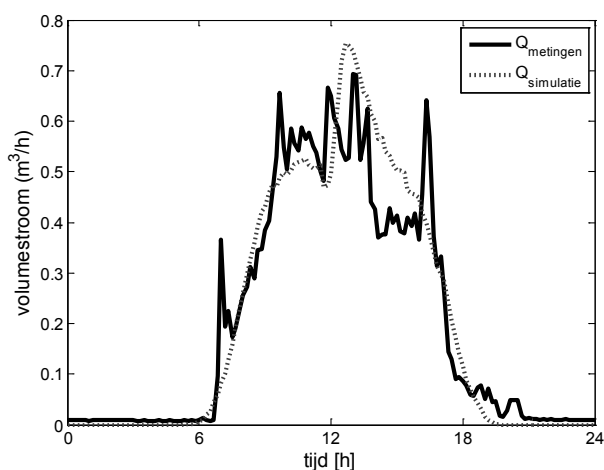
5.2.1 Metingen voor waterverbruik kantoren

Van een aantal kantoren zijn metingen beschikbaar. De metingen zijn weergegeven in Pieterse-Quirijns e.a. (2009) en Pieterse-Quirijns e.a. (2013b). In Figuur 1-1 en Figuur 5-1 is een voorbeeld van het waterverbruik van twee verschillende kantoren te zien.

5.2.2 Simulaties voor waterverbruik kantoren

In kantoren zijn verschillende functionele ruimtes gedefinieerd afhankelijk van het type waterverbruik, zoals een bijeenkomstruimte met kantoorpersoneel, een keuken, de schoonmaakploeg en een douche. De invoer voor SIMDEUM om het waterverbruik in kantoren te simuleren betreft de gebruikers, de bloktijden van bezetting van kantoren en de aanwezige tappunten met hun specificaties, per functionele ruimte. De invoer is uitvoerig beschreven in Pieterse-Quirijns e.a. (2009) en Pieterse-Quirijns (2010).

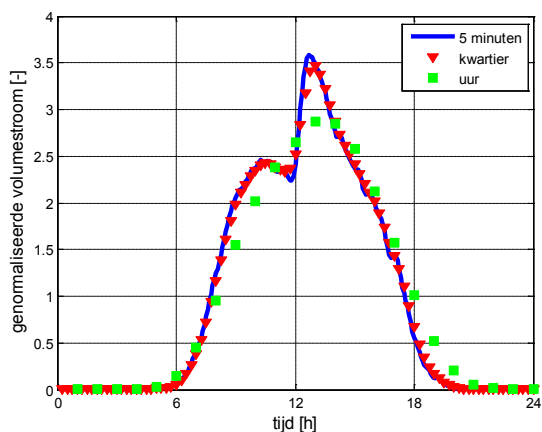
In Figuur 1-1 en Figuur 5-1 zijn ook de gesimuleerde patronen te zien voor het waterverbruik in beide kantoren. De figuren laten zien dat SIMDEUM de verbruikspatronen goed beschrijft.



Figuur 5-1 Vergelijking van het gemiddelde gemeten en gesimuleerde afnamepatroon van koud water van een kantoor (met een tijdschaal van 15 minuten).

5.2.3 Normpatroon voor waterverbruik kantoren

Met de invoer van SIMDEUM beschreven in Pieterse-Quirijns (2010), voor het ontwikkelen van rekenregels, die het waterverbruik van een willekeurig kantoorgebouw voorspellen, is het standaardnormpatroon gegenereerd. Het standaardnormpatroon voor kantoren is weergegeven in Figuur 5-2.



Figuur 5-2 Genormaliseerd standaardpatroon voor kantoren

5.3 Hotels

Hotels kunnen sterk variëren in karakter: zakelijke hotels, hotels met faciliteiten voor een congres, toeristische hotels en theaterhotels. Deze hotels verschillen in het type hotelgast en in de binneninstallatie, die in toeristische of theaterhotels luxer en uitgebreider is. Van toeristische hotelgasten wordt aangenomen dat ze langer douchen en vaker in bad gaan, als een bad in de kamer aanwezig is. Daarnaast zijn in toeristische hotels de kamers vaker bezet door 2 personen. In zakelijke hotels worden de kamers vaak door één hotelgast bezet. Door het zakelijke dagpatroon van deze gasten is er minder variatie in de ochtend betreffende het opstaan en douchen van de gasten. Een theaterhotel heeft naast de hotelgasten ook nog gasten die alleen het theater bezoeken. Dit betekent dat er extra waterverbruik is in de avond voor het restaurant en toiletbezoek.

In de verbruikspatronenbibliotheek worden normpatronen gemaakt van zakelijke hotels, toeristische hotels en theaterhotel (Tabel 2-1).

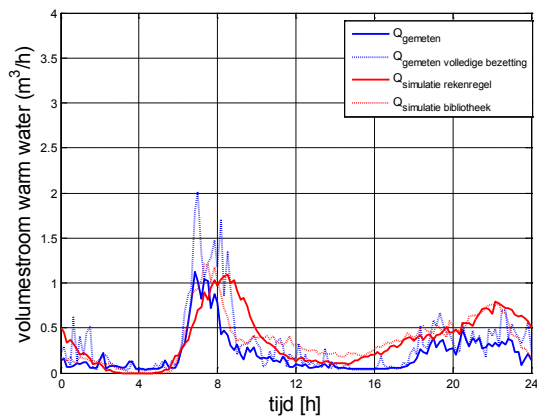
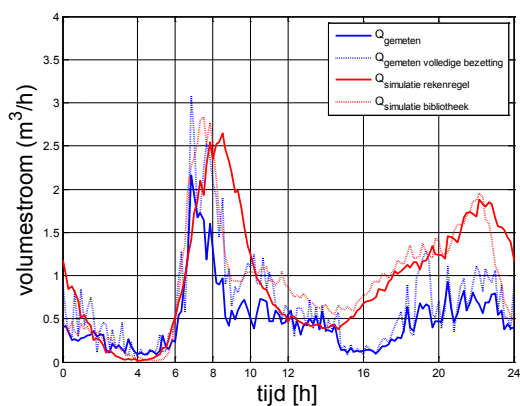
Voor de normpatronen van hotels is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens uit voorgaande projecten waarin SIMDEUM geschikt is gemaakt voor niet-huishoudelijk verbruik (Pieterse-Quirijns e.a., 2009) en het ontwikkelen van rekenregels, die het waterverbruik van een willekeurig hotel voorspellen (Pieterse-Quirijns, 2010).

5.3.1 Metingen voor waterverbruik hotels

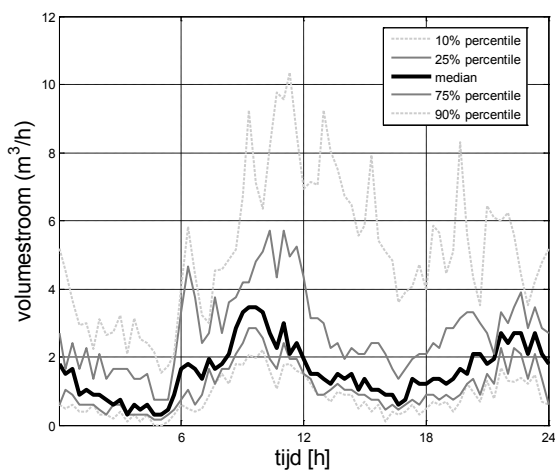
Van een aantal hotels zijn metingen beschikbaar. De metingen zijn weergegeven in Pieterse-Quirijns e.a. (2009) en Pieterse-Quirijns e.a. (2013a). Voor een zakelijk hotel zijn metingen voor het koud- en warmwaterverbruik te zien in Figuur 5-3. Voor een toeristisch hotel is een voorbeeld te zien in Figuur 5-4. Hiervoor is het weekendpatroon gebruikt van een toeristisch hotel, omdat vooral in het weekend een toeristisch patroon zichtbaar wordt. Figuur 5-5 laat het waterverbruik zien van een theaterhotel.

5.3.2 Simulaties voor waterverbruik hotels

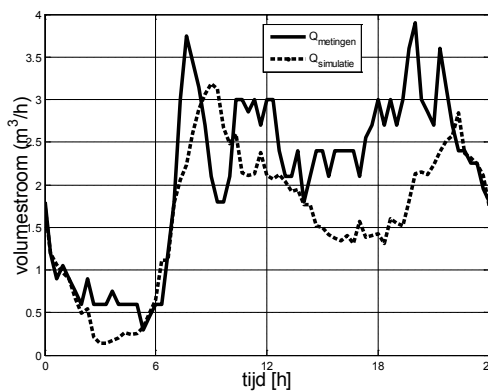
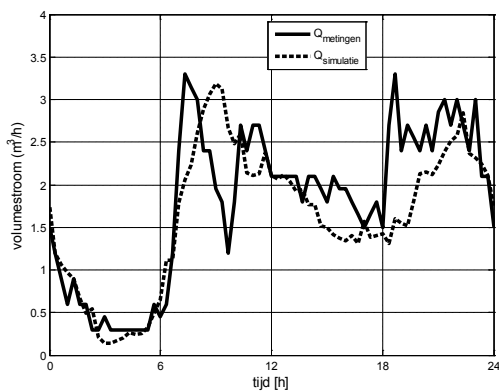
In hotels zijn verschillende functionele ruimtes gedefinieerd afhankelijk van het type waterverbruik, zoals hotelkamers met hotelgasten, één of meerdere keukens, een bijeenkomstruimte of pantry voor het personeel en bezoekers, de schoonmaakploeg en douches buiten de douches op de hotelkamer. De invoer voor SIMDEUM om het waterverbruik in hotels te simuleren betreft de gebruikers, de bloktijden van bezetting van hotels en de aanwezige tappunten met hun specificaties, per functionele ruimte. De invoer is uitvoerig beschreven in Pieterse-Quirijns e.a. (2009) en Pieterse-Quirijns (2010).



Figuur 5-3 Gemeten en gesimuleerde patroon van een zakelijk hotel: (a) voor koud water en (b) voor warm water (met een tijdschaal van 15 minuten)



Figuur 5-4 Gemeten patroon waterverbruik voor een toeristisch hotel weekenddagen (met een tijdschaal van 20 minuten)



Figuur 5-5 Gemeten en gesimuleerde patroon van een theater hotel: (a) in 2006 en (b) in 2007 (met tijdschaal van 20 minuten)

Zakelijke hotels worden gekenmerkt door een smalle ochtendpiek, omdat de hotelgasten voor het werk aanwezig zijn en dus rond dezelfde tijd opstaan en douchen. Voor het ontwikkelen van de rekenregels is voor zakelijke hotels aangenomen dat de piek rond 8 uur ligt. Uit metingen blijkt echter dat de piek eerder valt en veel smaller is: tussen 6.30 en 7.30. Dit is verwerkt in de patronen voor de verbruikspatronenbibliotheek. In Tabel 5-1 zijn de kenmerken van de hotelgasten weergegeven. In Figuur 5-3 is het resultaat te zien: de ochtendpiek komt beter overeen met metingen

In hotels waar voornamelijk toeristen als hotelgasten aanwezig zijn, zal de ochtendpiek breder zijn dan in zakelijke hotels. Sommige toeristen staan vroeg op voor een dagje uit, andere slapen juist extra uit. Op basis van metingen uit Pieterse-Quirijns e.a. (2009) blijkt dat de piek breder is dan aangenomen in de rekenregels, die op basis van aanwezige enquêtes zijn ontwikkeld. Dit is ook in de verbruikspatronenbibliotheek verwerkt. In Tabel 5-1 zijn de kenmerken van de toeristische hotelgasten weergegeven.

Een theaterhotel wordt gekenmerkt door een aanvullend waterverbruik op het eind van de middag en in de avond, door het waterverbruik van de theatergasten (restaurant en toilet). De basis voor de simulatie van dit hotel is beschreven door Pieterse-Quirijns e.a. (2009). Hierin hebben geen aanpassingen plaatsgevonden (Tabel 5-1). De voorspelling van het waterverbruik met SIMDEUM is te zien in Figuur 5-5. De vergelijking van de simulatie met het gemeten waterverbruik laat zien dat SIMDEUM het verloop en de hoogte van het waterverbruik goed beschrijft.

Tabel 5-1 De invoergegevens voor SIMDEUM voor het aantal gebruikers en de tijdstippen waar er kans op waterverbruik is in een zakelijk of toeristisch hotel.

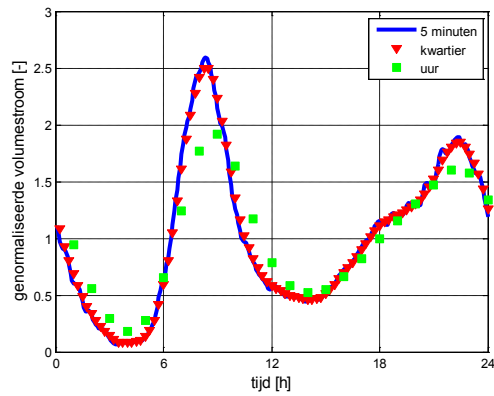
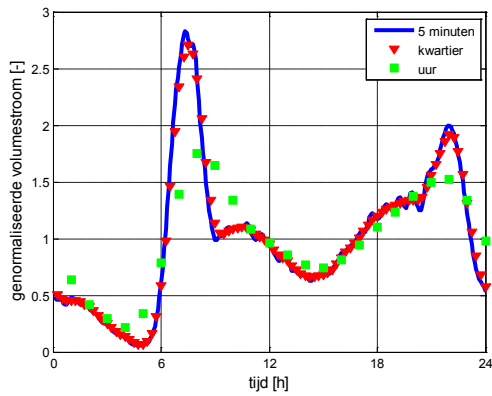
Type hotel	Type gebruiker	Aantal gasten per hotelkamer	Blok tijden hotel ^a			
			t1	t2	t3	t4
Zakelijk	hotelgasten_rekenregels	1,2·x	7:00	8:30	9:00	8:00
	hotelgasten_bibliotheek	1,2·x	6:30	8:00	9:00	8:00
Toeristisch	hotelgasten_rekenregels	1,8·x	8:00	10:00	14:00	8:00
	hotelgasten_bibliotheek	1,8·x	9:00	12:00	14:00	8:00
Theaterhotel	hotelgasten_rekenregels	1,8·x	8:00	10:00	14:00	8:00

ad^a patroon huishoudelijk verbruiker = t1: tijd opstaan, t2: tijd vertrek, t3: duur afwezig, t4: duur slaap

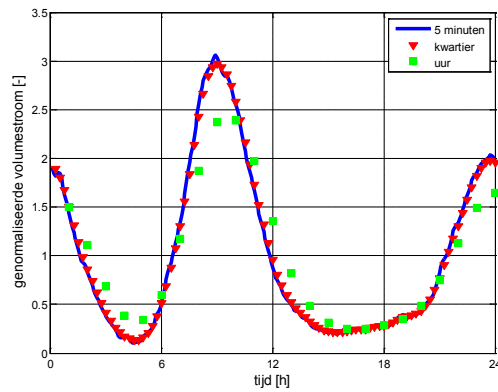
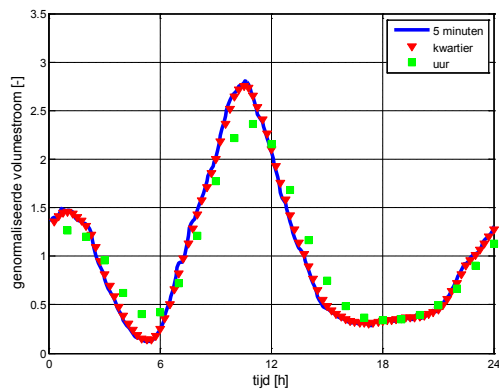
5.3.3 Normpatroon voor waterverbruik hotels

Voor zakelijke en toeristische hotels zijn standaardnormpatronen gegenereerd op basis van de invoer van SIMDEUM voor de rekenregels beschreven door Pieterse-Quirijns (2010) met de aanpassingen van Tabel 5-1. Voor het theaterhotel is het normpatroon gegenereerd op basis van de invoer beschreven door Pieterse-Quirijns e.a. (2009).

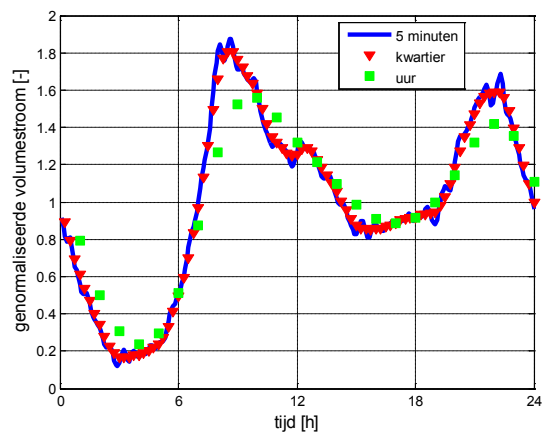
De standaardnormpatronen voor zakelijk hotels zijn te zien in Figuur 5-6, voor toeristische hotels in Figuur 5-7 en voor theaterhotels in Figuur 5-8.



Figuur 5-6 Genormaliseerd standaardpatroon voor zakelijke hotels (a) na aanpassen van ochtend piek, (b) rekenregel



Figuur 5-7 Genormaliseerd standaardpatroon voor toeristische hotels (a) na aanpassen van ochtend piek, (b) rekenregel



Figuur 5-8 Genormaliseerd standaardpatroon voor theaterhotel

5.4 Zorginstellingen

Het verbruikspatroon voor zorginstellingen is sterk afhankelijk van de mate waarin bewoners zelfstandig kunnen leven. In verpleeghuizen met bewoners die volledig afhankelijk zijn van zorg, wordt het waterverbruik voornamelijk bepaald door de beschikbaarheid van het personeel. In woon-zorgcombinaties kunnen mensen zelfstandig wonen of hulpbehoevend zijn. Het waterverbruik vertoont hier meer een huishoudelijk patroon. In de verbruikspatronenbibliotheek wordt daarom onderscheid gemaakt in deze twee typologieën van zorginstellingen: verpleeghuis of woon-zorgcombinatie.

5.4.1 Metingen voor waterverbruik zorginstellingen

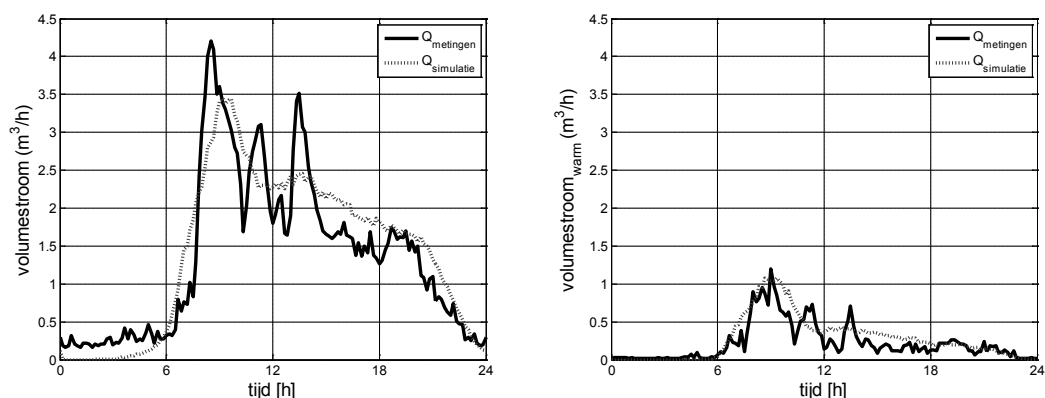
Van een aantal zorginstellingen zijn metingen beschikbaar. De metingen zijn weergegeven in Pieterse-Quirijns e.a (2009) en Pieterse-Quirijns e.a. (2013c). Voor een verpleeghuis zijn metingen voor het koud- en warmwaterverbruik te zien in Figuur 5-9. Voor een woon-zorgcombinatie is een voorbeeld te zien in Figuur 5-10.

5.4.2 Simulaties voor waterverbruik zorginstellingen

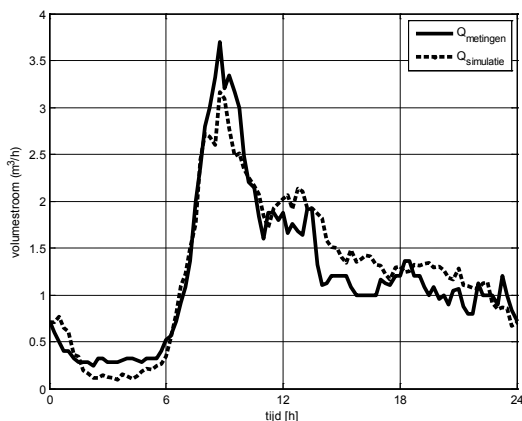
In zorginstellingen zijn verschillende functionele ruimtes gedefinieerd afhankelijk van het type waterverbruik, zoals aanleunwoningen met zelfstandige bewoners, verpleegafdelingen met zorgbehoevende mensen (verpleegden), afdelingskeuken met afdelingspersoneel, pantry met toiletten voor personeel en bezoekers, een centrale keuken en de 'technische ruimte' met schoonmaak, wasserij, en kapsalon.

Voor het normpatroon van verpleeghuizen is de invoer van SIMDEUM voor de gebruikers en de tappunten per functionele ruimte volledig gebaseerd op de informatie in Pieterse-Quirijns (2010). Voor de ontwikkeling van de rekenregels zijn standaardgebouwen opgesteld. Voor verpleeghuizen geven deze gestandaardiseerde gebouwen een goede voorspelling van zowel het koud- als het warmwaterverbruik (Figuur 5-9).

Hoe een woon-zorgcombinatie in SIMDEUM opgebouwd wordt is beschreven in Pieterse-Quirijns e.a. (2009) en Pieterse-Quirijns (2010). In Figuur 5-10 is het gesimuleerde patroon van een woon-zorgcombinatie vergeleken met metingen. De figuur laat zien dat het dagelijks waterverbruik van een woon-zorgcombinatie goed door SIMDEUM voorspeld wordt.



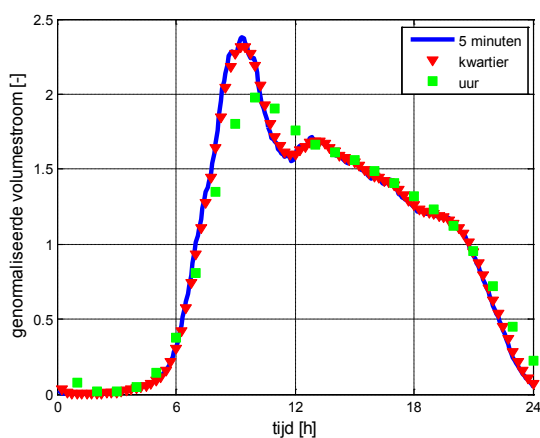
Figuur 5-9 Gemeten en gesimuleerde patroon van een verpleeghuis: (a) voor koud water en (b) voor warm water (met een tijdschaal van 15 minuten)



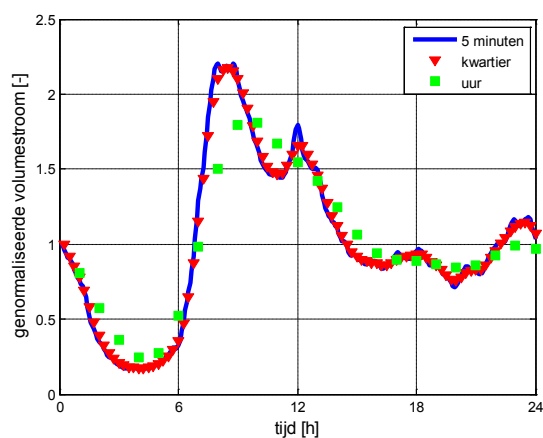
Figuur 5-10 Gemeten en gesimuleerde patroon van een woon-zorgcombinatie (met een tijdschaal van 15 minuten)

5.4.3 Normpatroon voor waterverbruik zorginstellingen

De standaardnormpatronen voor de zorginstellingen zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM vastgesteld voor de ontwikkeling van rekenregels voor het waterverbruik in zorginstellingen (Pieterse-Quirijns, 2010). Het normpatroon voor een verpleeghuis is weergegeven in Figuur 5-11. Het standaardnormpatroon voor een woon-zorgcombinatie te zien in Figuur 5-12.



Figuur 5-11 Genormaliseerd standaardpatroon voor verpleeghuis



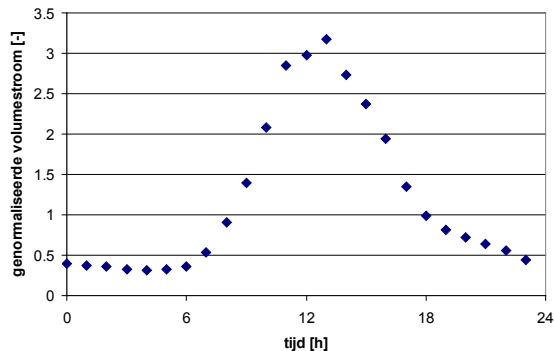
Figuur 5-12 Genormaliseerd standaardpatroon voor woon-zorgcombinatie

5.5 Scholen

Binnen de categorie scholen zijn van een aantal schoolgebouwen metingen van het waterverbruik beschikbaar, zonder aanvullende informatie betreffende gebruikers en installatie. Dit betekent dat alleen de vorm van het afnamepatroon vergeleken kan worden met de simulatie. Het patroon van het waterverbruik op een school hangt af van de openingstijden/schooltijden en het type leerlingen. Voor scholen wordt daarom een normpatroon in de verbruikspatronenbibliotheek gemaakt voor de volgende types: lagere school, middelbare school en hoger onderwijs (Tabel 2-1).

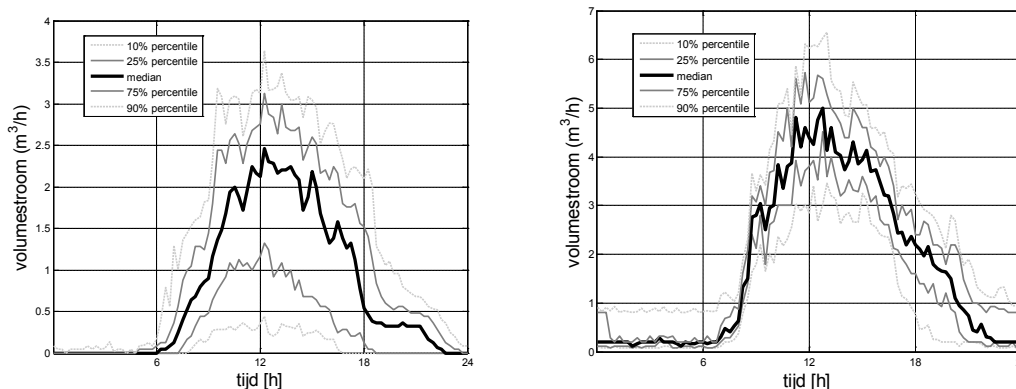
5.5.1 Metingen waterverbruik scholen

Van lagere en middelbare scholen zijn geen metingen beschikbaar. In Beuken e.a. (2005) is een afnamepatroon opgenomen voor scholen. Dit patroon is weergegeven in Figuur 5-13. Het afnamepatroon geeft informatie over de tijden dat het waterverbruik plaatsheeft, namelijk tijdens de openingstijden van de school en een verhoogd waterverbruik tussen de middag, tijdens de lunch.



Figuur 5-13 Afnamepatroon van een school op basis van referentiepatronen voor niet-huishoudelijk verbruik gebruikt in lekverliesbepalingen in Engeland (Beuken e.a., 2005)

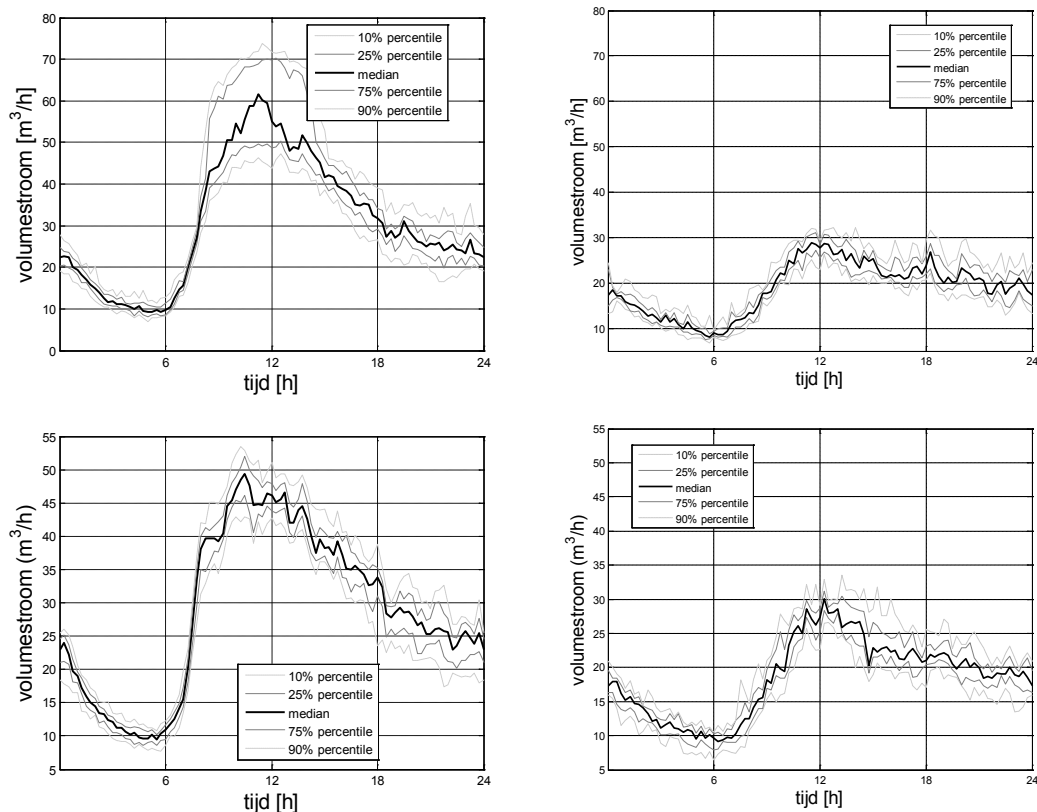
Van verschillende gebouwen binnen het hoger onderwijs zijn beschikbaar, zoals van twee hogescholen en een universiteit. Deze worden gekarakteriseerd door avondopenstelling. In de analyse van de verbruikspatronen wordt alleen gekeken naar de weekdays. In Figuur 5-14 is het waterverbruik te zien van twee hogescholen tijdens weekdays.



Figuur 5-14 Gemeten afnamepatroon van twee hogescholen, gedurende weekdays (met een tijdschaal van 15 minuten).

In Figuur 5-15 is het gemeten waterverbruik van een universiteit te zien gedurende week- en weekenddagen. In tegenstelling tot de hogescholen is hier een hoog continu verbruik te zien. Het continu verbruik is niet meegenomen in het normprofiel.

Uit de gemeten verbruikspatronen blijkt dat de piek van het waterverbruik gemiddeld net na 12 uur ligt. Tevens zijn de gebouwen voor hoger onderwijs vaak 's avonds open. Dit is duidelijk te zien in de gemeten verbruikspatronen: in de avond wordt tot ongeveer 22:00 water verbruikt.



Figuur 5-15 Gemeten afnamepatroon van een universiteit, gedurende weekdays en weekenddagen. Bovenste figuren tonen het wateroverbruik in 2006, de onderste figuren in 2007 (met een tijdschaal van 15 minuten).

5.5.2 Simulatie waterverbruik scholen

Omdat SIMDEUM een fysische achtergrond heeft kan op basis van ervaring het model ingevuld worden, zoals het aantal keer dat een kind op de lagere school naar het toilet gaat, of er urinoirs aanwezig zijn, of er een kantine is, etc. Het streven is om de resulterende patronen te laten lijken op de beschikbare gemeten patronen. De metingen geven bovendien informatie over de tijdstippen waarbinnen waterverbruik optreedt en wanneer een verhoogde kans op waterverbruik is.

Als basis is een kantoorinrichting gebruikt, waar in dit geval niet de kantoormedewerkers, maar de leerlingen en de docenten (leraren) de gebruikers zijn. De functionele ruimtes zijn de bijeenkomstruimte voor leraren of docenten (met toiletten en koffieautomaten), de bijeenkomstruimte voor leerlingen of studenten, kantine, schoonmaak en douche voor de sportieve medewerkers.

Lagere school

Bij het opstellen van een model voor een lagere school binnen SIMDEUM is aangenomen dat de scholen een continurooster draaien. Dit betekent dat de kinderen op school lunchen en niet naar huis gaan. Op veel scholen is dit ingevoerd. Deze aanname is verantwoord omdat op scholen zonder continurooster op de lange dagen, maandag, dinsdag en donderdag, het merendeel van de kinderen ook op school overblijft tijdens de tussenschoolse opvang. Leerlingen zijn aanwezig van 8:30 tot 15:00. Daarnaast is aangenomen dat 65% van de leraren vrouw is. De leraren zijn gemiddeld 1 uur eerder op school en blijven gemiddeld 1 uur langer op school dan de leerlingen. Verder is aangenomen dat op lagere scholen geen urinoirs aanwezig zijn voor leerlingen, de leerlingen geen gebruik maken van een koffieautomaat en er is geen kantine (wel een klein keukentje voor de leraren). In Tabel 5-2 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte voor de lagere school. De bloktijden zijn gebaseerd op de

openingstijden van de school en de tijdstippen met verhoogd gebruik zoals uit de metingen volgt. In Tabel 5-3 zijn de waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte gegeven.

Tabel 5-2 Invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bijbehorende bloktijden in de functionele ruimtes voor scholen.

School type	Functionele ruimte	Type gebruiker	gebruikers man/vrouw	Bloktijden school			
				t1	t2	t3	t4
lagere school	Bijeenkomstruimte/ pantry	Leraren	35%/65%	7:30	11:15	12:30	16:00
		Leerlingen	50%/50%	8:30	11:15	12:30	15:00
	Kantine	Medewerker		8:30	12:30	13:30	15:00
	Schoonmaak	Schoonmaakteam		17:00	-	-	18:30
	Douche	Personeel sporter	75%/25%	7:30	-	-	18:30
middelbare school	Bijeenkomstruimte/ pantry	Docenten	50%/50%	7:30	11:15	12:30	18:00
		Leerlingen	50%/50%	8:30	11:15	12:30	17:00
	Kantine	Medewerker		8:30	12:30	13:30	15:00
	Schoonmaak	Schoonmaakteam		17:00	-	-	18:30
	Douche	Personeel sporter	75%/25%	7:30	-	-	18:30
hogeschool en universiteit	Bijeenkomstruimte/ pantry	Docenten	65%/35%	7:30	11:15	12:30	18:00
		Leerlingen	50%/50%	8:30	11:15	14:00	20:00
	Kantine	Medewerker		8:30	12:30	13:30	15:00
	Schoonmaak	Schoonmaakteam		17:00	-	-	18:30
	Douche	Personeel sporter	75%/25%	7:30	-	-	18:30

Middelbare school

Het model voor het simuleren van het waterverbruik op een middelbare school is op vergelijkbare manier opgebouwd. De aanwezigheid van leerlingen kan sterk variëren in verband met wisselende lesroosters. Aangenomen is dat gemiddeld het aantal leerlingen op school hetzelfde is. Dit is niet gelijk aan het totale aantal leerlingen van de school. Leerlingen maken ook lange dagen, in verband met projectgroepjes en het maken van huiswerk op school. De schooltijden zijn 8:30 tot 17:00. Docenten zijn er vroeger en vertrekken wat later. Er zijn evenveel mannelijke als vrouwelijke docenten. Aangenomen is dat de leerlingen op school overblijven, gebruik maken van koffieautomaten en een kantine. Jongens en mannelijke docenten kunnen gebruik maken van urinoirs. Douchen na het sporten is niet meegenomen, omdat de sportzalen vaak op een andere locatie (of op een aparte aansluiting) zijn. Eventueel kan gebruik gemaakt worden van het normprofiel voor een sporthal (paragraaf 5.10 op pagina 51). In Tabel 5-2 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte voor de middelbare school. De bloktijden zijn gebaseerd op de openingstijden van de school en de tijdstippen met verhoogd gebruik. In Tabel 5-3 zijn de waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte gegeven.

Hoger onderwijs of universiteit

De bloktijden voor de gebruikers in het hoger onderwijs is gebaseerd op de metingen van Figuur 5-14 en Figuur 5-15. Het is aangenomen dat studenten van 8:30 tot maximaal 22:00 aanwezig kunnen zijn. Docenten hebben gewone kantoortijden: van 7:30 tot 18:00. Er is aangenomen dat er meer mannelijke docenten (65%) in het hoger onderwijs werkzaam zijn dan vrouwelijke docenten (35%). Studenten en docenten maken gebruik van koffieautomaat, kantine en urinoirs. Douchen na sporten is niet meegenomen, omdat op hoger onderwijs het sporten geen onderdeel uitmaakt van onderwijsactiviteiten en daarom ook op een andere locatie buiten schooltijden plaatsvindt. In Tabel 5-2 zijn de gebruikers en de bloktijden weergegeven en in Tabel 5-3 de tappunten in elke functionele ruimte van gebouwen voor hoger onderwijs.

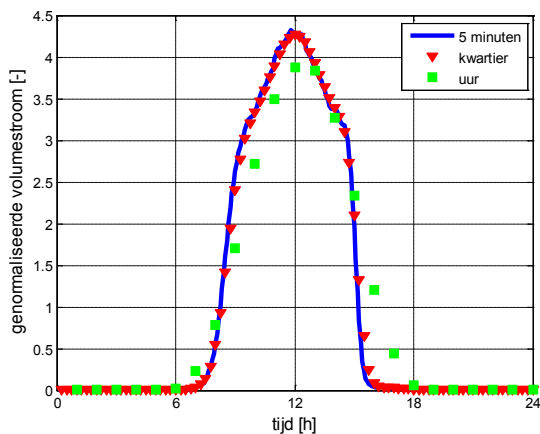
Tabel 5-3 Invoergegevens voor SIMDEUM over de tappunten in de functionele ruimtes van een school met de bijbehorende volumestroom, duur van volumestroom, frequentie en temperatuur (schattingen)

functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq. (dag ⁻¹)	temp (°C)	opmerkingen
bijeenkomst- ruimte leraren of docenten	wc dames	144	0,042	4	10	
	wc heren	144	0,042	1	10	
	urinoir	9	0,167	3	10	
	wastafel	16	0,083	4,5	10	
	koffie/thee	4,8	0,042	5	10	
	water drinken	4,8	0,042	3	10	
bijeenkomst- ruimte leerlingen ^a	wc meisjes	144	0,042	4	10	
	wc jongens	144	0,042	1	10	
	urinoir	9	0,167	3	10	
	wastafel	16	0,083	4,5	10	
	koffie/thee	4,8	0,042	5	10	
	water drinken	4,8	0,042	3	10	
kantine	keukenkraan koud	15	0,167	gemiddeld laag	10	op lagere school is geen kantine aanwezig, alleen klein keukentje
	keukenkraan warm	45	0,25	gemiddeld laag	55	
	vaatwas- machine patroon	15	0,2	varieert tussen huishoudelijk en industrieel in	10	
	fitnessruimte	douche	480	0,12	0,7	40
schoonmaak	koud water	40	0,25	varieert (laag)	10	
	warm water	40	0,25	varieert (gemiddeld)	60	

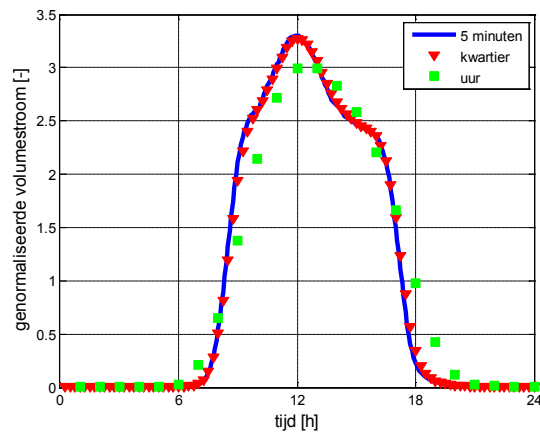
ad ^a: op lagere school zijn er geen urinoirs voor jongens. Deze gaan alleen naar toilet.
op lagere school geen koffiemachine voor leerlingen

5.5.3 Normpatroon voor waterverbruik scholen

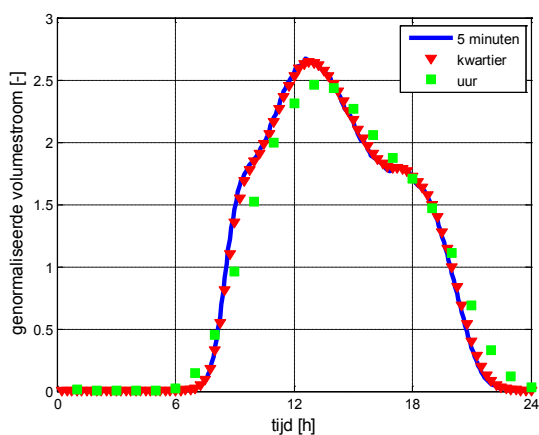
De standaardnormpatronen voor de scholen zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM zoals weergegeven in Tabel 5-2 en Tabel 5-3. Het normpatroon voor een lagere school is te zien in Figuur 5-16. Het standaardnormpatroon voor een middelbare school is weergegeven in Figuur 5-17. Deze komt overeen met het gepubliceerde standaardpatroon uit Engeland (Figuur 5-13). Het uiteindelijke standaardnormpatroon voor hoger onderwijs, zoals hogeschool en universiteit is weergegeven in Figuur 5-18 en toont een goede gelijkheid met de gemeten patronen.



Figuur 5-16 Genormaliseerd standaardpatroon voor lagere scholen



Figuur 5-17 Genormaliseerd standaardpatroon voor middelbare scholen



Figuur 5-18 Genormaliseerd standaardpatroon voor hogescholen en universiteiten zonder continue basisverbruik

5.6 Eetgelegenheden

In de categorie eetgelegenheden worden er normpatronen voor twee soorten van eetgelegenheden opgesteld: voor een lunchroom en voor een gewoon restaurant. De verbruikspatronen voor beide eetgelegenheden zijn onderscheidend door het tijdstip van waterverbruik. Op basis van het restaurant in een hotel, dat gebruikt wordt voor lunch of diner (Pieterse-Quirijns e.a., 2009; Pieterse-Quirijns, 2010), zijn de modellen voor een eetgelegenheid opgesteld.

5.6.1 Metingen waterverbruik eetgelegenheden

Van restaurants of eetgelegenheden zijn geen gemeten data aanwezig.

5.6.2 Simulaties waterverbruik eetgelegenheden

De functionele ruimten in een eetgelegenheid zijn de keuken, de toiletruimten voor gasten en personeel, de schoonmaak en eventueel een douche voor de medewerkers.

Een lunchroom is open van half 11 tot 2 uur. Personeel is aanwezig van 10:00 tot 15:00. Medewerkers gaan 3x naar het toilet, gasten 1 keer. Van de douche kan eventueel na het werken in de keuken gebruik gemaakt worden. Schoonmaak vindt ook na het eten in de lunchroom plaats.

In een restaurant zal het waterverbruik later op de dag plaatsvinden. Omdat een restaurant langer geopend is, is het verbruik ook over een langere periode uitgespreid. Tevens is het personeel langer aanwezig dan in een lunchroom, omdat het voorbereidende werk veel gecompliceerder is en vaak door meerdere personen uitgevoerd wordt. In een restaurant gaat het personeel gemiddeld 4x naar het toilet tussen 15:00 en 22:00. De gasten gaan gemiddeld 2x naar het toilet, vaak halverwege de avond en voor het naar huis gaan. De schoonmaak kan voorafgaand aan de opening van het restaurant of achteraf plaatsvinden. Van de douche wordt eventueel na het koken gebruikt gemaakt

In Tabel 5-4 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte voor de eetgelegenheden. De waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte en de bijbehorende specificaties zijn beschreven in Tabel 5-5.

Tabel 5-4 Invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bijbehorende bloktijden in de functionele ruimtes voor eetgelegenheden.

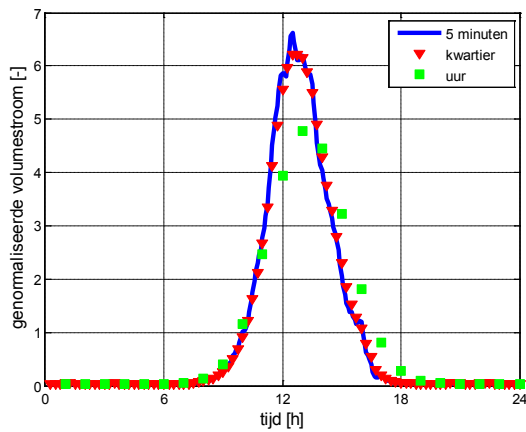
Eetgelegenheid type	Functionele ruimte	Type gebruiker	gebruikers man/vrouw	Bloktijden eetgelegenheid			
				t1	t2	t3	t4
lunchroom	Toiletruimte	personeel	50%/50%	10:00	11:30	12:30	15:00
		gasten	50%/50%	11:30	12:30	13:00	13:30
	Keuken	keukenpersoneel		10:30	11:30	12:30	14:00
	Schoonmaak	schoonmaakteam		14:00	-	-	16:00
restaurant	Toiletruimte	personeel	50%/50%	15:00	17:00	20:00	22:30
		gasten	50%/50%	19:00	20:30	21:00	22:00
	Keuken	keukenpersoneel		15:00	17:00	20:00	22:30
	Schoonmaak	schoonmaakteam		15:00	-	-	21:00
	Douche	personeel sporter	75%/25%	20:00	-	-	22:00

5.6.3 Normpatroon voor waterverbruik eetgelegenheden

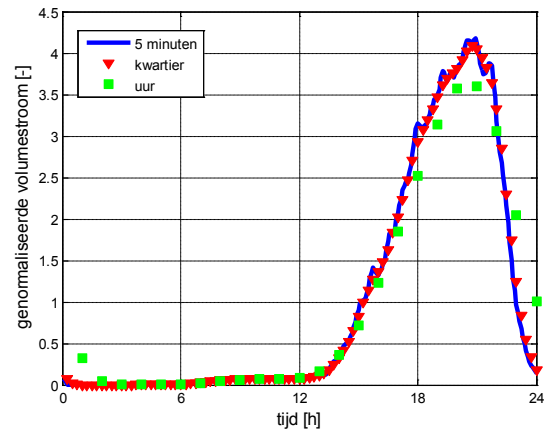
De standaardnormpatronen voor de eetgelegenheden zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM zoals weergegeven in Tabel 5-4 en Tabel 5-5. Het standaardnormpatroon voor een lunchroom is te zien in Figuur 5-19 en voor een restaurant in Figuur 5-20.

Tabel 5-5 Invoergegevens voor SIMDEUM over de tappunten in de functionele ruimtes van een eetgelegenheden met de bijbehorende volumestroom, duur van volumestroom, frequentie en temperatuur (schattingen)

functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq. (dag ⁻¹)	temp (°C)	opmerkingen
Toiletruimte	<i>lunchroom</i>	144	0,042		10	Waterbesparende toiletten: 40% volledige tapduur, 60% halve tapduur
	wc dames pers.			3		
	wc dames gasten	1				
	<i>restaurant</i>					
	wc dames pers.	4				
	wc dames gasten	2				
	<i>lunchroom</i>	144	0,042		10	
	wc heren pers.			1		
	wc heren gasten	0,5				
	<i>restaurant</i>					
	wc heren pers.	1				
	wc heren gasten	1				
	<i>lunchroom</i>	9	0,167		10	
	urinoir pers.			2		
urinoir gasten	0,5					
<i>restaurant</i>						
urinoir pers.	3					
urinoir gasten	1					
wastafel	16	0,083	4,5	10		
koffie/thee	4,8	0,042	5	10		
water drinken	4,8	0,042	3	10		
keuken	keukenkraan			varieert:	10	frequentie is afhankelijk van aantal couverts én aantal
	koud1	15	0,167	gemiddeld		
	koud2	45	0,25	laag		
	keukenkraan			varieert:	55	keukenpersoneel
	warm1	15	0,083	gemiddeld		
	warm2	45	0,25	laag		
vaatwas machine patroon	15	0,2	varieert	10	frequentie is afhankelijk van aantal couverts én aantal keukenpersoneel	
schoonmaak	koud water	40	0,25	varieert (laag)	10	
	warm water	40	0,25	varieert (hoog)	60	
douche	douche	480	0,12	0,7	38	



Figuur 5-19 Genormaliseerd standaardpatroon voor een lunchroom

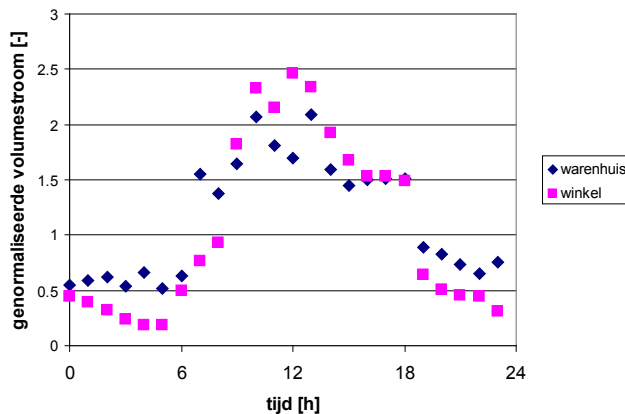


Figuur 5-20 Genormaliseerd standaardpatroon voor een restaurant

5.7 Winkels

5.7.1 Metingen waterverbruik winkels

Van het waterverbruik in winkels of warenhuizen zijn geen metingen beschikbaar. Beuken e.a. (2005) is een afnamepatroon opgenomen van een warenhuis en een winkel. Beide patronen op uurbasis zijn weergegeven in Figuur 5-21. In de patronen zijn de openingstijden en sluitingstijden duidelijk te zien. Een verhoogd waterverbruik vindt plaats tussen de middag.



Figuur 5-21 Afnamepatroon van een warenhuis en een winkel op basis van referentiepatronen voor niet-huishoudelijk verbruik gebruikt in lekverliesbepalingen in Engeland (Beuken e.a., 2005)

5.7.2 Simulaties waterverbruik winkels

Voor een winkel is als basis uitgegaan van een kantoorinrichting, waar niet de kantoormedewerkers, maar het personeel en incidenteel de winkelbezoekers gebruik maken van de functionele ruimten. Voor

een winkel is aangenomen dat de volgende functionele ruimten aanwezig zijn: een toiletruimte, eventueel met een koffiemachine, een keuken en schoonmaak. Er wordt gebruik gemaakt van de ruimten tijdens openingstijden: van 9:00 tot 18:00. Personeel is een half uur van te voren aanwezig, maar gaat zo snel mogelijk na sluitingstijd weg. Schoonmaak vindt plaats vlak na opening van de winkel, gedurende de dag of na sluitingstijd.

In Tabel 5-6 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte van een winkel. De waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte en de bijbehorende specificaties zijn beschreven in Tabel 5-7.

Tabel 5-6 Invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bijbehorende bloktijden in de functionele ruimtes voor winkels.

Winkel type	Functionele ruimte	Type gebruiker	gebruikers man/vrouw	Bloktijden winkel			
				t1	t2	t3	t4
winkel	Toiletruimte	personeel	35%/65%	8:30	11:15	12:30	18:00
	Keuken	personeel		8:30	12:30	13:30	15:00
	Schoonmaak	schoonmaakteam		9:00	-	-	18:30

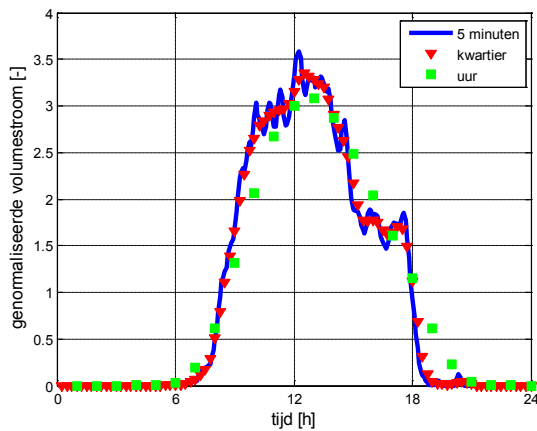
Tabel 5-7 Invoergegevens voor SIMDEUM over de tappunten in de functionele ruimtes van een winkel met de bijbehorende volumestroom, duur van volumestroom, frequentie en temperatuur (schattingen)

functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq. (dag ⁻¹)	temp (°C)	opmerkingen
toiletruimte	wc dames	144	0,042	4	10	Waterbesparende toiletten: 40% volledige tapduur, 60% halve tapduur
	wc heren	144	0,042	1	10	
	urinoir	9	0,167	3	10	
	wastafel	16	0,083	4,5	10	
	koffie/thee	4,8	0,042	5	10	
	water drinken	4,8	0,042	3	10	
keuken	keukenkraan			varieert: gemiddeld	10	
	koud1	15	0,167	laag		
	koud2	45	0,25			
	keukenkraan			varieert: gemiddeld	55	
	warm1	15	0,083	laag		
	warm2	45	0,25			
schoonmaak	vaatwas machine patroon	15	0,2	varieert	10	
	koud water	40	0,25	varieert (laag)	10	
	warm water	40	0,25	varieert (hoog)	60	

5.7.3 Normpatroon voor waterverbruik winkels

De standaardnormpatronen voor winkels zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM zoals weergegeven in Tabel 5-6 en Tabel 5-7. In Figuur 5-22 is het standaardnormpatroon voor winkels te zien, zonder avondopenstelling omdat deze slechts één keer per week plaatsvindt. Het maximale verbruik van het normpatroon is hoger dan in het standaardpatroon in Beuken e.a. (2005) (Figuur 5-21). De reden

hiervoor is dat in dit patroon ook in de avond water verbruikt wordt, waardoor het relatieve waterverbruik tijdens de piek lager wordt.

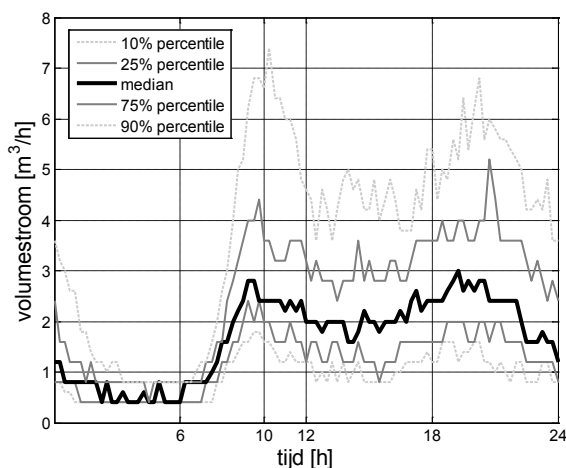


Figuur 5-22 Genormaliseerd standaardpatroon voor winkels, zonder avondopenstelling

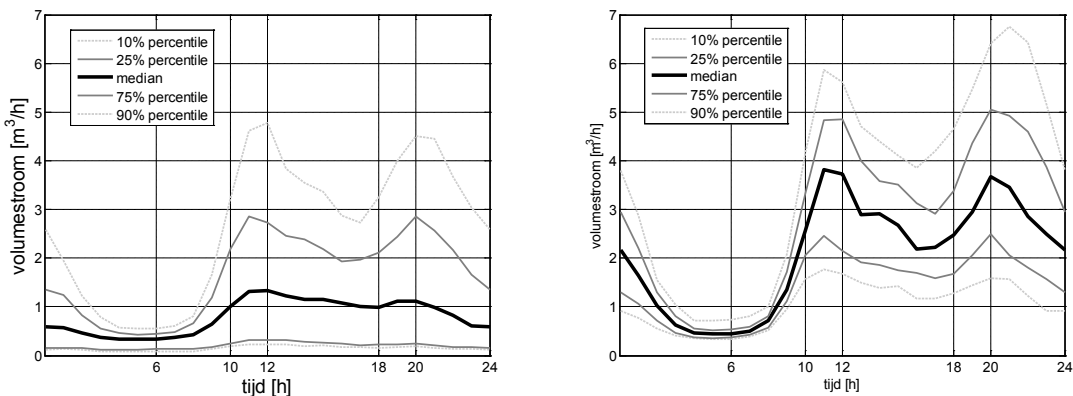
5.8 Campings

5.8.1 Metingen waterverbruik campings

Van twee campings zijn metingen van het waterverbruik beschikbaar. In Figuur 5-23 is het waterverbruik te zien van een camping, waarin het verbruik elke 5 minuten gedurende de maand juni is gemeten. Figuur 5-24 laat het waterverbruik zien van een camping, waar het waterverbruik elk uur is gemeten gedurende een heel jaar. Uit de figuren blijkt dat de ochtendpiek van het waterverbruik ligt rond 10:00. Tevens is er een bijna even grote avondpiek te zien in het waterverbruik rond 20:00. Opvallend is ook dat het middagverbruik nog redelijk hoog is, zeker in vergelijking met huishoudelijk verbruik (zie Figuur 4-3).



Figuur 5-23 Gemeten afnamepatroon van een camping in juni 2006 (met een tijdschaal van 15 minuten)



Figuur 5-24 Gemeten afnamepatroon van een camping (a) gebaseerd op metingen in een volledig jaar en (b) gebaseerd op metingen in het hoogseizoen (juni-sept) (met een tijdschaal van 1 uur).

5.8.2 Simulaties waterverbruik campings

Voor het opstellen van het model binnen SIMDEUM is aangenomen dat de campinggasten zich gedragen volgens een huishoudelijk weekendpatroon (Figuur 4-7). Het waterverbruik dat normaal in toilet, keuken of badkamer plaatsvindt, heeft nu plaats in de gemeenschappelijke ruimtes of sanitair blok. In een tent of caravan verblijft gemiddeld een gezin met twee kinderen. Daarnaast wordt aangenomen dat er in de avond extra gedoucht of gewassen wordt rond 20:00. Tevens is er op de camping een zwembad of meertje aanwezig met een toiletblok, waar in de middag gebruik van wordt gemaakt. Bij een huishoudelijk model wordt ervan uitgegaan dat personen echt het huis verlaten. Op de camping gebeurt dit natuurlijk ook: men verlaat de tent of caravan maar blijft wel op de camping (bv bij zwembad, recreatieruimte, oid).

In Tabel 5-8 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte van een camping. De waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte en de bijbehorende specificaties zijn beschreven in Tabel 5-9.

Tabel 5-8 Invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bijbehorende bloktijden in de functionele ruimtes voor campings.

Camping type	Functionele ruimte	Type gebruiker	gebruikers man/vrouw	Bloktijden camping			
				t1	t2	t3	t4
camping	Tent/caravan ^a	campinggast	50%/50%	9:00	13:00	10:00	10:00
	Extra avondverbruik ^b	campinggast		18:30	-	-	21:30
	Toiletblok ^b	campinggast		14:00	15:15	15:30	18:00

ad^a patroon huishoudelijk verbruiker = t1: tijd opstaan, t2: tijd vertrek, t3: duur afwezig, t4: duur slaap

ad^b: patroon niet-huishoudelijk verbruiker = t1: tijd start, t2: tijd start piek, t3: tijd stop piek, t4: tijd einde

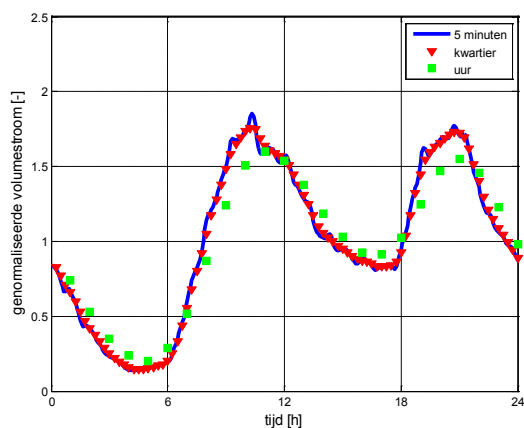
Tabel 5-9 Invoergegevens voor SIMDEUM over de tappunten in de functionele ruimtes van een camping met de bijbehorende volumestroom, duur van volumestroom, frequentie en temperatuur (schattingen)

functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq (per dag)	temp (°C)	opmerkingen
Tent/ Caravan	keuken mengkraan aanrecht					verbruik vindt plaats bij gemeenschappelijke voorzieningen/ sanitair blok
	consumptie	15	0,167	4	10	
	afwassen	45	0,25	2	55	
	handen wassen	13,	0,167	2	10	
	overig gebruik	48	0,167	1	10	
	wc	144	0,042	4-7 ^a	10	Water-besparende toiletten in 10% van de gevallen
	douche	480	0,12	0,7	38	
	badkamerkraan			4		
	wassen	40	0,083	1	38	
	tandenpoetsen	15	0,083	3	10	
wasmachine	patroon		0,32	10		
Extra avond- verbruik	douche	480	0,12	0,7	38	
Toiletblok	wc dames	144	0,042	2	10	
	wc heren	144	0,042	1	10	
	urinoir	9	0,167	1	10	
	wastafel	16	0,083	4,5	10	

ad^a: frequentie is afhankelijk van de gebruiker (Blokker, 2010)

5.8.3 Normpatroon voor waterverbruik campings

De standaardnormpatronen voor een camping zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM zoals weergegeven in Tabel 5-8 en Tabel 5-9. Het standaardnormpatroon voor een camping is te zien in Figuur 5-25 en vertoont een vergelijkbaar verloop van het dagelijks waterverbruik als de metingen in Figuur 5-23 en Figuur 5-24.

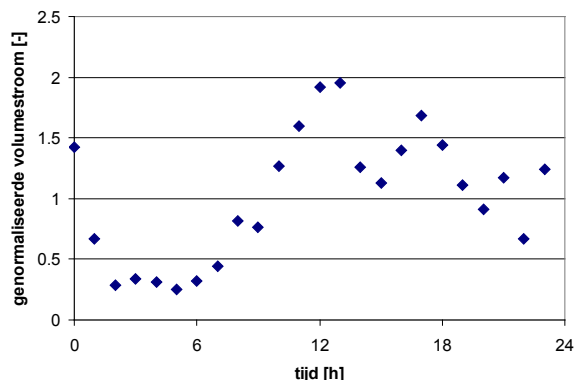


Figuur 5-25 Genormaliseerd standaardpatroon voor campings.

5.9 Recreatieparken

5.9.1 Metingen waterverbruik recreatieparken

Van een recreatiepark is een standaardafnamepatroon op uurbasis opgenomen in Beuken e.a. (2005). Dit patroon is weergegeven in Figuur 5-26. Het waterverbruikpatroon vertoont een maximum rond 12 uur en een verhoogd verbruik op het eind van de middag.



Figuur 5-26 Afnamepatroon van een recreatiegebied/evenement op basis van referentiepatronen voor niet-huishoudelijk verbruik gebruikt in lekverliesbepalingen in Engeland (Beuken e.a, 2005)

5.9.2 Simulaties waterverbruik recreatieparken

Binnen SIMDEUM is een recreatiepark opgebouwd uit huisjes, een zwembad en restaurant. De huisjes hebben allemaal een bad en worden bewoond door een gezin met kinderen of door groepen. De gasten van het recreatiepark hebben allemaal een weekendpatroon voor het waterverbruik (Figuur 4-7). Bij het zwembad wordt vooral gebruik gemaakt van de douches, voordat de gasten gaan zwemmen en bij het verlaten van het zwembad. Het restaurant heeft een toiletruimte voor personeel en gasten, een keuken en een schoonmaak. In Tabel 5-10 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte van een recreatiepark. De waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte en de bijbehorende specificaties zijn beschreven in Tabel 5-11.

Tabel 5-10 Invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bijbehorende bloktijden in de functionele ruimtes voor recreatiepark

Recreatiepark gebouw	Functionele ruimte	Type gebruiker	gebruikers man/vrouw	Bloktijden recreatiepark			
				t1	t2	t3	t4
recreatiepark	huisje ^a	gast	50%/50%	9:00	13:00	10:00	10:00
	zwembad	zwemmer		10:30	16:00	17:00	21:30
restaurant	toiletruimte	personeel	50%/50%	15:00	17:00	20:00	22:30
		gasten	50%/50%	19:00	20:30	21:00	22:00
	keuken	keukenpersoneel		15:00	17:00	20:00	22:30
	schoonmaak	schoonmaakteam		15:00	-	-	21:00

ad^a patroon huishoudelijk gebruiker = t1: tijd opstaan, t2: tijd vertrek, t3: duur afwezig, t4: duur slaap

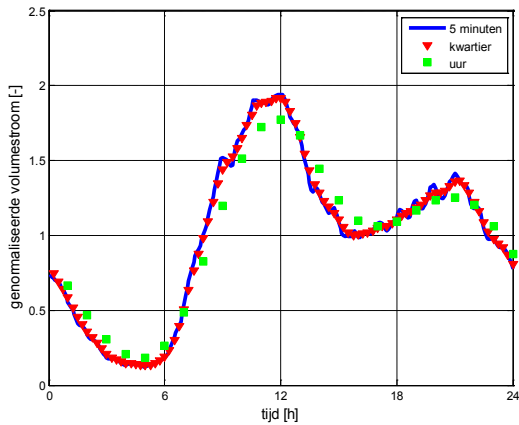
ad^b: patroon niet-huishoudelijk gebruiker = t1: tijd start, t2: tijd start piek, t3: tijd stop piek, t4: tijd einde

Tabel 5-11 Invoergegevens voor SIMDEUM over de tappunten in de functionele ruimtes van een recreatiepark met de bijbehorende volumestroom, duur van volumestroom, frequentie en temperatuur (schattingen)

functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq (per dag)	temp (°C)	opmerkingen
huisje	keukenmengkraan aanrecht					
	consumptie	15	0,167	4	10	
	afwassen	45	0,25	2	55	
	handen wassen	13	0,167	2	10	
	overig gebruik	48	0,167	1	10	
	wc	144	0,042	4-7 ^a	10	Water- besparende toiletten in 10% van de gevallen
	douche	480	0,12	0,7	38	gemiddelde frequentie ^a
	bad	600	0,2	0,07	40	
	badkamerkraan			4		
	wassen	40	0,083	1	38	
tandenpoetsen	15	0,083	3	10		
wasmachine	patroon			0,32	10	
zwembad	douche	300	0,2	2	38	
<i>restaurant:</i>						
toiletruimte	wc dames pers.	144	0,042	4	10	Waterbesparen de toiletten: 40% volledige tapduur, 60% halve tapduur
	wc dames gasten			2		
	wc heren pers.	144	0,042	1	10	
	wc heren gasten			1		
	urinoir pers.	9	0,167	3	10	
	urinoir gasten			1		
	wastafel	16	0,083	4,5	10	
	koffie/thee	4,8	0,042	5	10	
water drinken	4,8	0,042	3	10		
keuken	keukenkraan			varieert:	10	frequentie is afhankelijk van aantal couverts én aantal keukenpers.
	koud1	15	0,167	gemiddeld		
	koud2	45	0,25	laag		
	keukenkraan			varieert:	55	
	warm1	15	0,083	gemiddeld		
	warm2	45	0,25	laag		
vaatwas machine	15	0,2	varieert	10		
	patroon					
schoonmaak	koud water	40	0,25	varieert (laag)	10	
	warm water	40	0,25	varieert (hoog)	60	

5.9.3 Normpatroon voor waterverbruik recreatieparken

De standaardnormpatronen voor een recreatiepark zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM zoals weergegeven in Tabel 5-10 en Tabel 5-11. In Figuur 5-27 is het resulterende standaardnormpatroon voor een recreatiepark te zien. Deze toont een goede gelijkenis met het gepubliceerde afnamepatroon qua hoogte van de pieken in het patroon. De piek op het eind van de middag ligt echter wat later (Figuur 5-26).



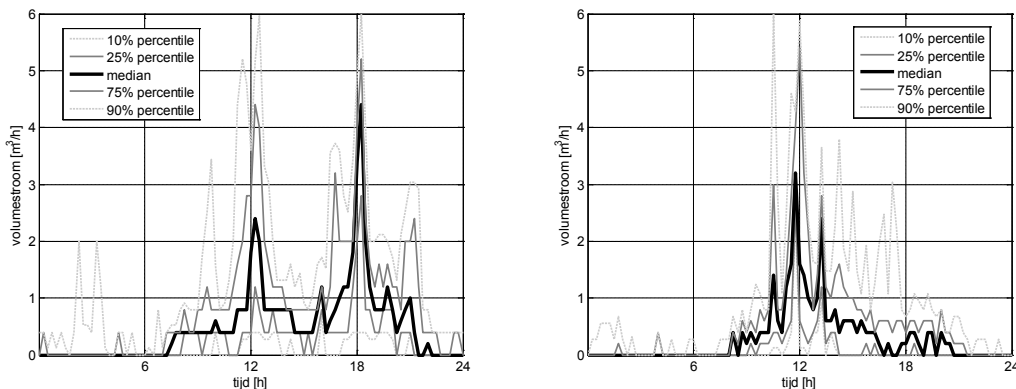
Figuur 5-27 Genormaliseerd standaardpatroon voor recreatieparken.

5.10 Sportcomplexen

Van een aantal sportcomplexen zijn meetgegevens beschikbaar van het waterverbruik. Op basis van deze patronen zijn een aantal specifieke sportcomplexen onderscheiden: sportvelden, sportcentra en ijsbanen. Deze worden achtereenvolgens beschreven in deze paragraaf.

5.10.1 Metingen waterverbruik sportcomplexen

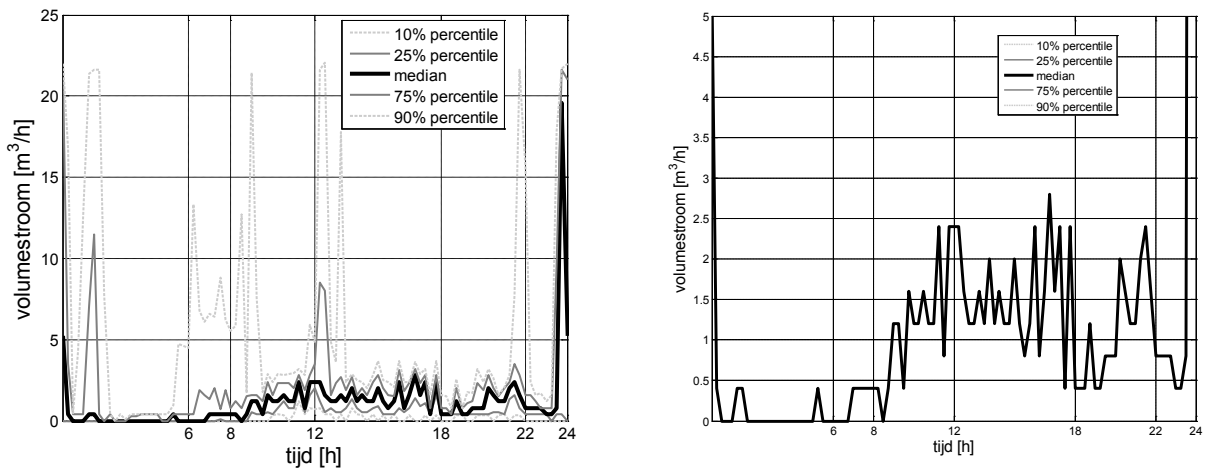
Het gemeten waterverbruik van een sportveld is te zien in Figuur 5-28. Karakteristiek voor dit waterverbruik is dat er twee pieken voorkomen, namelijk een piek aan het eind van de ochtend en een piek aan het eind van de middag. Tijdens het weekend is er voornamelijk een piek rond de middag.



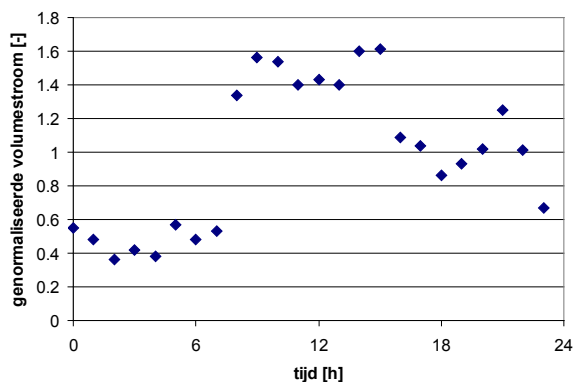
Figuur 5-28 Gemeten afnamepatroon van een trainingsveld: (a) weekdag en (b) weekenddag (met een tijdschaal van 15 minuten).

Er zijn metingen beschikbaar van het waterverbruik van een sportcentrum (Figuur 5-29). Het patroon wordt gekarakteriseerd door een aantal pieken die niet vaak voorkomen, maar wel het waterverbruik domineren. Wanneer naar de afzonderlijke dagpatronen wordt gekeken, dan blijkt dat elke dag een piek plaatsvindt, maar nooit op hetzelfde tijdstip. Omdat de reden van het waterverbruik in deze pieken niet duidelijk is, is het moeilijk om deze te reconstrueren. Daarom zijn deze achterwege gelaten en is ingezoomd op het gemiddelde waterverbruik over de dag.

Het waterverbruik wordt gekenmerkt door een toenemend waterverbruik tussen 8:00 en 18:00 uur. Rond 18:00 uur is een dal in het waterverbruik te zien, waarna een avondpiek aanwezig is rond 21:00 uur. Deze trend komt overeen met het gepubliceerde standaardpatroon in Beuken e.a. (2005) in Figuur 5-30.

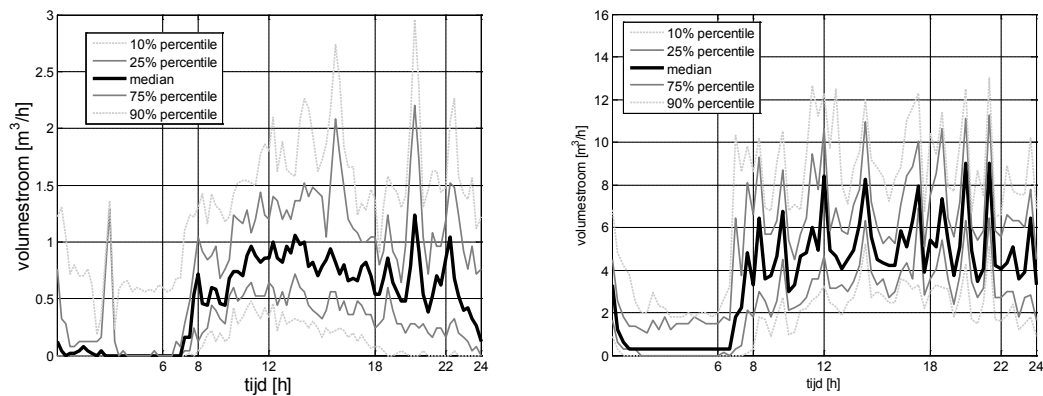


Figuur 5-29 Gemeten afnamepatroon van een sportcentrum. Rechterfiguur is ingezoomd patroon overdag (met een tijdschaal van 15 minuten).



Figuur 5-30 Afnamepatroon van een park en sportgrond op basis van referentiepatronen voor niet-huishoudelijk verbruik gebruikt in lekverliesbepalingen in Engeland (Beuken e.a., 2005)

Van twee ijsbanen is het waterverbruik gemeten (Figuur 5-31). In één van de ijsbanen is er één keer in de twee weken op zaterdag twee pieken te zien in het waterverbruik tussen 20:00 en 22:00. Deze hebben een volumestroom die twee keer zo hoog is als de maximale volumestroom weergegeven in Figuur 5-31a. Deze pieken zijn in het normpatroon achterwege gelaten. Uit de figuren blijkt dat de ijsbanen vanaf opening rond 8:00 uur een constant niveau van waterverbruik vertonen tot laat op de avond (22:00 tot 24:00).



Figuur 5-31 Gemeten afnamepatroon van twee ijsbanen (met een tijdschaal van 15 minuten).

5.10.2 Simulaties waterverbruik sportcomplexen

Omdat SIMDEUM een fysische achtergrond heeft kan op basis van common sense het model ingevuld worden. Bovendien geven de metingen informatie over de tijdstippen waarbinnen waterverbruik optreedt en wanneer een verhoogde kans op waterverbruik is. Het streven is om de resulterende patronen te laten lijken op de beschikbare gemeten patronen. De functionele ruimtes voor sportcomplexen zijn de douches voor de sporters, toiletruimten voor personeel, sporters en supporters, de kantine en de schoonmaak.

Sportveld

Voor sportvelden vormt het karakteristieke patroon tijdens een doordeweekse dag de basis van het normpatroon. Aangenomen wordt dat de pieken in de metingen veroorzaakt wordt doordat de sporters na de wedstrijden in de ochtend douchen of aan het eind van de wedstrijden in de middag, afhankelijk van het tijdstip van de wedstrijd. Na de wedstrijd gaan zowel de sporters als de supporters naar de kantine. Dat betekent dat gedurende de hele dag gebruik gemaakt wordt van de kantine en van de toiletruimten. In Tabel 5-12 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte voor een sportveld. De bloktijden zijn afgeleid uit de metingen. In Tabel 5-13 zijn de waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte weergegeven.

Sportcentrum

De metingen laten zien dat in sportcentra het waterverbruik toeneemt tussen 8:00 en 18:00 uur. Na een afname om 18:00, neemt het waterverbruik weer toe tot een maximum rond 21:00. Om dit te simuleren zijn de sporters onderverdeeld in sporters gedurende de dag en sporters in de avonden. Dit betekent dat het gebruik van de douches is verspreid over twee periodes: tijdens de dag van gemiddeld 9:30-17:30 en tijdens de avond van 19:00-21:30. In Tabel 5-12 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte voor een sportcentrum en in Tabel 5-13 de waterverbruikende apparaten.

Tabel 5-12 Invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bijbehorende bloktijden in de functionele ruimtes voor sportcomplexen

Sportcomplex type	Functionele ruimte	Type gebruiker	gebruikers man/vrouw	Bloktijden sportcomplex			
				t1	t2	t3	t4
sportveld	douches sporters	sporters-ochtend	50%/50%	11:30	-	-	12:30
		sporters-middag	50%/50%	17:30	-	-	18:30
	toilettruimte	personeel	50%/50%	9:30	12:00	14:00	21:00
		sporters en supporters	50%/50%	8:30	14:00	16:00	22:00
	kantine	kantinepersoneel		9:30	-	-	22:00
schoonmaak	schoonmaakteam		15:00	-	-	21:00	
sportcentrum	douches sporters	sporters-dag	50%/50%	9:30	-	-	17:30
		sporters-avond	50%/50%	19:00	-	-	21:30
	toilettruimte	personeel	50%/50%	12:00	17:00	20:00	22:30
		sporters en supporters	50%/50%	9:00	-	-	21:00
	kantine	kantinepersoneel		12:00	17:00	20:00	22:30
schoonmaak	schoonmaakteam		15:00	-	-	21:00	
ijsbaan	douches sporters	sporters	50%/50%	7:30	-	-	24:00
	toilettruimte	personeel	50%/50%	12:00	17:00	20:00	22:30
		sporters en supporters	50%/50%	8:00	-	-	22:00
	kantine	kantinepersoneel		12:00	17:00	20:00	22:30
schoonmaak	schoonmaakteam		15:00	-	-	21:00	

Tabel 5-13 Invoergegevens voor SIMDEUM over de tappunten in de functionele ruimtes van een sportcomplex met de bijbehorende volumestroom, duur van volumestroom, frequentie en temperatuur (schattingen)

functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq. (dag ⁻¹)	temp (°C)	opmerkingen
douches sporters	douche sportveld- en centrum	360	0,2	1	38	
	ijsbaan ^a	300	0,2	2	38	
toiletruimte	wc dames pers.	144	0,042	4	10	Waterbesparende toiletten: 40% volledige tapduur, 60% halve tapduur
	wc dames sporters en supp. sportveld ^b			4		
	sportcentrum/ijsbaan			2		
	wc heren pers.	144	0,042	1	10	
	wc heren sporters en supp. sportveld			2		
	sportcentrum/ijsbaan			1		
	urinoir pers.	9	0,167	3	10	
	urinoir sporters en supp. sportveld			4		
	sportcentrum/ijsbaan			1		
	wastafel	16	0,083	4,5	10	
koffie/thee	4,8	0,042	5	10		
water drinken	4,8	0,042	3	10		
keuken	keukenkraan			varieert:	10	
	koud1	15	0,167	gemiddeld		
	koud2	45	0,25	laag		
	keukenkraan			varieert:	55	
	warm1	15	0,083	gemiddeld		
	warm2	45	0,25	laag		
vaatwas machine patroon	15	0,2	varieert	10		
schoonmaak	koud water	40	0,25	varieert (laag)	10	
	warm water	40	0,25	varieert (hoog)	60	

ad^a: ijsbaan patroon lijkt op een zwembadpatroon, daarom zijn de invoerparameters voor douches gebruikt van een zwembad. Het is echter niet aannemelijk dat het waterverbruik op een ijsbaan door het douchegebruik veroorzaakt wordt. Dit is dus een fictieve functionele ruimte op de ijsbaan.

ad^b: aangenomen wordt dat sporters en supporters bij sportvelden meer gebruik maken van toilet, door de cultuur om langer in kantine te blijven en veel te drinken.

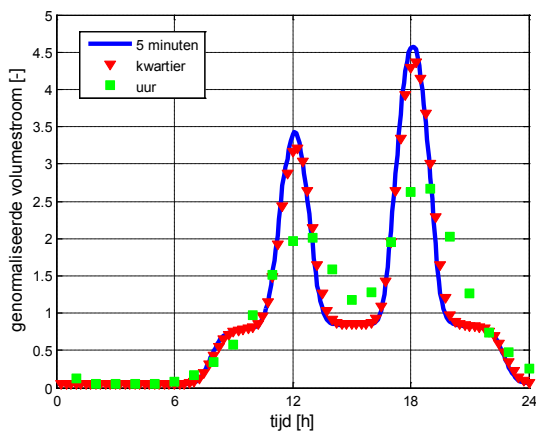
Ijsbaan

Het gemeten patroon van een ijsbaan lijkt op een zwembadpatroon (Figuur 5-35). Daarom is het model voor een ijsbaan opgebouwd uit dezelfde functionele ruimtes als een zwembad, namelijk uit douches, toiletten voor personeel en sporters, kantine en schoonmaak, met een frequent gebruik van douches. Het is niet aannemelijk dat het waterverbruik op een ijsbaan ook daadwerkelijk door intensief doucheverbruik veroorzaakt wordt, maar voor de benadering van het patroon is het een goed model.

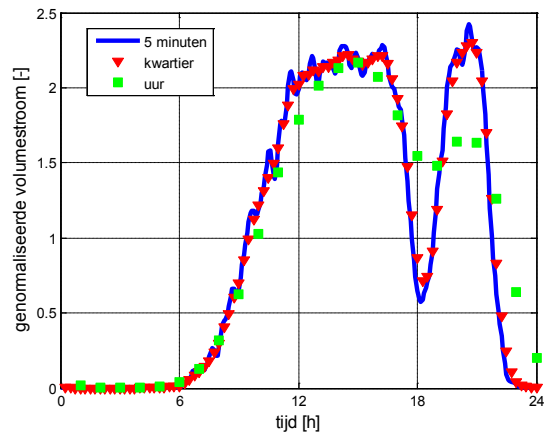
Deze functionele ruimte is voor de ijsbaan dus een fictieve functionele ruimte. De invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bloktijden van een ijsbaan zijn gegeven in Tabel 5-12. De gegevens van de waterverbruikende apparaten zijn weergegeven in Tabel 5-13.

5.10.3 Normpatroon voor waterverbruik sportcomplexen

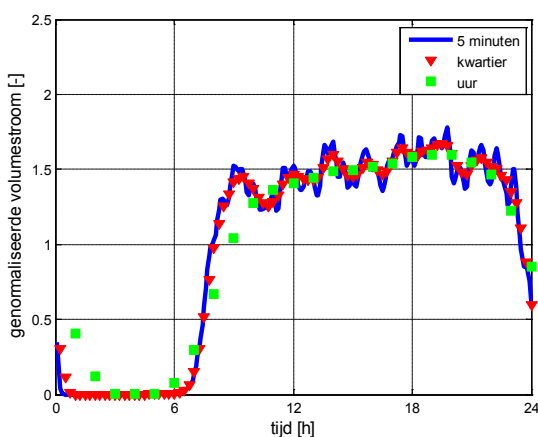
De standaardnormpatronen voor sportcomplexen zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM zoals weergegeven in Tabel 5-12 en in Tabel 5-13. De resulterende standaardnormpatronen zijn achtereenvolgens te zien in Figuur 5-32 voor een sportveld, in Figuur 5-33 voor een sportcentrum en in Figuur 5-34 voor een ijsbaan. De normpatronen geven een goede beschrijving van het gemeten patroon van het waterverbruik. Tevens komt het uurpatroon voor een sportcentrum goed overeen met het gepubliceerde standaarduurpatroon voor een sportcomplex (Figuur 5-30).



Figuur 5-32 Genormaliseerd standaardpatroon voor sportvelden.



Figuur 5-33 Genormaliseerd standaardpatroon voor sportcentra.

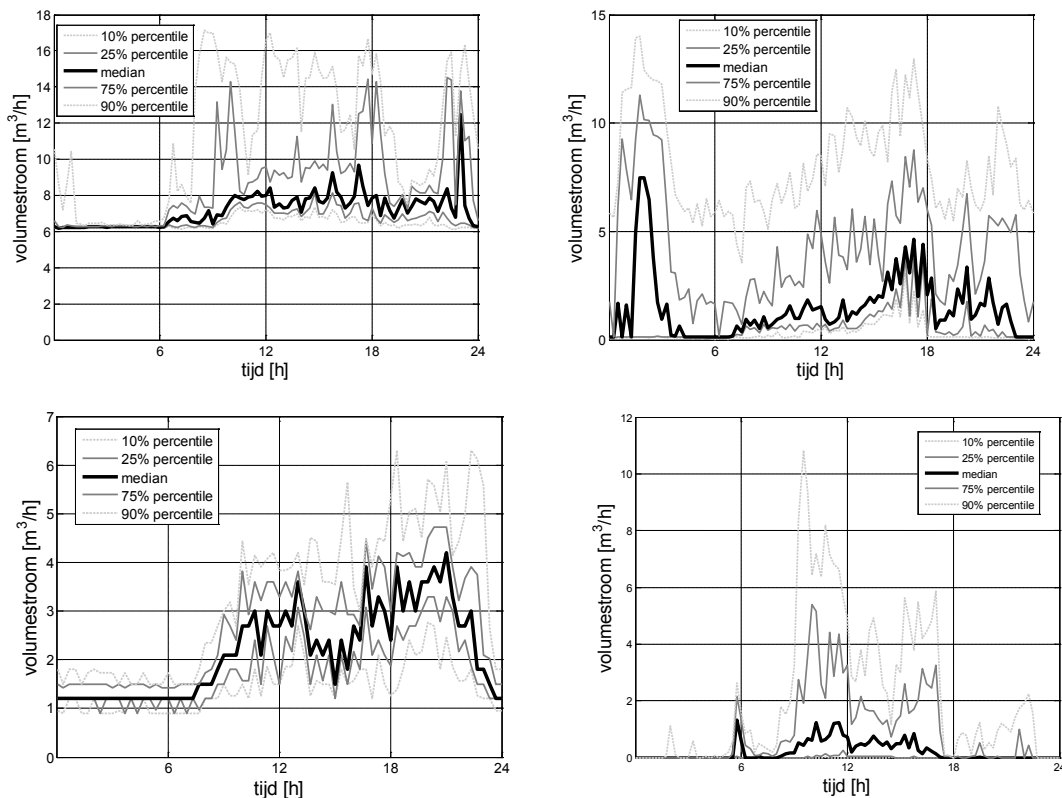


Figuur 5-34 Genormaliseerd standaardpatroon voor ijsbanen.

5.11 Zwembaden

5.11.1 Metingen waterverbruik zwembaden

Meetgegevens zijn beschikbaar van vier zwembaden (Figuur 5-35). Uit de figuren blijkt dat het waterverbruik wordt gekarakteriseerd door een toenemend waterverbruik vanaf openingstijd, dat afneemt dichtbij sluitingstijd. Daarnaast blijkt dat er soms pieken aanwezig zijn in het waterverbruik. Deze zijn grillig, en niet altijd op hetzelfde moment of zelfde dag. Tevens blijkt dat sommige zwembaden een continue basisverbruik hebben. In het opstellen van de normpatronen zijn de continue verbruiken en de onvoorspelbare pieken niet meegenomen. Er is uitgegaan van het gemiddelde waterverbruikpatroon, weergegeven met de dikkere lijnen in Figuur 5-35. Voor het opstellen van de normpatronen is onderscheid gemaakt in zwembaden zonder en met avondopenstelling.



Figuur 5-35 Gemeten afnamepatroon van vier zwembaden (met een tijdschaal van 15 minuten)

5.11.2 Simulaties waterverbruik zwembaden

Voor het maken van een model in SIMDEUM is aangenomen dat het waterverbruik in een zwembad plaatsheeft in de volgende functionele ruimtes: douches voor de zwemmers, toiletten voor personeel en zwemmers, kantine en schoonmaak. Het waterverbruik in een zwembad vindt voornamelijk plaats in de douches, namelijk voordat de zwemgasten gaan zwemmen en bij het verlaten van het zwembad. In het model voor zwembaden die 's avonds dicht zijn, is de sluitingstijd rond 18:00. In het model voor zwembaden met avondopenstelling is aangenomen dat voor 18:00 de piek ligt, zoals blijkt uit Figuur 5-35. In Tabel 5-14 zijn de gebruikers en de bloktijden gegeven van elke functionele ruimte in een zwembad. De waterverbruikende apparaten binnen elke functionele ruimte en de bijbehorende specificaties zijn beschreven in Tabel 5-15.

Tabel 5-14 Invoergegevens voor SIMDEUM voor de gebruikers en de bijbehorende bloktijden in de functionele ruimtes voor zwembaden

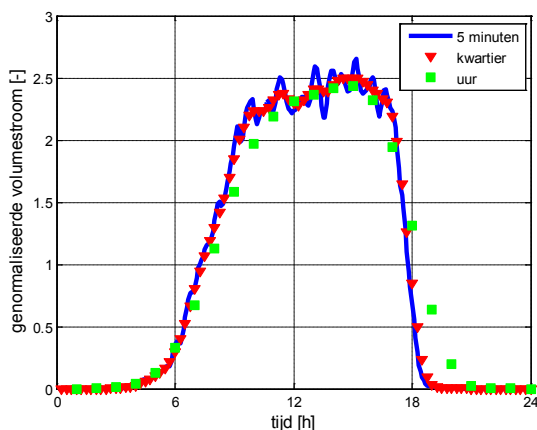
zwembad type	Functionele ruimte	Type gebruiker	gebruikers man/vrouw	Bloktijden zwembad			
				t1	t2	t3	t4
zwembad zonder avondopenstelling	douches	zwemmer	50%/50%	7:30	-	-	17:30
	toilettruimte	personeel	50%/50%	10:00	12:00	14:00	17:30
		zwemmer	50%/50%	9:00	-	-	17:00
	kantine	kantinepersoneel		12:00	14:00	15:00	17:30
	schoonmaak	schoonmaakteam		15:00	-	-	18:00
zwembad met avondopenstelling	douches	zwemmer	50%/50%	7:30	17:00	18:00	21:30
	toilettruimte	personeel	50%/50%	10:00	12:00	14:00	17:30
		zwemmer	50%/50%	9:00	-	-	21:00
	kantine	kantinepersoneel		12:00	14:00	15:00	17:30
	schoonmaak	schoonmaakteam		15:00	-	-	18:00

Tabel 5-15 Invoergegevens voor SIMDEUM over de tappunten in de functionele ruimtes van een zwembad met de bijbehorende volumestroom, duur van volumestroom, frequentie en temperatuur (schattingen)

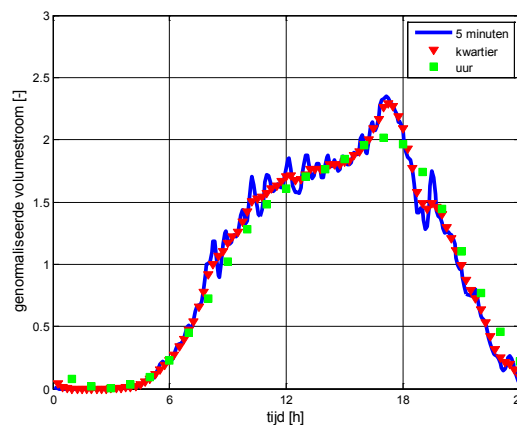
functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq. (dag ⁻¹)	temp (°C)	opmerkingen
douches	douche	300	0,2	2	38	
toilettruimte	wc dames pers.	144	0,042	4	10	Waterbesparende toiletten: 40% volledige tapduur, 60% halve tapduur
	wc dames zwemmers			2		
	wc heren pers.	144	0,042	1	10	
	wc heren zwemmers			1		
	urinoir pers.	9	0,167	3	10	
	urinoir zwemmers			1		
	wastafel		16	0,083	4,5	
koffie/thee		4,8	0,042	5	10	
water drinken		4,8	0,042	3	10	
keuken	keukenkraan			varieert:	10	
	koud1	15	0,167	gemiddeld		
	koud2	45	0,25	laag		
	keukenkraan			varieert:	55	
	warm1	15	0,083	gemiddeld		
	warm2	45	0,25	laag		
vaatwas machine patroon	15	0,2	varieert	10		
schoonmaak	koud water	40	0,25	varieert (laag)	10	
	warm water	40	0,25	varieert (hoog)	60	

5.11.3 Normpatroon voor waterverbruik zwembaden

De standaardnormpatronen voor zwembaden zijn gebaseerd op de invoer van SIMDEUM zoals weergegeven in Tabel 5-14 en Tabel 5-15. Het standaardnormpatroon voor een zwembad zonder avondopenstelling is weergegeven in Figuur 5-36. In Figuur 5-37 is het standaardnormpatroon te zien voor zwembaden met avondopenstelling.



Figuur 5-36 Genormaliseerd standaardpatroon voor zwembaden, zonder avondopenstelling.



Figuur 5-37 Genormaliseerd standaardpatroon voor zwembaden, met avondopenstelling

5.12 Sauna's

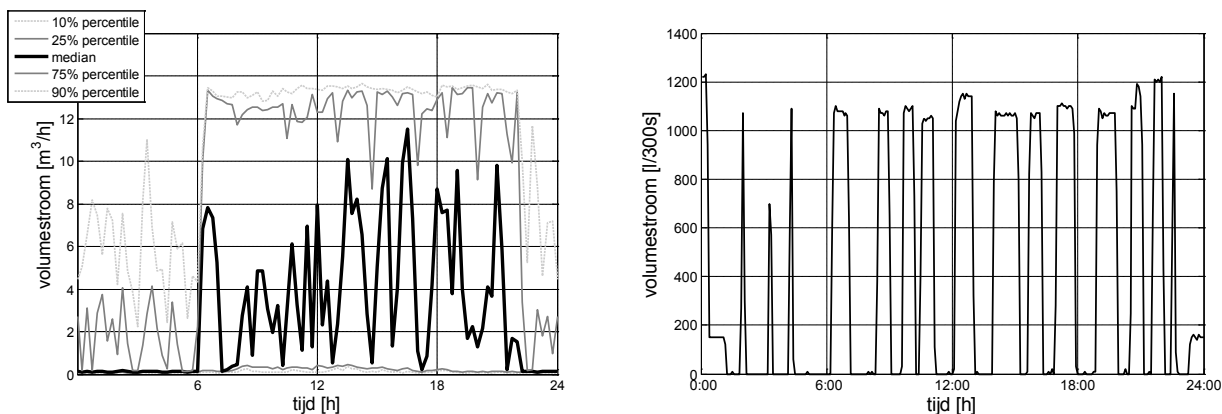
5.12.1 Metingen waterverbruik sauna's

Van twee sauna's zijn metingen beschikbaar. In Figuur 5-38 is een gemiddeld patroon van sauna I te zien, met ook de 10 tot 90% percentielen. In dezelfde figuur is het waterverbruikpatroon van één enkele dag te zien in deze sauna. Dit patroon is kenmerkend voor alle dagen: een patroon bestaande uit terugkerende pieken. Alleen vinden deze pieken niet steeds op hetzelfde tijdstip plaats, waardoor ze niet terugkeren in het gemiddelde patroon.

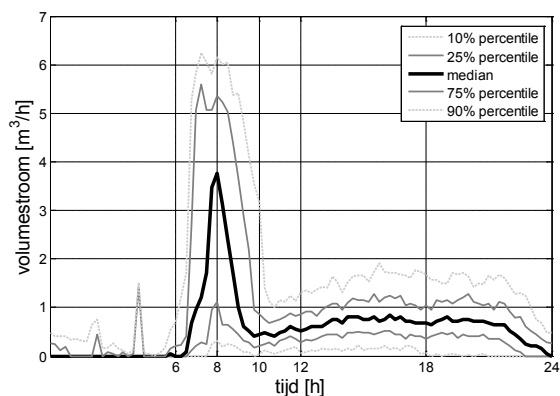
In Figuur 5-39 is het patroon van waterverbruik te zien voor een andere sauna, sauna II.

5.12.2 Simulaties en normpatroon voor waterverbruik sauna's

De patronen van beide sauna's verschillen sterk van elkaar. Dit betekent dat het waterverbruik van een sauna te specifiek is en dat er geen generiek normpatroon gemaakt kan worden voor de verbruikspatronenbibliotheek. Wanneer een verklaring gegeven kan worden voor het specifieke patroon van een sauna, kan op basis van SIMDEUM wel een specifiek stochastisch patroon gesimuleerd worden.



Figuur 5-38 Gemeten afnamepatroon van sauna I: (a) gemiddelde afnamepatroon in één maand in 2007 met een tijdschaal van 15 minuten en (b) afnamepatroon van één dag.

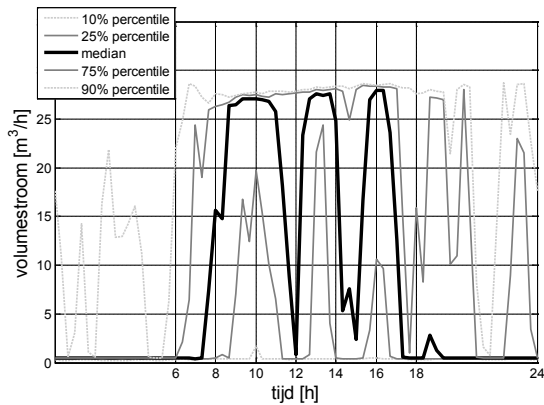


Figuur 5-39 Gemeten afnamepatroon van sauna II, met een tijdschaal van 15 minuten.

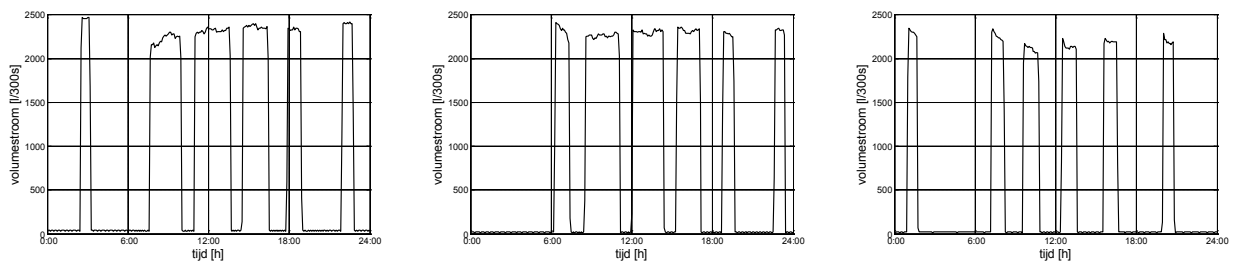
5.13 Wasserijen

5.13.1 Metingen waterverbruik wasserijen

Van vier wasserijen/wasserettes zijn meetgegevens beschikbaar. In wasserij I weergegeven in Figuur 5-40 is elke vijf minuten de volumestroom gemeten. Van de andere wasserijen (Figuur 5-42 tot Figuur 5-44) is elk uur het waterverbruik gemeten. Uit de figuren blijkt dat de patronen zeer sterk verschillen. Het waterverbruik in wasserij I van Figuur 5-40 wordt gekarakteriseerd door een aantal pieken per dag. Het tijdstip van de pieken in het waterverbruik kan echter per dag verschillen, zoals te zien is in Figuur 5-41. Wasserij II van Figuur 5-42 heeft gemiddeld gezien een meer continue verbruik in de dag. De overige wasserijen draaien niet elke dag. Wasserij III van Figuur 5-43 verbruikt alleen water op zaterdag. Wasserij IV van Figuur 5-44 heeft twee wasdagen van januari tot en met maart, namelijk op donderdag en zaterdag. Van april tot en met juni wordt er alleen op zaterdag gewassen.



Figuur 5-40 Gemeten afnamepatroon van wasserij I (met een tijdschaal van 15 minuten).

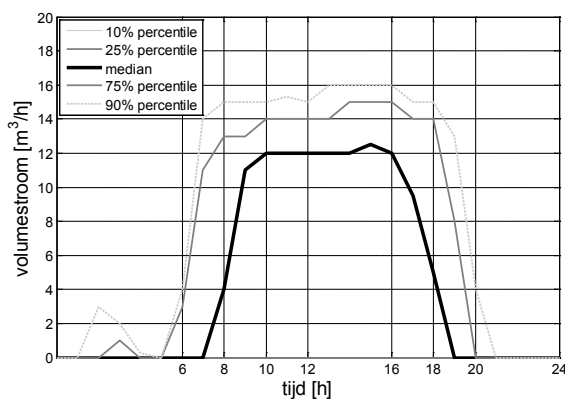


Figuur 5-41 Gemeten afnamepatroon van wasserij I op drie verschillende dagen.

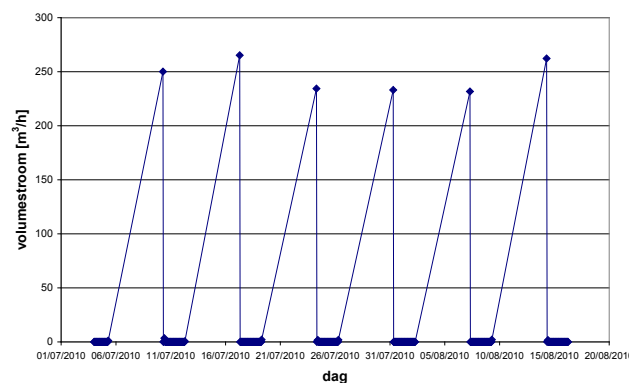
5.13.2 Simulaties en normpatroon voor waterverbruik wasserijen

De figuren laten duidelijk zien dat het waterverbruik van een wasserij zeer sterk afhankelijk is van de bedrijfsvoering. Het dagelijks patroon van een wasserij is daarom te specifiek en het is daardoor niet mogelijk om een generiek normpatroon te maken in de verbruikspatronenbibliotheek voor wasserijen.

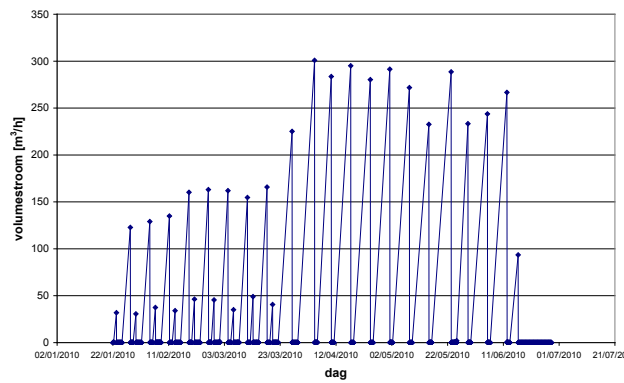
Wanneer de bedrijfsvoering bekend is kan met behulp van SIMDEUM wel een specifiek stochastisch verbruikspatroon gemaakt worden voor een specifieke wasserij.



Figuur 5-42 Gemeten afnamepatroon van wasserij II op uurbasis.



Figuur 5-43 Gemeten afnamepatroon van wasserij III op uurbasis.



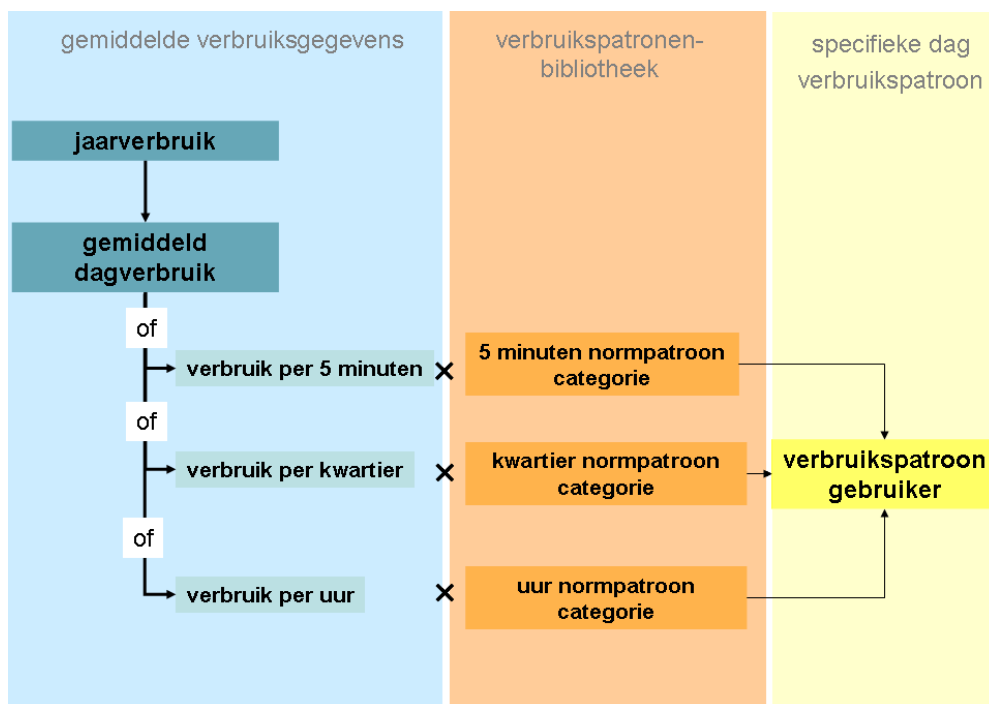
Figuur 5-44 Gemeten afnamepatroon van wasserij IV op uurbasis.

6 Validatie

6.1 Inleiding

De verbruikspatronenbibliotheek is gevalideerd met metingen van de volumestroom in drie verschillende type gebieden: Benthuizen, Zandvoort en Haarlem (hoofdstuk 3). De normpatronen in de verbruikspatronenbibliotheek worden getoetst door het verbruikspatroon van de drie gebieden samen te stellen en te vergelijken met gemeten patronen voor het gebied.

Voor het samenstellen van het verbruikspatroon van een gebied wordt de procedure gevolgd zoals weergegeven in Figuur 1-5. Na een inventarisatie van alle gebruikers in de wijk of de stad, wordt voor elke gebruiker/categorie een specifiek verbruikspatroon gemaakt op basis van het normpatroon uit de verbruikspatronenbibliotheek en het gemiddelde dagverbruik, bekend uit metingen of het jaarverbruik. De werkwijze hiervoor is te zien in Figuur 6-1. Afhankelijk van de tijdstap van de beschikbare metingen, wordt het dagverbruik omgerekend naar bijvoorbeeld een verbruik per 5 minuten, die dan met het normpatroon behorend bij een tijdstap van 5 minuten wordt vermenigvuldigd. Door de verbruikspatronen van alle gebruikers bij elkaar op te tellen wordt het verbruikspatroon voor het gebied gemaakt. Dit samengestelde patroon wordt ten slotte vergeleken met het gemeten verbruik (gemiddelde en variantie) in dit gebied, om zo de verbruikspatronenbibliotheek te toetsen.



Figuur 6-1 Schematische weergave van de procedure om vanuit het gemeten gemiddeld dagverbruik en de standaardnormpatronen uit de verbruikspatronenbibliotheek, een verbruikspatroon voor een gebouw te maken.

Bij het gebruik van jaargegevens is het nodig om goed na te denken hoeveel het gemiddeld dagverbruik van een gebouw is; een kantoor is bijvoorbeeld niet elke dag open, een camping alleen in een bepaalde periode. In de validatieprocedure moeten hiervoor aannames gemaakt worden. De aannames die gemaakt zijn om het jaarverbruik naar dagverbruik om te rekenen zijn in de validatie van elk gebied weergegeven. Bij het gebruik van jaarverbruiken moet ook goed nagedacht worden of het type verbruik

door het jaar heen hetzelfde is. Een hotel kan bijvoorbeeld door de week een zakelijk hotel zijn en een toeristisch hotel alleen in de zomerperiode.

Voor huishoudelijk verbruik geldt dat het gemiddelde dagverbruik op een weekdag anders is dan in het weekend. Het gemeten gemiddelde dagverbruik moet daarom aangepast worden met een factor voor een week- of weekenddag, zoals beschreven in paragraaf 4.3.3 (pag. 26):

weekdag = gemiddeld dagverbruik * 0,97

weekenddag = gemiddeld dagverbruik * 1,06

In dit hoofdstuk wordt de bovenstaande procedure beschreven voor achtereenvolgens Benthuizen, Zandvoort en Haarlem. Na een inventarisatie van de gebruikers, wordt het verbruikspatroon voor de wijk of stad samengesteld en tenslotte vergeleken met het gemeten verbruik.

6.2 Benthuizen

In Benthuizen is elke 5 minuten de volumestroom gemeten van 9-29 november 2004. Gedurende twee weken is het verbruik gemeten van de adressen in de bemeten wijk, waarin 2 weekenden vallen. Deze metingen vonden plaats in het kader van een project met betrekking tot lekverlies (Beuken e.a., 2005). De adressen zijn met behulp van KvK gegevens herleid naar de aanwezige categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek en het verbruik is omgerekend naar het verbruik in m³ per 5 minuten (Tabel 6-1). In Benthuizen is 94% van het verbruik afkomstig van huishoudens. Benthuizen wordt gekarakteriseerd als een plattelandsgemeente. In de verbruikspatronenbibliotheek wordt daarom het landelijk huishoudelijk normpatroon gekozen. Het gemiddeld dagverbruik van huishoudens is met de week- en weekenddag factor, namelijk 0,97 en 1,06, omgerekend naar het verbruik voor een week- en weekenddag.

6% van het waterverbruik in Benthuizen is niet-huishoudelijk. Voor gebouwen in de niet-huishoudelijke categorieën is aangenomen dat van de 14 dagen de kantoren en de scholen 10 dagen open zijn en de winkels 12 dagen. Op de weekenddagen is het verbruik in die categorieën nul. Voor de overige niet-huishoudelijke categorieën is aangenomen dat het verbruik voor een week- en weekenddag gelijk is. De bedrijven of gebouwen die niet binnen de gekozen categorieën vallen, voornamelijk agrarische bedrijven, komen in de groep 'overig' met een kantoorpatroon. Slechts 0,9% van het totale waterverbruik past niet binnen de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek.

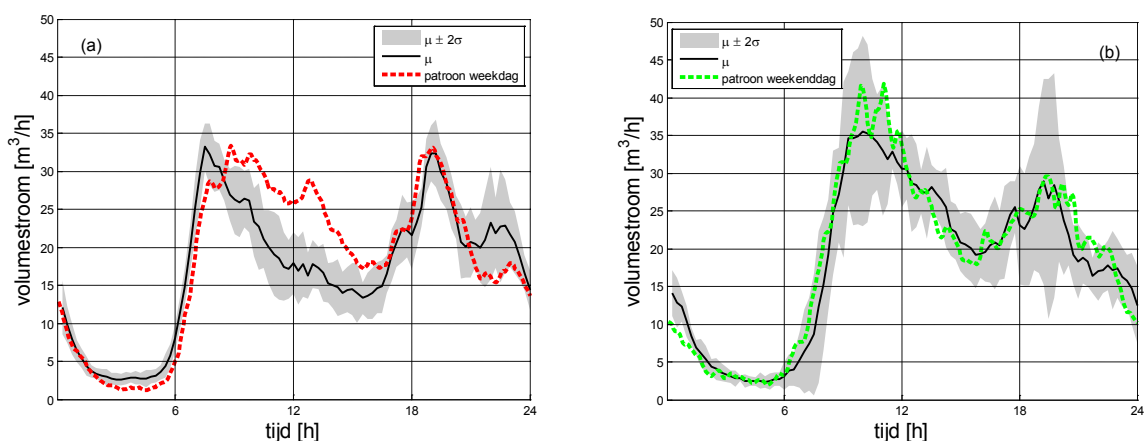
Het gemeten verbruik in 5 minuten wordt vervolgens voor elke categorie vermenigvuldigd met de bijbehorende normpatronen. Op deze manier wordt het totale verbruik over de dag voor iedere categorie verkregen voor een week- en weekenddag. In bijlage II is het verbruikspatroon per categorie te zien. Uit de figuren blijkt dat het totale waterverbruik voornamelijk wordt bepaald door de huishoudens en de kantoren. De aannames die gemaakt zijn voor de verschillende gebouwen in andere categorieën zijn daarmee minder significant.

Door verbruikspatronen bij elkaar op te tellen wordt het waterverbruik voor Benthuizen gevormd voor een week- en weekenddag. In Figuur 6-2 is het verbruikspatroon van Benthuizen vergeleken met de gemeten volumestromen. De figuur laat zien dat de combinatie van de normpatronen voor verschillende categorieën in de bibliotheek in combinatie met het gemeten waterverbruik per adres een goede voorspelling van het verbruikspatroon van Benthuizen geeft:

- goede hoogte van het verbruik (ondanks aannames normpatronen en gemiddelde verbruiken)
- verbruikspatroon ligt voor een groot gedeelte van de dag binnen de grenzen van de gemeten patronen:
 - voor een weekdag liggen het avond- en nachtverbruik binnen de variatie van de metingen. Het dagverbruik neemt op vergelijkbare manier toe als de metingen, alleen wordt de piek iets later bereikt, maar wel op dezelfde hoogte. Het verbruik gedurende de dag is op basis van de verbruikspatronenbibliotheek wel hoger.
 - voor een weekenddag geldt dat het gemodelleerde verbruik gedurende de gehele dag binnen de betrouwbaarheidsintervallen van de metingen valt en dichtbij het gemiddelde gemeten verbruik ligt.

Tabel 6-1 Het gemeten verbruik in Benthuisen binnen de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek in 2 weken en omgerekend naar het verbruik per 5 minuten voor een weekdag en weekenddag

Categorie in verbruikspatronenbibliotheek		Verbruik in 2 weken in m ³	verbruik in m ³ per 5 minuten	
			weekdag	weekenddag
Huishoudelijk	landelijk	5813	1,40	1,53
Kantoren		236,2	8,2e-2	0
Hotels	zakelijk hotel	0	0	0
	toeristisch hotel	0	0	0
	theaterhotel	0	0	0
Zorginstellingen	verpleeghuis	0	0	0
	woon-zorgcombinatie	0	0	0
School	lagere school	15,6	5,42e-3	0
	middelbare school	0	0	0
	hoger onderwijs	0	0	0
Eetgelegenheden	lunchroom	0	0	0
	restaurant	20,5	5,08e-3	5,08e-3
Winkels		33,7	9,75e-3	9,75e-3
Recreatie	camping	0	0	0
	recreatiepark	0	0	0
Sportcomplexen	sportveld	33,8	8,38e-3	8,38e-3
	sportcentrum	0,2	4,96e-5	4,96e-5
	ijsbaan	0	0	0
Zwembaden	zwembad zonder avondopenstelling	0	0	0
	zwembad met avondopenstelling	0	0	0
overig	'kantoorpatroon'	52,9	1,31e-2	1,31e-2
totaal		6206	1,52	1,57



Figuur 6-2 De gemeten volumestroom en het verbruikspatroon op basis van de verbruikspatronenbibliotheek (---) op 5 minutenbasis van Benthuisen: (a) weekdag en (b) weekenddag

6.3 Zandvoort

De boulevard van Zandvoort heeft een totaal verbruik van 24 m³/h, waarvan 68% huishoudelijk is. Het niet-huishoudelijk verbruik bestaat uit twee hotels met een toeristisch karakter (beach hotel en palace hotel), een zakelijk hotel (NH hotel) en strandtenten. Deze vormen respectievelijk 9,50%, 13,5% en 9% van het verbruik. Deze gegevens zijn afkomstig uit Blokker (2010). In Tabel 6-2 zijn deze gegevens verwerkt in de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek en omgerekend naar het verbruik in 5 minuten voor een week- en weekenddag.

Zandvoort is een toeristische plaats. Omdat de metingen hebben plaatsgevonden van augustus tot oktober, zal het toerisme niet overheersen in het waterverbruik. Het is niet duidelijk of Zandvoort een stedelijk of meer landelijk karakter heeft. Daarom worden twee verbruikspatronen gecreëerd voor Zandvoort, één waarbij in de verbruikspatronenbibliotheek het stedelijk huishoudelijk normpatroon gekozen wordt en één met het landelijk huishoudelijk normpatroon. Het gemiddeld dagverbruik van huishoudens is met de week- en weekenddag factor, namelijk 0,97 en 1,06, omgerekend naar het verbruik voor een week- en weekenddag.

Voor de toekenning van het niet-huishoudelijk verbruik in de bibliotheekcategorieën is aangenomen dat het waterverbruik van het zakelijk hotel in het weekend een toeristisch karakter heeft. Strandtenten komen niet in de categorieën van de bibliotheek voor. In eerste instantie was gekozen voor een restaurantpatroon, echter uit informatie op internet bleek dat de strandtenten open zijn van 9:00 tot 24:00 uur. Om deze reden is in de normpatronen gezocht naar een niet-huishoudelijk verbruikspatroon dat een verbruik heeft gedurende de hele dag. De normpatronen voor sportcentra (Figuur 5-33) of ijsbanen (Figuur 5-34) komen hiervoor in aanmerking. Voor de strandtenten wordt daarom een 'ijsbaan' patroon gekozen. Er is geen onderscheid gemaakt tussen de hoogte van het verbruik op een week- of weekenddag, omdat hierover geen gegevens bekend zijn.

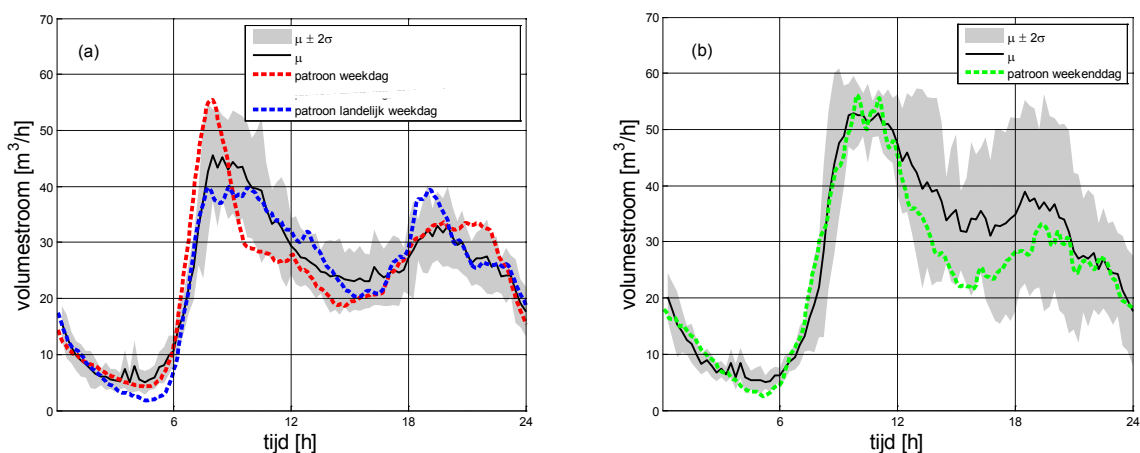
Het gemeten verbruik in 5 minuten wordt vervolgens voor elke categorie vermenigvuldigd met de bijbehorende normpatronen. Op deze manier wordt het totale verbruik over de dag voor iedere categorie verkregen voor een week- en weekenddag. In bijlage III is het verbruikspatroon per categorie te zien.

Door de verbruikspatronen per categorie bij elkaar op te tellen wordt het waterverbruik voor Zandvoort gevormd voor een week- en weekenddag. In Figuur 6-3 is het verbruikspatroon van Zandvoort vergeleken met de gemeten volumestroom. De figuur laat zien dat de normpatronen uit de verbruikspatronenbibliotheek samen met de metingen een goede voorspelling van het verbruik van Zandvoort geven:

- goede hoogte van het verbruik (ondanks aannames normpatronen en gemiddelde verbruiken)
- verbruikspatroon ligt voor een groot gedeelte van de dag binnen de grenzen van de gemeten patronen:
 - voor een weekdag ligt het gemodelleerde verbruik gedurende de hele dag binnen de betrouwbaarheid van de metingen. Het voorspelde verbruik tijdens de middag, avond en nacht ligt dichtbij het gemiddelde gemeten verbruik. Alleen de ochtendpiek neemt bij het stedelijk normpatroon te snel toe en wordt hoger dan gemiddeld. Bij het gebruik van een landelijk huishoudelijk patroon wordt het verbruik gedurende de hele dag goed beschreven, alleen de ochtendpiek is te laag en het verbruik in de avond is te hoog. Het huishoudelijk verbruik in Zandvoort blijkt dus een mix van stedelijk en landelijk verbruik. Dit komt overeen met de samenstelling van de huishoudens zoals beschreven in Blokker (2010): er komen relatief veel eenpersoons huishoudens in dit gebied voor, die waarschijnlijk een stedelijk verbruikspatroon hebben en daarnaast relatief veel 65-plussers met meer een landelijk verbruik.
 - voor een weekenddag geldt dat het gemodelleerde verbruik gedurende de gehele dag binnen de betrouwbaarheidsintervallen van de metingen valt. Het verbruik valt samen met het gemiddelde gemeten verbruik, met uitzondering van de middag.

Tabel 6-2 Het gemeten verbruik in Zandvoort binnen de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek in m³/h en omgerekend naar het verbruik per 5 minuten voor een week en weekenddag

Categorie in verbruikspatronenbibliotheek		Verbruik m ³ /h	verbruik in m ³ per 5 minuten	
			weekdag	weekenddag
Huishoudelijk	stedelijk of landelijk	16,32	1,33	1,45
Kantoren		0	0	0
Hotels	zakelijk hotel	3,24	0,27	0
	toeristisch hotel	2,28	0,19	0,46
	theaterhotel	0	0	0
Zorginstellingen	verpleeghuis	0	0	0
	woon-zorgcombinatie	0	0	0
School	lagere school	0	0	0
	middelbare school	0	0	0
	hoger onderwijs	0	0	0
Eetgelegenheden	lunchroom	0	0	0
	restaurant	0	0	0
Winkels		0	0	0
Recreatie	camping	0	0	0
	recreatiepark	0	0	0
Sportcomplexen	sportveld	0	0	0
	sportcentrum	0	0	0
	ijsbaan	0	0	0
Zwembaden	zwembad zonder avondopenstelling	0	0	0
	zwembad met avondopenstelling	0	0	0
strandtent	'ijsbaanpatroon'	2,16	0,18	0,18
totaal		24	1,97	2,09



Figuur 6-3 De gemeten volumestroom en het verbruikspatroon op basis van de verbruikspatronenbibliotheek (- - -) op 5 minutenbasis van Zandvoort: (a) weekdag en (b) weekenddag

In het geval van Zandvoort is voor een niet-huishoudelijke verbruiker, namelijk de strandtent, geen standaardnormpatroon in de bibliotheek aanwezig. De validatie laat zien dat een indicatie van het verloop van het verbruik over de dag voldoende is. Het is voldoende om te weten of er alleen gedurende de dag water wordt verbruikt (kantoorpatroon), alleen in de avond (restaurantpatroon) of zowel in de dag als in de avond (sportcentrum- of ijsbaanpatroon).

6.4 Haarlem

Voor de validatie van de gemeente Haarlem worden metingen gebruikt die in de periode van 1 mei tot 5 juli 2009 elk kwartier zijn uitgevoerd. Het huishoudelijk verbruik in Haarlem is verdeeld over drie kernen (Haarlem, Zandvoort en Bloemendaal) en heeft een gemiddelde dagverbruik van $23.10^3 \text{ m}^3/\text{dag}$. Het huishoudelijk verbruik vormt 77% van het totaal waterverbruik in dit gebied.

Haarlem heeft voornamelijk een stedelijk karakter. Het gemiddeld dagverbruik van huishoudens is met de week- en weekenddag factor, namelijk 0,97 en 1,06, omgerekend naar het verbruik voor een week- en weekenddag. Uit Blokker e.a. (2009) blijkt dat de kernen Bloemendaal ($2,12.10^3 \text{ m}^3/\text{dag}$) en Zandvoort ($2,11.10^3 \text{ m}^3/\text{dag}$) een dagelijks patroon van het waterverbruik hebben dat meer lijkt op een landelijk patroon. Dit is ongeveer 20% van het totaal huishoudelijk waterverbruik in Haarlem. Voor de kern Haarlem ($18,78.10^3 \text{ m}^3/\text{dag}$) wordt daarom een stedelijk huishoudelijk normpatroon uit de verbruikspatronenbibliotheek gekozen, en voor de kernen Bloemendaal en Zandvoort (totaal $4,23.10^3 \text{ m}^3/\text{dag}$) wordt gekozen voor een landelijk huishoudelijk normpatroon.

In Blokker e.a. (2009) heeft in het kader van een DPW-onderzoek een inventarisatie plaatsgevonden van het niet-huishoudelijk waterverbruik. Voor details rond de inventarisatie wordt naar dit rapport verwezen. PWN heeft 52 specifieke verbruikers opgegeven (naam, adres, branche, jaarverbruik) met een totaal verbruik van $2,0.10^3 \text{ m}^3/\text{dag}$. Daarnaast zijn er klein zakelijke verbruikers vastgesteld, met een gezamenlijk gemiddeld verbruik van $4,4.10^3 \text{ m}^3/\text{dag}$. Met behulp van de SAP-data met branchecodes, die de indeling van het CBS (SBI¹-codes) volgen, zijn 250 verschillende codes samengevat in slechts 9 typen:

- *Horeca* bevat restaurants, cafetaria (incl. snackbars), cafés, hotels (incl. pensions), hotel-restaurants, lunchrooms (kantines e.d.), clubs en overig (bioscoop, catering, etc.).
- *Kantoor* bevat zo'n beetje alles dat naar verwachting tijdens kantooruren gebruikt wordt en dat geen water gebruikt in een productieproces.
- *Winkel* bevat allerhande winkels en groothandels.
- *Sport en recreatie* bevat sportverenigingen, sporthallen, musea, etc.
- *Onderwijs* bevat o.a. basisscholen, middelbare scholen en ROC's.
- *Dag/Nacht opvang* bevat o.a. verzorgingshuizen, penitentiaire inrichtingen, kinderopvang.
- *Kappers* is inclusief schoonheidssalons.
- *Wasserij* betekent het reinigen en eventueel verven van textiel.
- *Overig* bevat o.a. garages, drukkerijen, praktijken van artsen, agrarische bedrijven, tijdelijke aansluitingen (waaronder strandtenten) en fabrieken waar mogelijk water in de productieprocessen wordt gebruikt.

De vastgestelde typen van verbruikscodes komen niet geheel overeen met de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek. Daarnaast zijn van onderverdelingen binnen sommige types (zoals o.a. restaurant binnen horeca, of middelbare school binnen onderwijs) standaardverbruikspatronen aanwezig. Daarom kunnen de totale jaarverbruiken binnen elk van de 9 types niet direct overgeplaatst worden in de verbruikspatronenbibliotheek. Alle 250 branchecodes zijn daarom nagelopen en ingedeeld in de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek. 8% van het totaal waterverbruik is niet onder te brengen in de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek. Omdat niet duidelijk is of in deze categorie verbruikers zijn die alleen overdag water verbruiken of ook 's avonds, wordt voor deze

¹ SBI = Standaard BedrijfsIndeling.

categorie, 'overig', zowel een kantoorpatroon (alleen dagverbruik) als een sportcentrumpatroon (met dag- en avondverbruik) aangenomen.

Voor de toekenning van het niet-huishoudelijk verbruik in de bibliotheekcategorïen is het jaarverbruik uit de database omgerekend naar een dagverbruik. Hiervoor zijn aannames gemaakt van het aantal dagen dat er waterverbruik in de categorie of het gebouw jaarlijks plaatsvindt. In Tabel 6-3 is het aantal dagen opgenomen. Aangenomen is dat kantoren en hoge scholen alleen op weekdays open zijn. Voor de lagere school en de middelbare school is het aantal vakantiedagen meegenomen. Winkels en eetgelegenheden zijn 1 dag per week gesloten. De camping in dit gebied is open van april tot oktober, dat overeenkomt met 26 weken. De ijsbaan is open van de laatste week van september tot de tweede week van maart, dat overeenkomt met 25 weken. De ijsbaan is echter niet open in de meetperiode en wordt daarom niet in de validatie zelf meegenomen. De overige categorieën zijn elke dag open. In Tabel 6-3 is het resulterende dagverbruik voor de 52 specifieke verbruikers en voor de klein zakelijke verbruikers op basis van de SAP-data weergegeven. Deze zijn vervolgens omgerekend naar het waterverbruik per kwartier voor een weekday en een weekenddag. Hierbij is voor de hotels aangenomen dat het waterverbruik van een zakelijk hotel in het weekend een toeristisch karakter heeft.

Het gemeten verbruik in 15 minuten wordt vervolgens voor elke categorie vermenigvuldigd met de bijbehorende normpatronen. Op deze manier wordt het totale verbruik over de dag voor iedere categorie verkregen voor een week- en weekenddag. In bijlage IV is het verbruikspatroon per categorie te zien.

Door de verbruikspatronen per categorie bij elkaar op te tellen wordt het waterverbruik voor Haarlem gevormd voor een week- en weekenddag. In Figuur 6-4 is het verbruikspatroon van Haarlem vergeleken met de gemeten volumestroom. De figuur laat zien dat de combinatie van de normpatronen uit de verbruikspatronenbibliotheek met de gegevens van het jaarverbruik uit de database/SAP-data een goede voorspelling geven van het waterverbruik in Haarlem. Zowel het waterverbruik op een weekday als een weekenddag worden goed voorspeld. De samengestelde patronen met de verbruikspatronenbibliotheek liggen binnen de betrouwbaarheidsintervallen van de gemeten patronen en benaderen het gemiddelde gemeten verbruikspatroon.

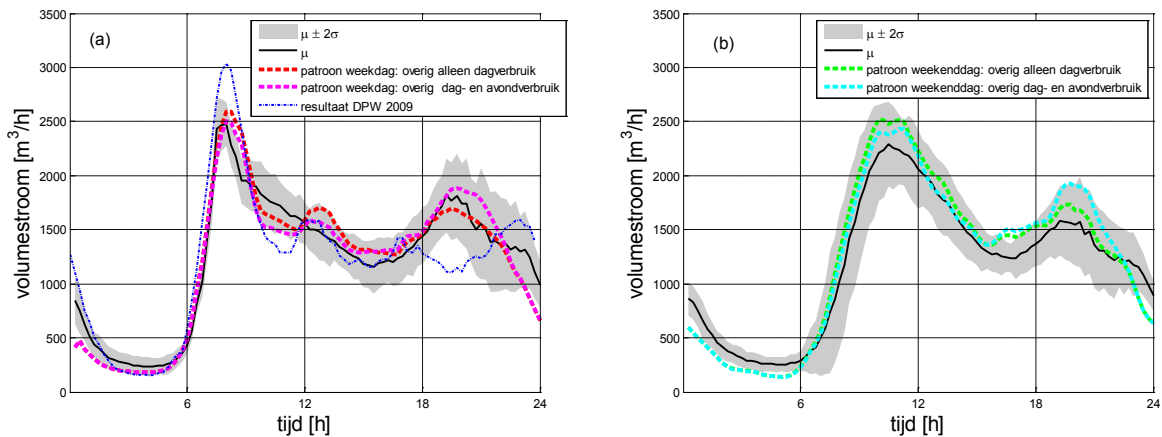
De figuren laten zien dat de invulling van de categorie 'overig' voor Haarlem niet leidt tot significante verschillen. Voor zowel een patroon met alleen dagverbruik als een patroon met dag- en avondverbruik valt het uiteindelijke samengestelde patroon binnen de betrouwbaarheidsgrenzen van de metingen. Een patroon met alleen dagverbruik leidt tot een betere voorspelling van het avondverbruik, een patroon met zowel dag- als avondverbruik leidt tot een betere voorspelling van de ochtendpiek.

De goede voorspelling met de omgerekende jaarverbruiken en de normpatronen uit de verbruikspatronenbibliotheek vindt plaats ondanks gemaakte aannames, zoals het aantal dagen dat de gebouwen water verbruiken (in Tabel 6-3) en daarmee ook de aanname dat het jaargebruik evenredig verdeeld is over de dagen dat de gebouwen water verbruiken. Bij hotels bijvoorbeeld is deze aanname niet helemaal gerechtvaardigd, omdat de bezetting van hotels niet gelijkmatig over het jaar verdeeld zal zijn en seizoensafhankelijk is. Het verbruik zal in bepaalde periodes hoger zijn. Vergelijkbare afwijkingen van de aannames kan verwacht worden voor sportcentra, waar de bezetting niet elke dag hetzelfde zal zijn, zwembaden, waar de bezetting afhankelijk is van de periode in het jaar, etc. Omdat het waterverbruik in deze categorieën in Haarlem ieder minder dan 1% van het totaal waterverbruik bedraagt, hebben de aannames een verwaarloosbaar effect op het uiteindelijke patroon.

Tabel 6-3 Het gemeten verbruik in Haarlem binnen de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek in m³/h en omgerekend naar het verbruik per 15 minuten voor een week en weekenddag

Categorie in verbruikspatronenbibliotheek		aantal dagen	Verbruik m ³ /dag			verbruik in m ³ per 15 minuten	
			52 specifieke gebruikers	klein zakelijk	totaal	weekdag	weekenddag
Huishoudelijk	totaal				23.10 ³	233,57	255,06
	stedelijk				18,78.10 ³	190,63	208,17
	landelijk				4,23.10 ³	42,94	46,89
Kantoren		260	540	670	1210	12,6	0
Hotels	zakelijk hotel	365	124	146	269	2,8	0
	toeristisch hotel	365	0	72	72	0,8	3,6
	theaterhotel	365	0	0	0	0	0
Zorginstellingen	verpleeghuis	365	754	31	785	8,2	8,2
	woon-zorgcombinatie	365	78	82	160	1,7	1,7
School	lagere school	200	0	104	104	1,1	0
	middelbare school	225	83	39	122	1,3	0
	hoger onderwijs	260	0	5	5	0,05	0
Eetgelegenheden	lunchroom	312	0	42	42	0,4	0,4
	restaurant	312	0	591	591	6,2	6,2
Winkels		312	68	238	306	3,2	3,2
Recreatie	camping	182	313	37	349	3,6	3,6
	recreatiepark	365	0	0	0	0	0
Sportcomplexen	sportveld	365	0	5	5	0,1	0,1
	sportcentrum	365	14	160	174	1,8	1,8
	ijsbaan	175	37	0	37	0 ^a	0
Zwembaden	zwembad (geen avond)	365	0	0	0	0	0
	zwembad (met avond)	365	131	5	136	1,4	1,4
Overig	'kantoorpatroon'	365	233	2215	2448	25,5	25,5
	'sportcentrumpatroon'						
totaal			2375	4442	2,98.10 ⁴	304,32	310,76

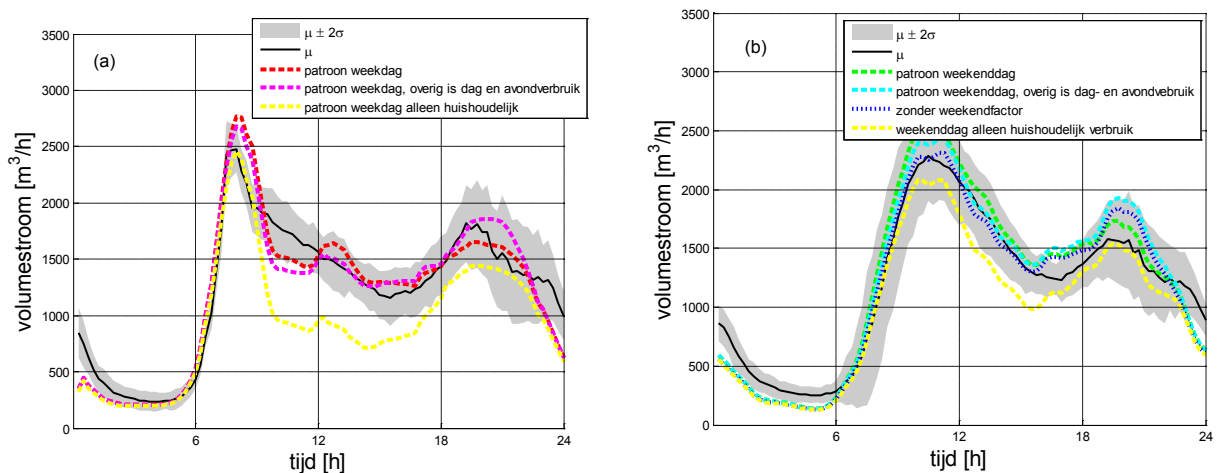
ad ^a: de ijsbaan is gedurende de meetperiode gesloten.



Figuur 6-4 De gemeten volumestroom en het verbruikspatroon op basis van de verbruikspatronenbibliotheek (- -) op 15 minutenbasis van Haarlem: (a) weekdag en (b) weekenddag

In Blokker e.a. (2009) is voor Haarlem op basis van simulaties van het huishoudelijk verbruik met CBS-gegevens van de gezinssamenstelling van de wijken in combinatie met kantoorpatronen voor het niet-huishoudelijk verbruik ook een patroon samengesteld voor een weekdag. In Figuur 6-4a is het resultaat van dit DPW-onderzoek ook weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de toepassing van specifieke verbruikspatronen voor niet-huishoudelijk verbruik en de toepassing van een landelijke huishoudelijk patroon voor Bloemendaal en Zandvoort, een aanzienlijke verbetering van het voorspelde verbruikspatroon geeft. Ook de aanpassingen aan het huishoudelijk patroon (paragraaf 4.3 op pagina 22), namelijk de uitbreiding met een landelijk huishoudelijk patroon en het aanpassen van het avondverbruik leiden tot aanzienlijke verbeteringen.

In Figuur 6-5 is het aandeel van huishoudelijk verbruik in het totaal waterverbruik van Haarlem weergegeven. De figuur laat zien dat in het geval van Haarlem, de niet-huishoudelijke verbruikers ook een aanzienlijke bijdrage hebben aan het verbruik, vooral op een weekdag. Voor andere gebieden, zoals bijvoorbeeld Benthuisen is het huishoudelijk verbruik significant en kan met alleen het huishoudelijk verbruik al een goed patroon verkregen worden.



Figuur 6-5 Het aandeel van huishoudelijk verbruik in het verbruikspatroon op basis van de verbruikspatronenbibliotheek (- -) op 15 minutenbasis van Haarlem: (a) weekdag en (b) weekenddag

7 Implementatie

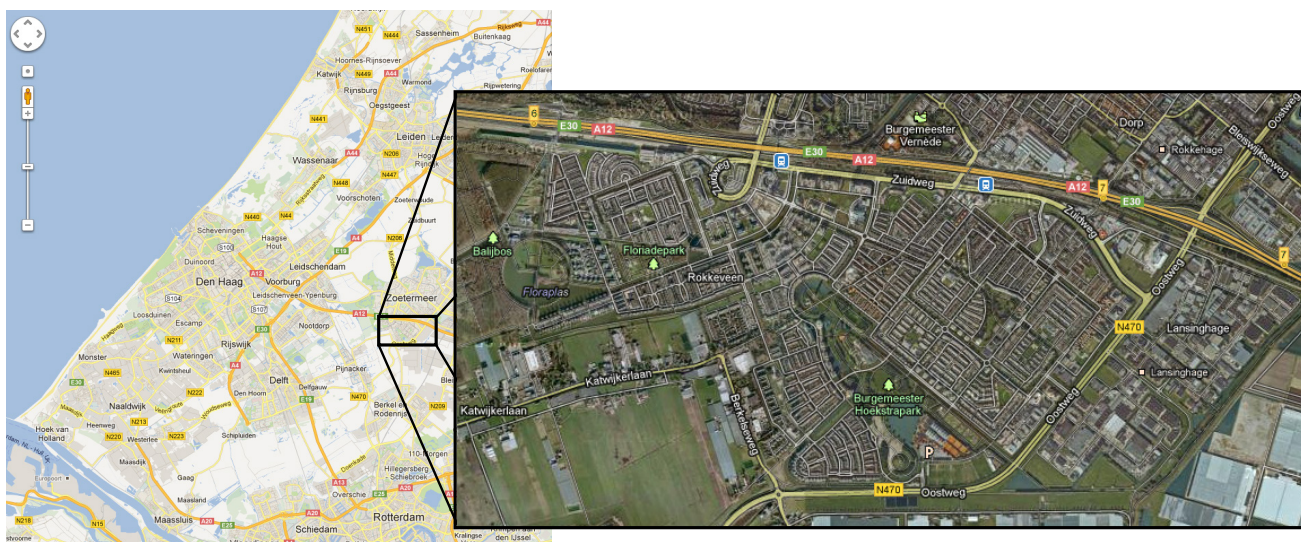
7.1 Inleiding

Dunea heeft de verbruikspatronenbibliotheek toegepast in hun hydraulisch model van een wijk in Zoetermeer, om te onderzoeken wat de bijdrage van de bottom-up verbruikstoekenning mbv de verbruikspatronenbibliotheek ('BU') is in vergelijking tot de huidige praktijk (pompstation-patronen of top-down methode 'TD'). De beschrijving van de wijk, de implementatie van de standaardverbruikspatronen in een leidingnetmodel, de werkwijze hiervoor en de consequenties van de veranderde manier van verbruikstoekenning op uitkomsten van de hydraulische modellen, zoals druk, pendelzones, volumestromen, route van waterstromen, verblijftijden en stofverspreiding worden achtereenvolgens in dit hoofdstuk beschreven.

7.2 Beschrijving van de wijk Rokkeveen in Zoetermeer

In het voorzieningsgebied van Dunea is in de gemeente Zoetermeer de wijk Rokkeveen gekozen waarin de patronenbibliotheek is toegepast. Dit is een relatief jonge wijk uit de jaren 90 ten zuiden van de snelweg A12.

In Figuur 7-1 is de ligging van de wijk te zien. In Tabel 7-1 zijn de gegevens van de wijk weergegeven.



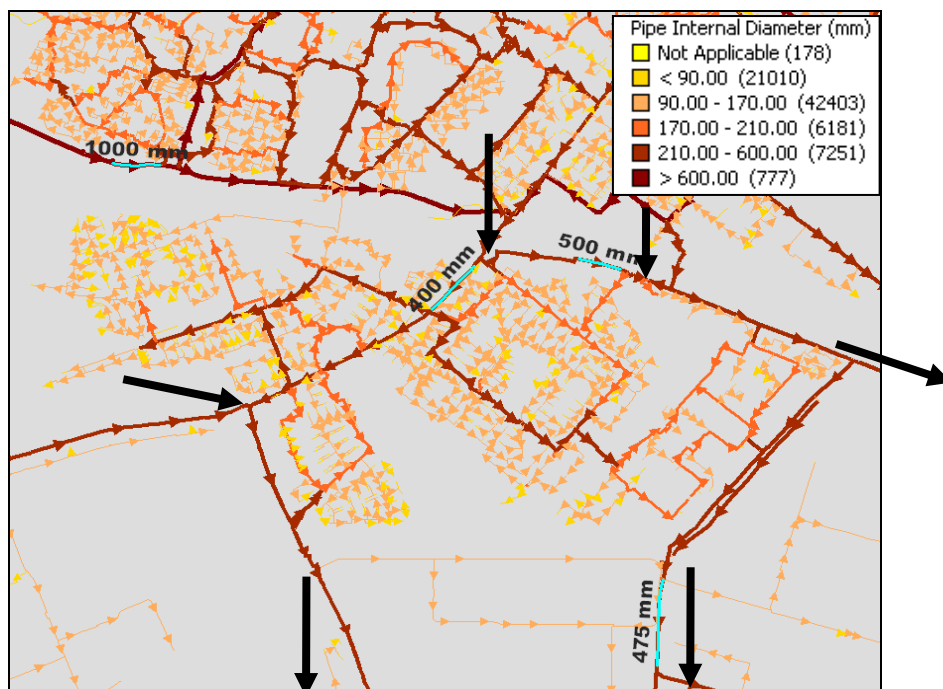
Figuur 7-1 Weergave van de ligging van de wijk Rokkeveen.

Tabel 7-1 Kentallen Rokkeveen (bron gemeente Zoetermeer per 1-1-2012)

inwoners	21507	[-]
oppervlak	379	ha
woningen	8535	[-]
banen	8078	[-]
bedrijfsvestigingen	868	[-]

De klanten in Zoetermeer worden voornamelijk van water voorziening met een 1000 mm transportleiding vanuit Den Haag. De Wijk Rokkeveen wordt met 2 leidingen van respectievelijk 500 en 400 mm gevoed. Hierna vertakt het in een distributienet van PVC-leidingen om de wijk verder te voeden (Figuur 7-2).

Voor het testen van de patronenbibliotheek is gebruik gemaakt van een 1 op 1 model van de wijk. De wijk is uit het één-op-één model geknipt, waarbij op de randen de hydraulische condities uit het 1 op 1 model zijn overgenomen. Dit is gedaan om de rekensnelheid te verkorten die nodig is om meerdere scenario's door te rekenen.



Figuur 7-2 Leidingnet in Rokkeveen

7.3 Toekennen van patronen uit de verbruikspatronenbibliotheek

De klanten van het gebied zijn onderverdeeld aan de hand van SBI-codes (standaard bedrijfscodes) uit het klantsysteem van Dunea. Deze codes worden toegekend aan bedrijven door de Kamer van Koophandel en delen de bedrijven in naar hun activiteit (zie Tabel 7-2). Deze codes worden door Dunea gebruikt om bedrijven te selecteren die in aanmerking komen voor inspectie. Het kost wel enige moeite om uit alle mogelijke SBI-codes een geschikt bijbehorend verbruikspatroon te selecteren. Voor het testen van de patronenbibliotheek is een snelle onderverdeling gemaakt en zijn patronen toegekend voor groepen van hoofdactiviteiten. SBI codes die beginnen met een '4' (Tabel 7-2) hebben bijvoorbeeld het patroon 'winkel' gekregen.

Tabel 7-2 Voorbeeld van SBI codes (bron KvK)

47221	Winkels in vlees en vleeswaren
47222	Winkels in wild en gevogelte
4723	Winkels in vis
4724	Winkels in brood, banket, chocolade en suikerwerk
47241	Winkels in brood en banket
47242	Winkels in chocolade en suikerwerk
4725	Winkels in dranken
4726	Winkels in tabaksproducten
4729	Gespecialiseerde winkels in overige voedings- en genotmiddelen
47291	Winkels in kaas
47292	Winkels in natuurvoeding en reformartikelen
47293	Winkels in buitenlandse voedingsmiddelen
47299	Gespecialiseerde winkels in overige voedings- en genotmiddelen n.e.g.
473	Benzinestations
4730	Benzinestations

In het klantsysteem dat met SynerGEE gebruikt wordt om de verbruiken toe te kennen aan het model hoeft nu alleen maar het kenmerk worden toegevoegd welk patroon een klant krijgt toegewezen. SynerGEE kent vervolgens automatisch de klanten toe aan de desbetreffende leiding in het model. In SynerGEE kan relatief eenvoudig het desbetreffende patroon geïmporteerd worden uit de patronenbibliotheek. Klanten waarvan aan de hand van hun SBI code de verwachting is dat zij een kantoorfunctie hebben, zijn op één hoop gegooid.

Voor de wijk Rokkeveen ziet het verbruik van de klanten met verschillende patronen er dan uit volgens Tabel 7-3. In Figuur 7-3 zijn de knopen te zien met de aansluitingen van niet-huishoudelijk verbruik. Een onderverdeling van de knopen naar de afzonderlijke categorieën van niet-huishoudelijk verbruik is in verschillende figuren van het leidingnet te zien in bijlage V.

Tabel 7-3 Klantgegevens leidingnetmodel van Rokkeveen en onderverdeling in corresponderende categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek

type aansluiting	Aantal [-]	jaarverbruik [m ³]	
Stedelijk huishoudelijke verbruik	7966	1017231	84%
Zorginstellingen 'verpleeghuis'	17	4568	<1%
Restaurants	18	16463	1%
Zakelijke hotels	2	11856	1%
Winkels	75	21675	2%
Kantoren met spoelbak	407	127476	10%
Sportcentrum	7	11217	1%
Lagere scholen	15	5845	<1%
totaal	8507	1216331	100%



Figuur 7-3 Ligging van knopen met niet-huishoudelijke klanten in Rokkeveen

In de toekomst gaat Dunea gebruik maken van de gemeentelijke BAG registratie (basisregistratie adressen en gebouwen ([www.kadaster.nl/ BAG](http://www.kadaster.nl/BAG))) (Figuur 7-4). Deze informatie wordt door gemeenten bijgehouden en bevat onder andere de gebruiksdoeleinden van gebouwen, die de volgende kenmerken bevatten:

- wonen
- winkel
- kantoor
- industrie
- sport
- bijeenkomst
- cel
- gezondheidszorg
- logies

De meeste patronen uit de verbruikspatronenbibliotheek kunnen direct hiermee gekoppeld worden aan gebouwen.

BAG-viewer Gegevens Oktober 2012
Deze viewer demonstreert de mogelijkheden van de Basisregistraties Adressen en Gebouwen.

Printen

Locatie Zoek adres, plaats of postcode
zoetermeer
Zoeken

Zoetermeer
Zoetermeer, gemeente Zoetermeer

Terugmelding
Bij gerede twijfel over een BAG gegeven, wordt u verzocht dit terug te melden. Voor de actuele BAG gegevens kunt u BAG Web raadplegen.
Terugmelding

Selecteren Zoom in om te selecteren
Bouwjaar: **alles**
< sleep om selectie aan te passen >
Oppervlakte: **alles**
< sleep om selectie aan te passen >
Gebruiksdoel: **2 gebruikdoelen**

Wonen
 Winkel
 Industrie
 Sport
 Bijeenkomst

Cel
 Gezondheidszorg
 Logies
 Onderwijs
 Overig

Toepassen Verbergen

Panden

Identificatie	Bouwjaar
0637100000127068	2002
0637100000128818	1990
0637100000135794	1930
0637100000136462	2001
0637100000137141	1992
0637100000137849	1987
0637100000138478	1990
0637100000144206	1989
0637100000144207	2007
0637100000144239	1992

Selectie

Type	Pand
Identificatie:	1926100000488841
Status:	Pand in gebruik
Bouwjaar:	1930

Verblijfsobjecten

Identificatie	Gebruiksdoel
1926010000524285	kantoorfunctie
1926010000524287	kantoorfunctie

2 verblijfsobject(en)

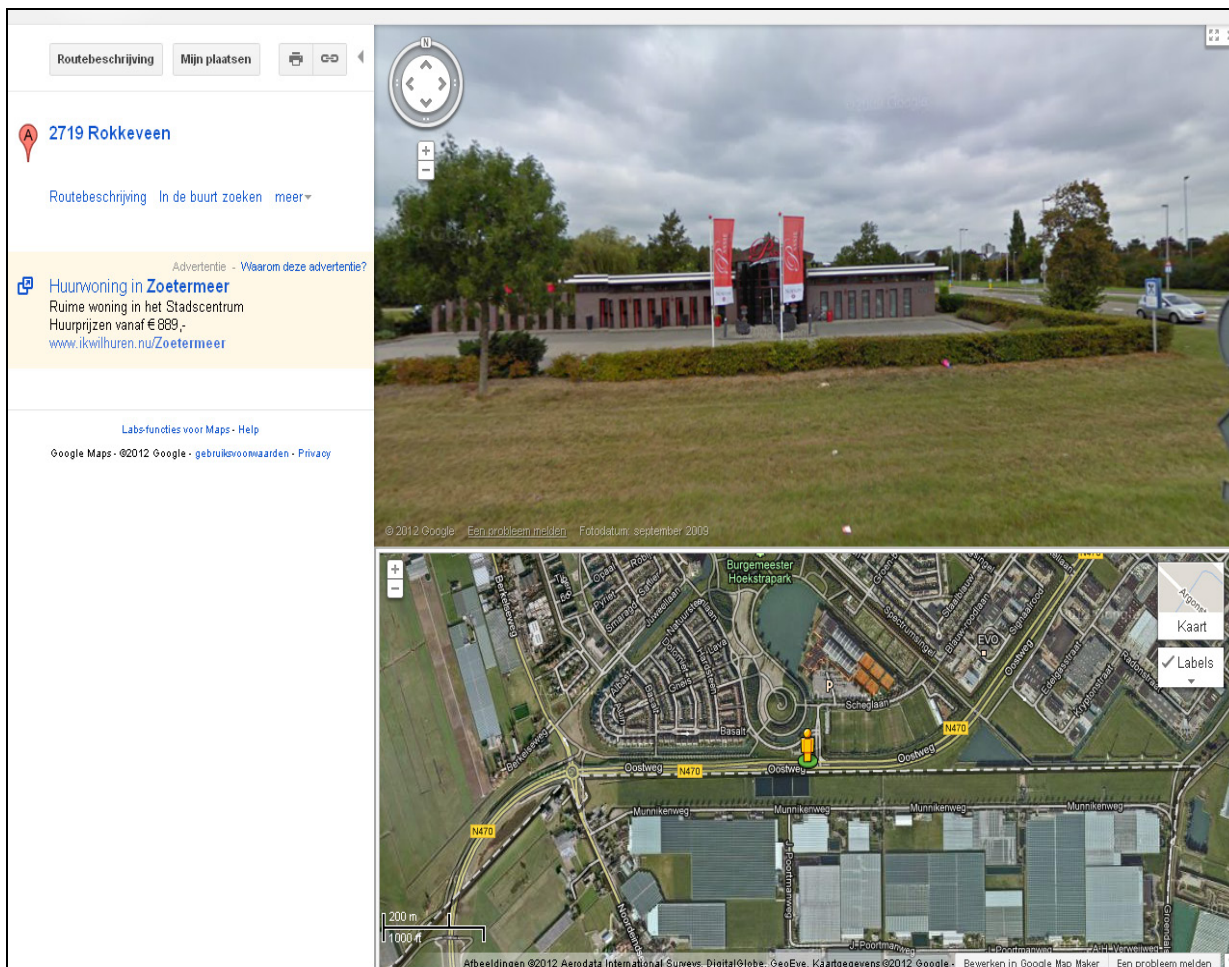
Details

Verblijfsobject

Identificatie:	1926010000524287
Status:	Verblijfsobject in gebruik
Gebruiksdoel:	kantoorfunctie
Oppervlakte:	293 m ²
Adres	
Adres:	Katwijkerlaan 115 a
Postcode:	2641PE
Plaatsnaam:	Pijnacker

Figuur 7-4 Bag viewer van Rokkeveen met gebruikdoeleinden 'winkel' en 'kantoor'

Om het type verbruikspatroon te achterhalen voor een aansluiting is een tijdsinvestering noodzakelijk. Een BAG object met een doeleinde van het type 'bijeenkomst' kan bijvoorbeeld een kerk zijn of een restaurant. Zonder veel kennis van het gebied te hebben kan met moderne middelen als Google Streetview toch nog de nodige informatie eenvoudig worden gevonden (Figuur 7-5). Een keuze voor een onderverdeling binnen de vastgestelde categorieën is niet altijd mogelijk of eenvoudig, bijvoorbeeld een keuze tussen een verpleeghuis of woon-zorgcombinatie, of tussen een zakelijk of toeristisch hotel. Een vraag die hierbij gesteld moet worden is of het allemaal noodzakelijk is om zo gedetailleerd het verbruik te specificeren. In het geval van Rokkeveen is gekozen voor verpleeghuizen en zakelijke hotels.

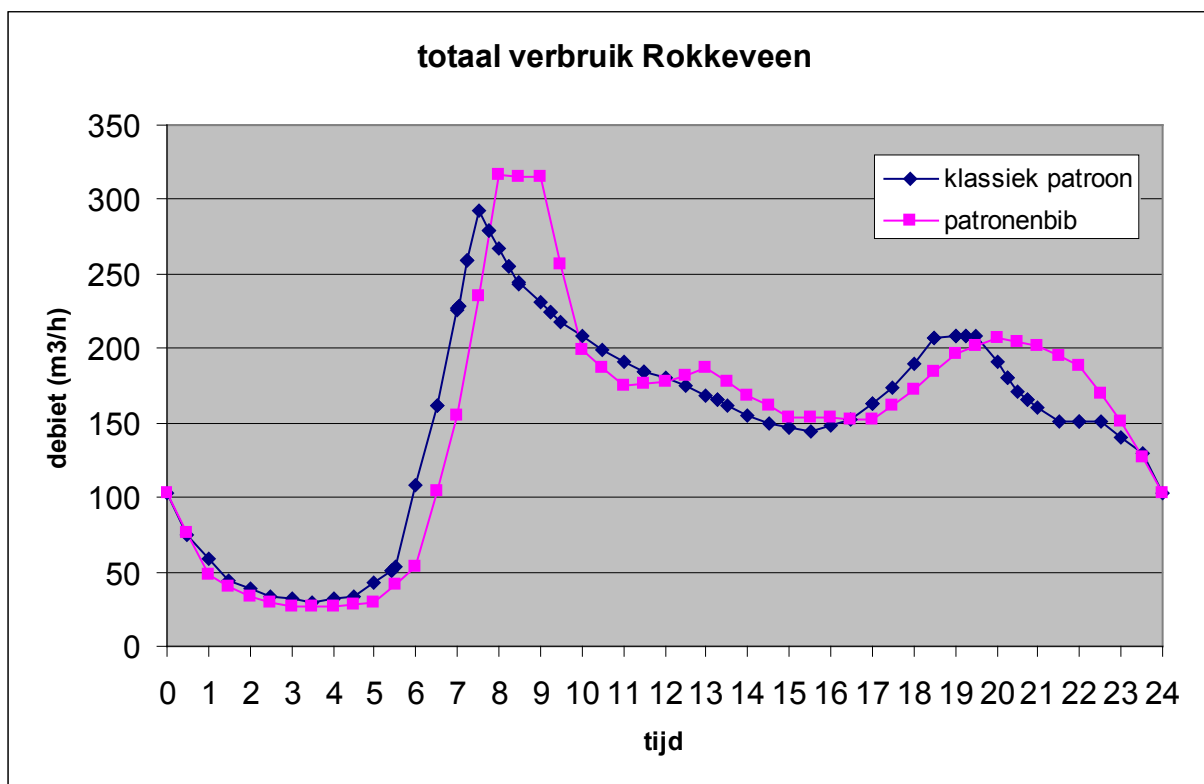


Figuur 7-5 Gebruik van Google Streetview voor het achterhalen van de categorie van de verbruikspatronenbibliotheek voor een specifiek gebouw, in dit geval een restaurant.

7.4 Vergelijking van klassiek patroon met verbruikspatronenbibliotheek

Voordat de invloed van de bottom-up verbruikstoekenning op de uitkomsten van het hydraulisch model worden onderzocht, wordt eerst gekeken of het totale verbruikspatroon van de wijk met de verbruikspatronenbibliotheek overeenkomt met het 'klassiek' patroon van de wijk.

Hiervoor wordt het jaarverbruik van alle aansluitingen in de wijk vermenigvuldigd met hun desbetreffende patroon zodat een verbruik over 24 uur wordt geconstrueerd. In Figuur 7-6 is het resultaat hiervan te zien voor de sommatie van alle aansluitingen in de wijk. Naast het totaal verbruik met de patronen uit de patronenbibliotheek is ook het totaalverbruik met het klassieke patroon te zien. Het klassieke patroon bestaat gewoonlijk uit één soort patroon die aan iedere klant wordt toegekend, behalve enkele speciale bekende (groot)verbruikers die apart worden bemeterd. Dit patroon wordt bepaald uit gemeten volumestromen in leidingen die een gebied voeden. In dit geval is het patroon gebruikt van het gebied waaruit ook Zoetermeer deel van uitmaakt en dat bestaat uit ongeveer 200.000 aansluitingen.



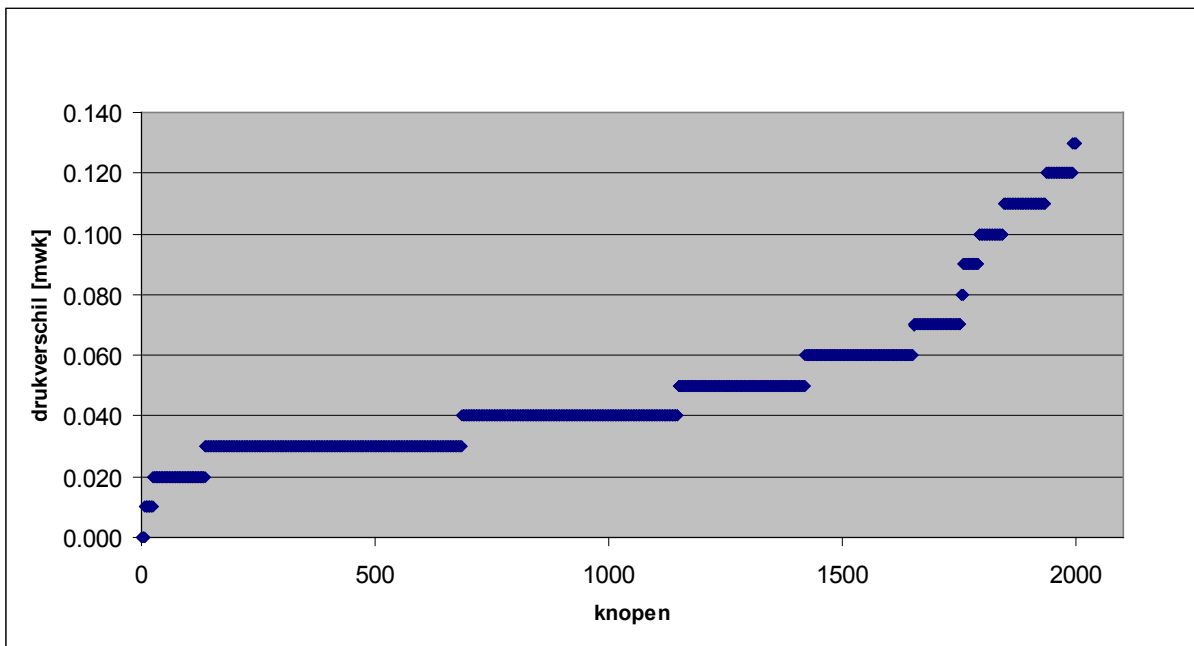
Figuur 7-6 Totaal verbruikspatroon van een dag voor de wijk Rokkeveen, op basis van klassiek patroon en verbruikspatronenbibliotheek in combinatie met jaarverbruiken.

Figuur 7-6 laat zien dat het verbruikspatroon op basis van de verbruikspatronenbibliotheek en het jaarverbruik een goede beschrijving geeft van het verbruik in Rokkeveen. De vorm van het verbruik over 24 uur komt goed overeen en met name in de nacht zijn de verschillen minimaal. Opvallend is het verschil in de grootte van de ochtendpiek (omstreeks 7 á 8 uur). De piek volgens de patronenbibliotheek ($316 \text{ m}^3/\text{h}$) is ongeveer 8% groter dan met het normale patroon ($290 \text{ m}^3/\text{h}$). Een mogelijke verklaring voor dit verschil kan zijn, dat het jaarverbruik evenredig over de verbruikspatronen is verdeeld, terwijl er verschillen zijn in week- en weekenddag, in seizoenen (hotels en scholen), etc. Bovendien is in de omrekening van het jaarverbruik naar het dagelijks verbruik per categorie geen rekening gehouden met het feit dat sommige niet-huishoudelijke verbruikers, zoals kantoren en scholen, niet alle dagen open zijn, zoals toegepast is bij het voorbeeld van Haarlem in Tabel 6-3.

7.5 Consequenties van de bottom-up verbruikstoekenning in hydraulische modellen

7.5.1 Druk

Het verschil in de grootte van de ochtendpiek tussen het klassieke patroon en het patroon op basis van de verbruikspatronenbibliotheek (Figuur 7-6) komt ook in uitdrukking als de drukken in het leidingnet worden vergeleken tussen de beide methoden. Met het hydraulisch model van Rokkeveen wordt de druk berekend wanneer de patronen van de verbruikspatronenbibliotheek ('BU') worden toegekend en wanneer het klassieke patroon wordt toegekend ('TD'). Het drukverschil op de knopen tussen de druk verkregen met de berekeningen met de patronen van de bibliotheek en de druk met het klassieke patroon is weergegeven in Figuur 7-7. De patronenbibliotheek zorgt door het hogere piekverbruik voor lagere drukken in het leidingnet.

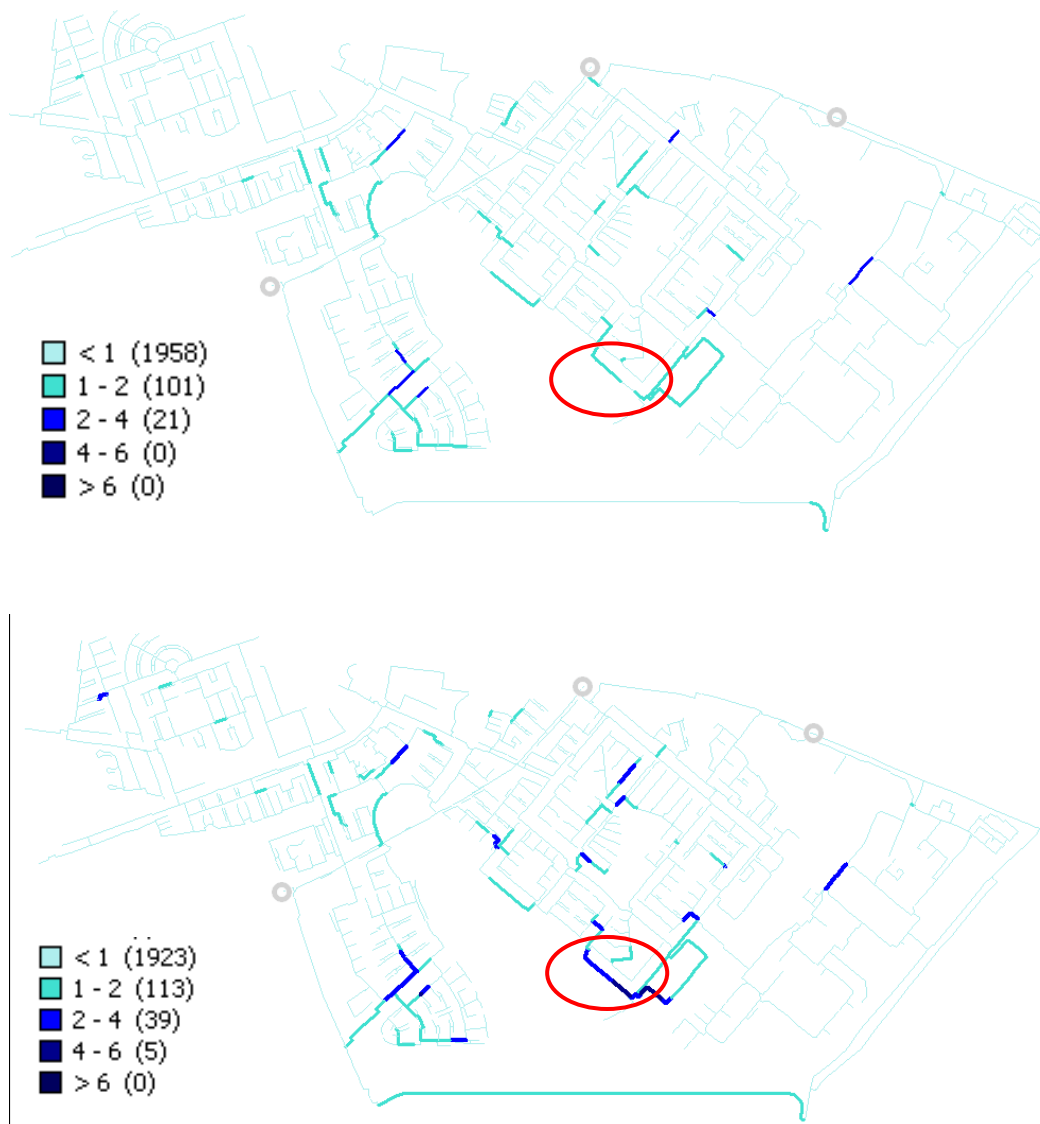


Figuur 7-7 Drukverschil op een knoop tussen verbruikspatronenbibliotheek en klassieke patronen. Het drukverschil is berekend als $\Delta P = \text{minimale druk op elke knoop op een dag met TD} - \text{minimale druk op elke knoop op een dag met BU}$.

7.5.2 Omkering waterstromen

Het toepassen van verschillende verbruikspatronen in een leidingnetmodel ('BU') ten opzichte van één verbruikspatroon ('TD') zal voornamelijk tot verschillen leiden in de waterstromen (gedurende de dag) door de leidingen. Figuur 7-8 laat het verschil zien in het aantal keren dat de stroming gedurende de berekening omkeert in een leiding. De figuur laat zien dat bij toepassing van het klassieke patroon de stroming minder van richting keert. Bij het gebruik van de patronenbibliotheek draait in iets meer leidingen de stroming minimaal 1 keer om dan bij het gebruik van 1 patroon (157 ten opzichte van 122). Verder zal met het gebruik van de patronenbibliotheek in een aantal leidingen de stroming vaker meer dan 1 keer omkeren. Gebieden waar het water zal pendelen, zal door het toepassen van verschillende patronen duidelijker naar voren komen, dan wanneer maar 1 patroon wordt gebruikt.

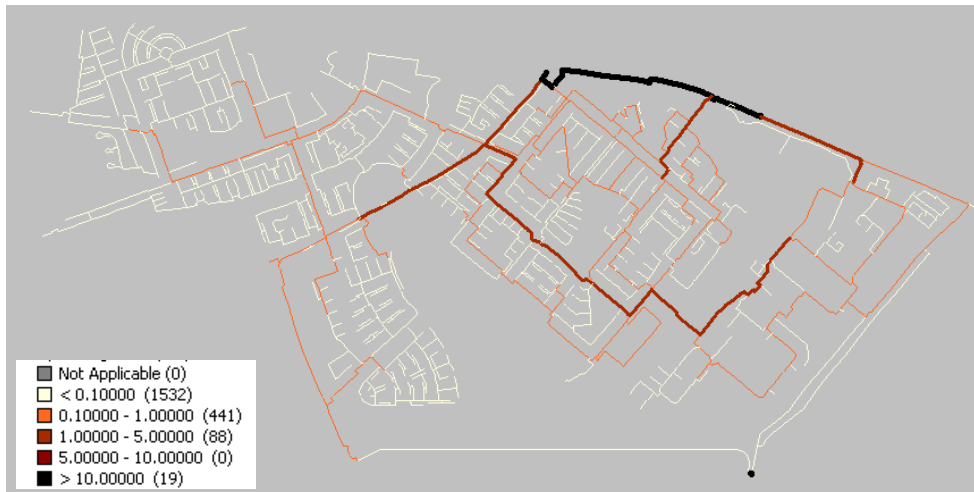
Daarnaast blijkt uit de vergelijking van de figuren dat de plaats waar berekend is dat het water vaker pendelt verschillend is. Bij het gebruik van de verbruikspatronenbibliotheek wordt bijvoorbeeld berekend dat het water vaker pendelt in het gebied onderaan het centrum (aangeduid met rode cirkel in Figuur 7-8), terwijl bij gebruik van klassieke patroon hier geen pendeling optreedt. In dit gebied komen er naast huishoudelijk verbruik ook restaurants voor (zie figuren in bijlage V). Bij toekenning van specifieke patronen, met bij een restaurant alleen dag- en avondverbruik (Figuur 5-20) zal het water anders gaan stromen, dan wanneer zowel de huishoudens als de restaurants eenzelfde patroon toegekend krijgen zoals bij het gebruik van het klassieke patroon.



Figuur 7-8 Het aantal berekende omkeringen van de stromingsrichting: a) bij toepassing van klassieke patronen, b) bij toepassingen van patronen uit verbruikspatronenbibliotheek

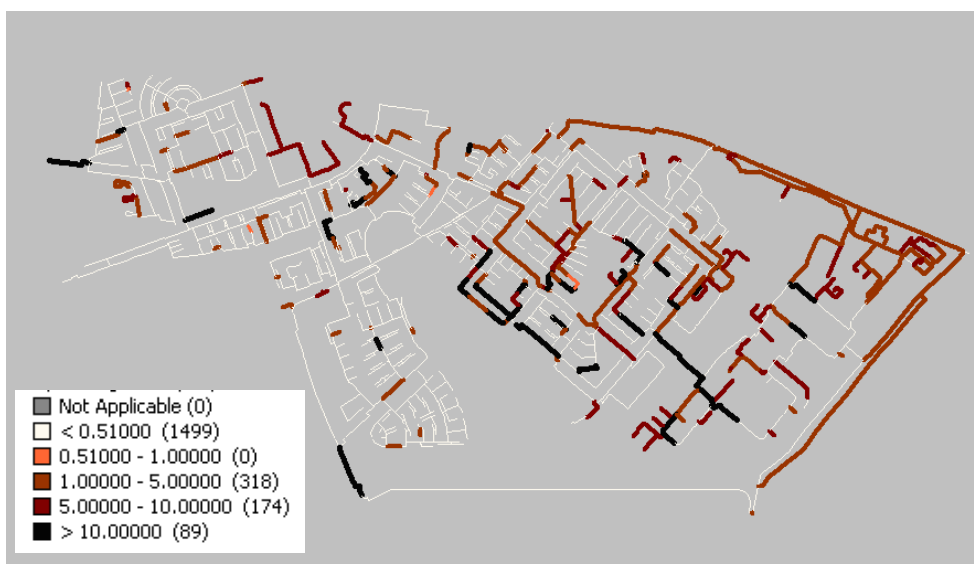
7.5.3 Volumestroom in de leidingen

Bij de verbruikstoekenning met de verbruikspatronenbibliotheek wordt een andere volumestroom door de leidingen berekend dan bij de toepassing van het klassieke patroon. Figuur 7-9 laat het verschil zien tussen de gemiddelde volumestroom in de leidingen berekend met de patronenbibliotheek en met het klassieke patroon. Het verschil blijft bij de meeste leidingen beperkt (kleiner dan $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$). Bij de grotere leidingen is er wel een duidelijk verschil te zien. Eenzelfde figuur is te zien als de minimale en maximale volumestroom over de dag met elkaar wordt vergeleken. Het verschil hangt uiteraard af van de absolute volumestroom in een leiding: grote leidingen met hoge volumestromen laten een groot absoluut verschil zien.



Figuur 7-9 Verskil in gemiddelde volumestroom [m^3/h] tussen leidingnet met verbruikstoekenning met de verbruikspatronenbibliotheek of met het klassieke patroon. Het verschil in volumestroom is berekend als $\Delta\Phi = |\text{gemiddelde volumestroom gedurende 24 uur met BU} - \text{gemiddelde volumestroom gedurende 24 uur voor TD}|$

Omdat bij het gebruik van de verbruikspatronenbibliotheek ('BU'), elke gebruiker een ander patroon toegekend krijgt, zal het verloop van de volumestroom over de dag in het leidingnet vooral heel verschillend zijn ten opzichte van het gebruik van het klassieke patroon op elke knoop ('TD'). Dit komt tot uitdrukking in Figuur 7-10, waarin het tijdstip van de maximale volumestroom in een leiding is bekeken. De figuur laat het verschil tussen tijdstippen zien waarop de maximale volumestroom optreedt in een leiding met het klassieke patroon en de patronenbibliotheek. Kantoren, scholen en winkels hebben het maximale verbruik op het middaguur, in plaats van in de ochtend, zoals bijvoorbeeld voor huishoudens. Plaatsen waar deze verbruikers zijn laten ook een groot verschil zien in tijdstip van de maximale volumestroom, omdat het klassieke patroon hier geen rekening mee houdt.



Figuur 7-10 Verskil (in uren) tussen de momenten waarop het maximum debiet door een leiding gaat voor een model met het klassieke patroon en de patronenbibliotheek. Het verschil in uren is berekend als:

$$\Delta t = |\text{tijdstip waarbij maximum volumestroom optreedt op een knoop met BU} - \text{tijdstip waarbij maximum volumestroom optreedt op een knoop met TD}|$$

7.5.4 Route waterstromen

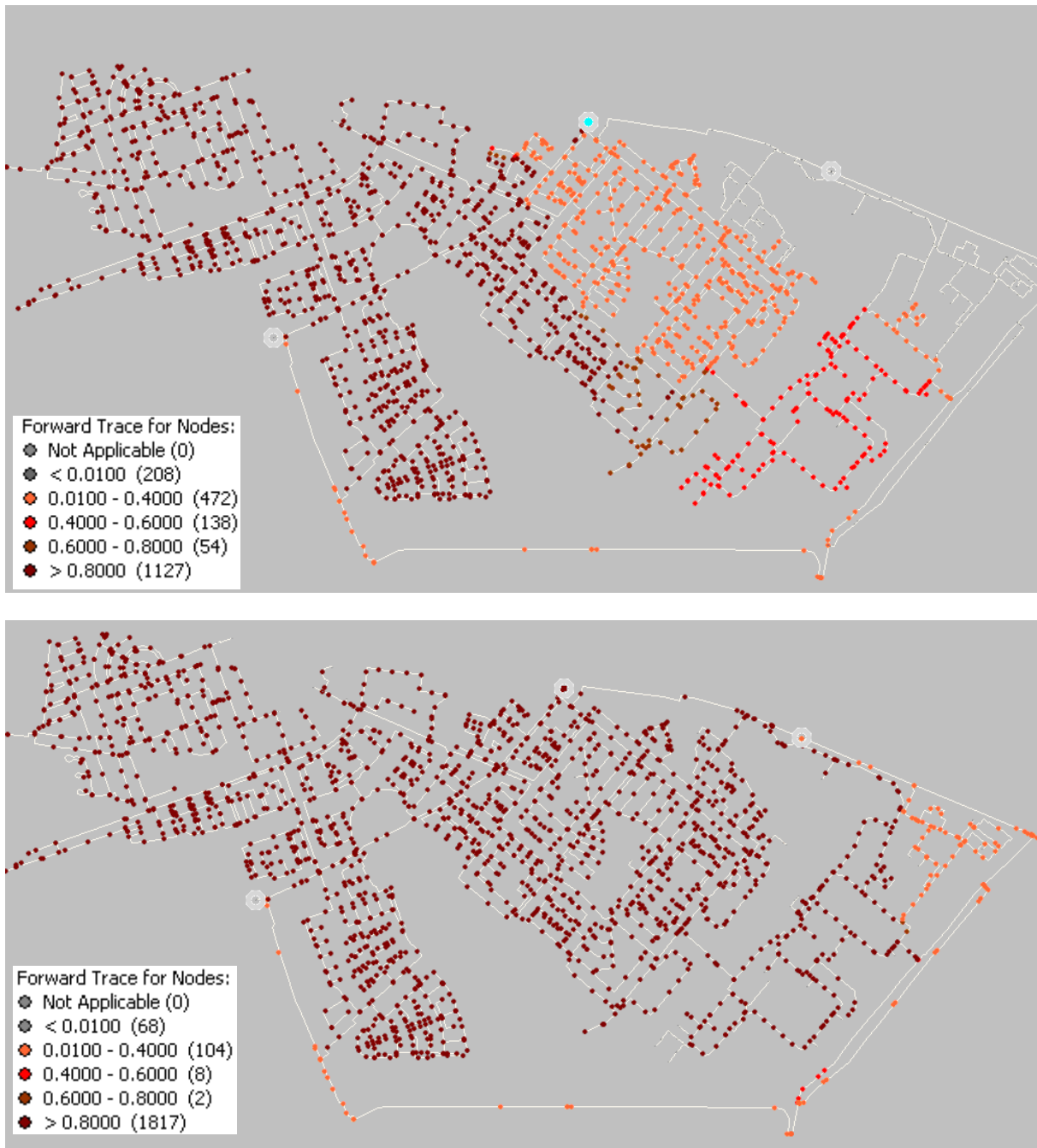
Met het hydraulisch model is het mogelijk om de route van de waterstromen te bepalen, door van een locatie terug te rekenen naar de bron. In beide hydraulische modellen, dus met verbruikstoekenning met de verbruikspatronenbibliotheek ('BU') en met het klassieke patroon ('TD'), is een locatie geprikt, waarna is teruggerekend naar de bron. De resulterende waterstromen zijn te zien in Figuur 7-11.



Figuur 7-11 Backtracing van waterstromen op een locatie voor klassieke patronen ('TD' links) en patronenbibliotheek ('BU' rechts)

De legenda geeft het percentage van waterstromen aan dat door de knoop gaat. De figuur laat zien dat de route van het water verschillend is. De route van het water in een distributienet is dus afhankelijk van het verbruikspatroon van de klanten in het distributienet.

Ook het uitvoeren van een 'forward trace' met het hydraulische model laat zien dat de toekenning van specifieke verbruikspatronen in de BU-methode leidt tot andere waterstromen dan de traditionele verbruikstoekenning met de TD-methode. Het resultaat van een forward trace is te zien in Figuur 7-12, waarbij de legenda het percentage aangeeft van het water dat van een bepaalde knoop afkomt.



Figuur 7-12 Forwardtracing van waterstromen op een locatie voor klassieke patronen ('TD' boven) en patronenbibliotheek ('BU' onder)

7.5.5 Verbliftijden

De gemiddelde verblijftijd van het water in het leidingnet is berekend voor het hydraulisch model met de verbruikstoekenning op basis van de verbruikspatronenbibliotheek en voor het hydraulisch model met het klassieke patroon. Figuur 7-13 laat het verschil zien tussen de gemiddelde verblijftijd met het model met klassieke patronen en de patronenbibliotheek. In het leidingnet treden er verschillen op van 5 uur. De gemiddelde verblijftijd in het net is ongeveer 8 uur, dus deze verschillen zijn aanzienlijk.

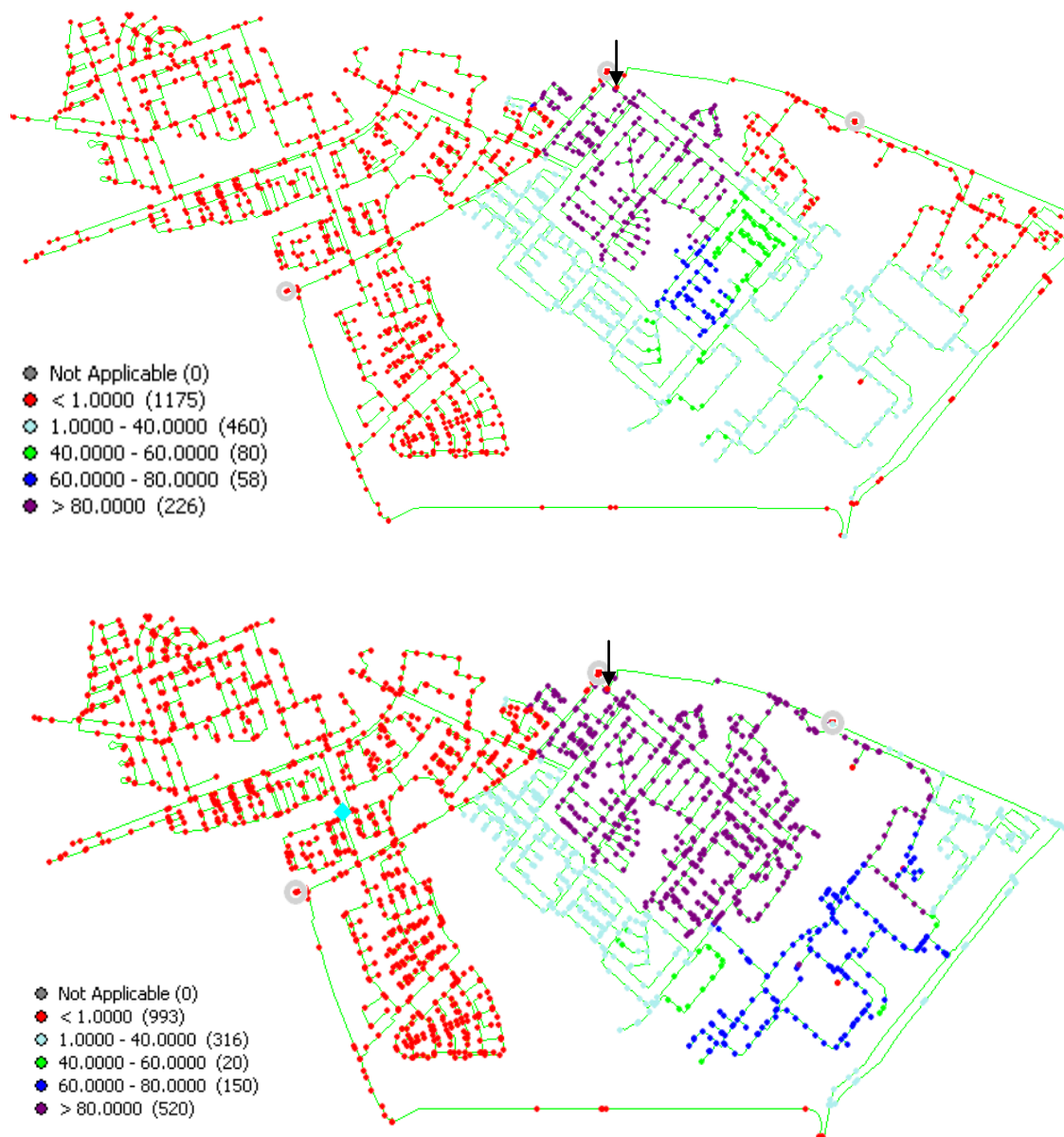


Figuur 7-13 Verskil in de gemiddelde verblijftijden tussen model met klassieke patroon en model met verbruikspatronenbibliotheek. Het verschil in gemiddelde verblijftijd is berekend als:

$\Delta t = | \text{maximale gemiddelde verblijftijd op een dag op een knoop met BU} - \text{maximale gemiddelde verblijftijd op een dag op een knoop met TD} |$

7.5.6 Stofverspreiding

Het verspreiden van een geïnjecteerde stof in het leidingwater kan gevolgd worden met hydraulische modellen. Op een locatie in het leidingnet wordt continue een stof met een concentratie van 100 mg/l het leidingnet geïnjecteerd. Figuur 7-14a laat de stofverspreiding zien wanneer in het hydraulische model het klassieke patroon wordt gebruikt. In Figuur 7-14b is de stofverspreiding te zien bij gebruik van de patronenbibliotheek. De toepassing van specifieke verbruikspatronen in het leidingnetmodel voorspelt een andere stofverspreiding dan toepassing van het klassieke patroon.



Figuur 7-14 Stofconcentratie na 24 uur bij continue injectie met 100 mg/l in a) model met klassiek patroon en in b) model met patronen bibliotheek. Het pijltje geeft de plaats van injectie aan.

7.6 Samenvatting implementatie verbruikspatronenbibliotheek in hydraulisch model

De implementatie van de verbruikspatronenbibliotheek in Rokkeveen laat zien dat met enige (tijds-) inspanning de verbruikspatronen kunnen worden toegekend aan de knopen. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van SBI codes van de Kamer van Koophandel. De verdeling van de SBI-verbruikerscodes in de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek is mogelijk, maar kost wel enige moeite omdat er zoveel SBI codes zijn. In de toekomst kan gebruik gemaakt worden van gemeentelijke BAG-registratie, die veel beter overeenkomen met de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek. In de implementatie van de verbruikspatronenbibliotheek is dit de meest intensieve stap. Als de

onderverdeling of keuze van de categorieën gemaakt is, kan door SynerGEE de bijbehorende verbruikspatronen automatisch aan de klant worden toegekend.

Het patroon voor Rokkeveen op basis van de verbruikspatronenbibliotheek en de jaarverbruiken geeft een goede beschrijving van het waterverbruik in de wijk. Het verbruik in de nacht, gedurende de dag en in de avond wordt goed beschreven. Het piekverbruik in de ochtend is 8% hoger. Deze overeenkomst geeft vertrouwen in de toepassing van de specifieke verbruikspatronen op elke knoop.

De toepassing van de specifieke verbruikspatronen in het hydraulische model geeft een andere voorspelling van het stromen van het water door de leidingen in vergelijking tot het gebruik van het klassieke patroon op elke knoop. Verschillen zijn gevonden in volumestroom, tijdstip van maximale volumestroom in een leidingdeel, in pendelzones, in route van waterstromen, in verblijftijden en de manier van stofverspreiding. Het gebruik van verschillende verbruikspatronen leidt dus tot een verbeterd inzicht in deze aspecten. Vooral voor toepassingen op het gebied van waterkwaliteit is dit van belang. Te denken valt aan:

- de locaties waar sensoren geplaatst moeten worden voor een goede detectie van waterkwaliteit
- waar het beste monsters genomen kunnen worden of opwervelingpotentiometingen (OPM) kunnen worden uitgevoerd
- het voorspellen van de locaties waar het leidingnet vervuult en hoe vaak het moet worden gespuid?
- hoe een besmetting zich verspreidt door het leidingnet
- backtracing: van welk pompstation is het water afkomstig of van welke locatie is een verontreiniging afkomstig?
- temperatuurvoorspelling: wanneer bijvoorbeeld bij klassieke patroon de maximale verblijftijd in gietijzer materiaal plaatsvindt en bij de patronenbibliotheek in PVC, dan heeft dit effect op de voorspelde temperatuur.

Hoe significant of belangrijk de waargenomen verschillen zijn kan nader onderzocht worden in vervolprojecten, bijvoorbeeld bij onderzoek naar sensorplaatsing en backtracing.

In de implementatie is alleen het effect gedurende weekdays bekeken. Wanneer weekenddagen worden meegenomen in de analyse zal het verschil tussen de toepassing van de specifieke verbruikspatronen en de toepassing van het klassieke patroon naar verwachting nog groter zijn.

8 Conclusie

8.1 Verbruikspatronenbibliotheek is beschikbaar

Een verbruikspatronenbibliotheek is opgesteld, die bestaat uit huishoudelijke en niet-huishoudelijke standaardverbruikspatronen, genormeerd op een gemiddeld verbruik van 1, voor verschillende categorieën van gebruikers. Voor het huishoudelijk verbruik zijn standaardnormpatronen aanwezig voor een weekdag in een stedelijke omgeving, een weekdag in een landelijke omgeving, een weekenddag en een max-dag. Voor niet-huishoudelijk verbruik zijn standaardnormpatronen aanwezig voor de categorieën kantoren, hotels, zorginstellingen, scholen, eetgelegenheden, winkels, recreatie, sportcomplexen en zwembaden. Binnen sommige categorieën is nog een onderverdeling voor een specifiek type gebruik of gebouw. Voor de categorieën sauna en wasserij is het niet mogelijk om een standaardnormpatroon op te stellen, omdat het waterverbruik afhankelijk is van de bedrijfsvoering en te specifiek is voor een gebouw.

8.2 Onderbouwing verbruikspatronenbibliotheek

Met SIMDEUM® voor huishoudelijk verbruik kan een standaardverbruikspatroon voor een weekdag, weekenddag en max-dag gemaakt worden. Op basis van de vergelijking met gemeten verbruikspatronen in verschillende wijken bestaande uit voornamelijk huishoudelijk verbruik, zijn de gesimuleerde patronen aangepast: het piekverbruik in de avond is naar een eerder tijdstip verschoven en een patroon voor een landelijke weekdag is gecreëerd. Het SIMDEUM patroon is gebruikt voor het normpatroon van de stedelijke weekdag en voor de max-dag. De normpatronen voor een weekdag in landelijke omgeving en voor een weekenddag zijn afgeleid van metingen. Het patroon voor een weekenddag is voor stedelijke en landelijke omgeving vergelijkbaar, de normpatronen zijn daarom dezelfde.

De verbruikspatronenbibliotheek voor niet-huishoudelijk verbruik is opgesteld op basis van SIMDEUM®, enquête gegevens of beschikbare metingen van gebouwen. Door de fysische, theoretische basis en modulaire opbouw van SIMDEUM is het mogelijk om een verbruikspatroon van een categorie te creëren. Voor kantoren, hotels en zorginstellingen is kennis aanwezig van het aantal tappunten en gebruikers uit eerdere projecten. Voor andere gebouwen kan met alleen een algemene indruk van het waterverbruik in een gebouw op basis van ervaringen of common sense, een gebouw binnen SIMDEUM geconstrueerd worden. De overeenkomst tussen de standaardnormpatronen op basis van SIMDEUM en de gemeten patronen van het waterverbruik van gebouwen ondersteunt de betrouwbaarheid van SIMDEUM en de toegevoegde waarde van de fysische basis van het model. De totstandkoming van de verbruikspatronenbibliotheek toont aan dat het mogelijk is om voor een willekeurige categorie van waterverbruik een verbruikspatroon met SIMDEUM op te stellen, als het verbruik van water in het gebouw door apparaten, bezigheden en gebruikers te verklaren is.

8.3 Betrouwbaarheid verbruikspatronenbibliotheek

Met de verbruikspatronenbibliotheek is het mogelijk om het verbruikspatroon tijdens een week- en weekenddag van een wijk of stad te construeren. Na een inventarisatie van de gebruikers en de keuze van de standaardnormpatronen uit de beschikbare categorieën, wordt het specifieke verbruik per gebruiker berekend door het normpatroon te vermenigvuldigen met het gemeten waterverbruik. Deze kan afkomstig zijn uit jaarrekeningen of metingen. Het optellen van het verbruik van alle gebruikers in de wijk of stad resulteert in het verbruikspatroon van de hele wijk. Validatie met drie wijken en steden van verschillende schaalgrootte en verschillend karakter (landelijk, toeristisch, hele stad met verschillende wijken) toont aan dat de toepassing van de verbruikspatronenbibliotheek een goede voorspelling geeft van het waterverbruik van zowel de week- als weekenddag. Bij alle drie de validatiegebieden ligt het voorspelde patroon binnen de betrouwbaarheidsgrenzen van de metingen.

Het is niet altijd mogelijk om de aanwezige verbruikers onder te verdelen in de categorieën van de verbruikspatronenbibliotheek. De validatie van de drie gebieden toont aan dat het voor de gebouwen die niet in een categorie passen, het slechts belangrijk is om te weten of er alleen dagverbruik is ('kantoor' patroon), alleen avondverbruik ('restaurant' patroon) of zowel dag- als avondverbruik ('sportcentrum' - of 'ijsbaan' patroon).

8.4 Toepasbaarheid verbruikspatronenbibliotheek

De toepassing van de specifieke verbruikspatronen in het hydraulische model geeft een andere voorspelling van het stromen van het water door de leidingen in vergelijking tot het gebruik van het klassieke pompstation-patroon op elke knoop. Verschillen zijn gevonden in volumestroom, tijdstip van maximale volumestroom in een leidingdeel, in pendelzones, in route van waterstromen en dus in backtracing, in verblijftijden en in de manier van stofverspreiding. Het gebruik van verschillende verbruikspatronen leidt dus tot een verbeterd inzicht in deze aspecten en heeft invloed op de beoordeling of voorspelling van de waterkwaliteit. Vooral voor waterkwaliteitsaspecten blijkt dat de toepassing van specifieke verbruikspatronen van belang is.

9 Aanbevelingen

9.1 Aanpassing SIMDEUM® voor huishoudelijk verbruik

Uit het opstellen van de huishoudelijke normpatronen voor de verbruikspatronenbibliotheek blijkt dat een aanpassing gewenst is van de door SIMDEUM® gesimuleerde patronen voor huishoudelijk verbruik op twee punten:

- a) het avondverbruik: het gesimuleerde piekverbruik in de avond valt op een later tijdstip dan in werkelijkheid, voor zowel een week- als weekenddag
- b) het huishoudelijk verbruikspatroon is afhankelijk van de regio: stedelijk en landelijk verbruik verschillen.

Binnen dit project zijn de patronen op beide punten aangepast op basis van handmatige verschuiving van het avondpiekverbruik of op basis van gemeten verbruiken.

Het huishoudelijk verbruik vormt vaak een groot aandeel van het totale verbruik (68%-94% in de validatiegebieden). Het is daarom cruciaal om een goed huishoudelijk patroon te hebben. Gezien het theoretische karakter van SIMDEUM, dat volledig gebaseerd is op kennis van tappunten en verbruikers, is een aanbeveling uit dit project om SIMDEUM voor het huishoudelijk verbruik aan te passen op basis van theoretische gronden. Het vereist onderzoek om de theoretische achtergrond van het gedrag van de verbruikers te achterhalen, die leiden tot enerzijds het vroegere tijdstip van de avondpiek en anderzijds tot variatie in het verbruik in verschillende regio's. Een aantal mogelijkheden wordt hier genoemd:

aanpassen avondverbruik

De avondpiek vindt in werkelijkheid eerder plaats, dan uit de simulaties volgt, namelijk rond 20:00 uur in plaats van 22:00 uur. Dit kan onderzocht worden door de uitkomsten van SIMDEUM te analyseren: hoe is de verdeling over de dag voor toilet, douche, keukenkraan, etc en zit hier een aanleiding in om de avondpiek te verbeteren? Een mogelijke reden voor de vroegere avondpiek is dat kinderen rond dat tijdstip naar bed gaan en voor het naar bed gaan zich nog even wassen. Aan het tijdsbestedingsonderzoek, dat ten grondslag ligt aan de invulling van het waterverbruikend gedrag in SIMDEUM, hebben geen kinderen jonger dan 12 jaar meegedaan. Omdat de avondpiek rond 20:00 uur in gezinnen met kinderen vooral komt door de kinderbedtijd moet deze beter worden ingeschat.

karacterisering van gebiedspecifieke huishoudelijke verbruikspatronen

Voordat verbruikspatronen voor verschillende karakteristieke gebieden met SIMDEUM kunnen worden opgesteld, moet eerst een analyse plaatsvinden naar welke gebiedspecifieke huishoudelijke verbruikspatronen bestaan. Welke gebieden hebben nu daadwerkelijk een ander verbruikspatroon? In paragraaf 4.3.2 (pagina 22) is de VLPV (Vergelijking van LeveringsPatroon-Verdelingen)-methode geïntroduceerd waaruit bleek dat gelijksoortige gebieden qua landgebruik ook vergelijkbaar zijn qua verbruikspatroon. De VLPV-methode maakt het mogelijk om overeenkomsten en verschillen tussen patronen van verschillende gebieden te karakteriseren en kwantificeren. Door de VLPV-methode toe te passen op een grote hoeveelheid verbruikspatronen voor gebieden van uiteenlopende aard, kan eerst een classificatie van bestaande onderscheidende gebieden en bijbehorende verbruikspatronen gemaakt worden. Vervolgens moeten de theoretische achtergronden, behorend bij het gedrag/tijdsbesteding van de bewoners in ieder gebied achterhaald worden, om zo SIMDEUM aan te passen. Tot nu toe zijn de data van het tijdsbestedingsonderzoek niet per regio bekeken. Dit kan informatie opleveren voor de achtergrond van gebiedspecifieke verbruikspatronen.

specifieke huishoudelijke patronen voor gebied

Uit paragraaf 4.3.3 (pagina 26) blijkt dat de huishoudelijke verbruikspatronen heel specifiek zijn per gebied, wijk of stad. Het tijdstip van de ochtendpiek en de verhouding tussen de ochtend- en avondpiek zijn kenmerkende verschillen. Het zal niet altijd lukken om dit via bovenstaande methode te achterhalen en in SIMDEUM aan te passen. Het is ook mogelijk en waarschijnlijk nauwkeuriger om per gebied een specifiek huishoudelijk patroon af te leiden uit metingen. Dit kan op basis van metingen van alleen het huishoudelijk verbruik. Een andere mogelijkheid is om het totale verbruik van een bepaald gebied te

meten en daarvan alle niet-huishoudelijke verbruikers af te trekken, zodat het huishoudelijke patroon overblijft. Deze methode is de 'omgekeerde' werkwijze van de validatieprocedure beschreven in hoofdstuk 6.

9.2 Toepassing verbruikspatronenbibliotheek

De implementatie van de verbruikspatronenbibliotheek in een leidingnetmodel laat zien dat de vertaling van alle aanwezige SBI-codes van de aanwezige verbruikers in het gebied naar de bijbehorende categorie in de bibliotheek de meest complexe en tijdsintensieve stap is. Een aanbeveling vanuit dit project is om meerdere implementaties uit te voeren en een database te maken van gebruikte koppelingen tussen SBI-codes en categorieën in de verbruikspatronenbibliotheek, zodat op termijn de toekenning van SBI-codes aan een bijbehorende standaardnormpatroon vereenvoudigd en geautomatiseerd kan worden door een conversie-tabel. De waterleidingbedrijven kunnen onderling de opgebouwde kennis en ervaringen uitwisselen. Het nog op te richten platform voor leidingnetmodelleers is hier een geschikt medium voor. Momenteel heeft Dunea een implementatie uitgevoerd voor Rokkeveen en is PWN bezig met een implementatie voor Haarlem. Op basis van deze ervaringen kan al een start gemaakt worden.

Bij de implementatie van de verbruikspatronenbibliotheek worden de normpatronen vermenigvuldigd met het gemeten dagverbruik van de gebruiker, afgeleid uit het jaarverbruik. Het dagverbruik kan echter afhankelijk zijn van de dag van de week, het seizoen, de bezetting van hotels, etc. Voor huishoudelijk verbruik zijn dagfactoren afgeleid in dit project of bekend uit ervaring (voor de max-dag). Met de dagfactoren wordt het gemiddelde dagverbruik, berekend uit het jaarverbruik, aangepast aan de specifieke dag: weekdag, weekenddag of max-dag. In Tabel 9-1 zijn deze dagfactoren weergegeven. Voor de niet-huishoudelijke verbruikers ligt dit ingewikkelder. Ze zijn bijvoorbeeld niet elke dag van de week open (kantoren, winkel en scholen), ze zijn niet alle dagen van het jaar open (scholen, camping, ijsbaan), het verbruik is seizoensafhankelijk of afhankelijk van de bezetting (hotels). Per gebruiker moet gekeken worden hoe het jaarverbruik omgerekend kan worden naar een gemiddeld dagverbruik en of deze verschillend is voor de dag van de week. In Tabel 6-3 is een voorbeeld gegeven voor Haarlem. In een leidingnetmodel kan dit opgenomen worden in de vorm van een maandfactor, die het jaarverbruik omrekent naar een basisverbruik. Voor een school kan bijvoorbeeld een maandfactor van 12/10 gekozen worden. Hier is dan aangenomen dat de school in totaal 2 maanden dicht is in verband met vakantie. De maandfactoren moeten door een waterbedrijf zelf vastgesteld worden. Het basisverbruik kan vervolgens met de dagfactor voor de betreffende gebruiker omgerekend worden naar het verbruik op een specifieke dag. Deze is ook in Tabel 9-1 opgenomen. Aangenomen is dat de max-dag vooral door huishoudelijk verbruik wordt veroorzaakt. Voor hotels is de omrekening naar een verbruik op een specifieke dag gecompliceerd. Een hotel kan door de week een zakelijk karakter hebben en in het weekend een toeristisch karakter. Daarnaast kan de bezetting per dag of per seizoen verschillen. Een generieke aanpak is daardoor niet mogelijk. Een waterbedrijf moet dit per geval bekijken.

De implementatie van de specifieke verbruikspatronen in het hydraulische model via de bottom-up ('BU') gebruikstoekenning geeft een andere voorspelling van het stromen van het water door de leidingen in vergelijking tot het gebruik van het klassieke patroon op elke knoop, via de top-down methode ('TD'). Dit heeft consequenties voor volumestroom, tijdstip van maximale volumestroom in een leidingdeel, voor pendelzones, voor route van waterstromen, voor verblijftijden en voor de manier van stofverspreiding. Dit betekent dat voor toepassingen op het gebied van waterkwaliteit het belangrijk is om de verbruikspatronenbibliotheek toe te passen, zoals bij de plaatsing van sensoren en bij backtracing van de resultaten ervan. Een aanbeveling is daarom om in het BTO-project sensoren de verbruikspatronenbibliotheek mee te nemen.

Tabel 9-1 Dagfactoren om het gemiddeld dagverbruik of het basisverbruik om te rekenen naar het verbruik op een bepaalde dag

Categorie in verbruikspatronenbibliotheek		dagfactor		
		weekdag	weekenddag	max-dag
Huishoudelijk		0,97	1,06	1,4-1,8 ^a
Kantoren		7/5	0	1
Hotels	zakelijk hotel	afhankelijk van specifiek hotel ^b	afhankelijk van specifiek hotel	1
	toeristisch hotel			1
	theaterhotel			1
Zorginstellingen	verpleeghuis	1	1	1
	woon-zorgcombinatie	1	1	1
School	lagere school	7/5	0	1
	middelbare school	7/5	0	1
	hoger onderwijs	7/5 ^c	0	1
Eetgelegenheden	lunchroom	7/6 ^d	0	1
	restaurant	7/6 ^d	0	1
Winkels		7/6 ^e	0	1
Recreatie	camping	1	1	1
	recreatiepark	1	1	1
Sportcomplexen	sportveld	1	1	1
	sportcentrum	1	1	1
	ijsbaan	1	1	1
Zwembaden	zwembad zonder avondopenstelling	1	1	1
	zwembad met avondopenstelling	1	1	1

ad^a: afhankelijk van grootte en aard van het gebied

ad^b: afhankelijk van het karakter en de bezetting van het hotel.

ad^c: sommige universiteiten kunnen ook op zaterdag open zijn. Het verbruik is dan wel een stuk lager dan door de week. Eventueel moet dit per specifiek geval aangepast worden.

ad^d: aangenomen is dat lunchrooms of restaurants 1 dag in de week dicht zijn. In de meeste gevallen zal dit niet in het weekend zijn. De weekend-dagfactor geldt dan voor de 'gesloten' dag.

ad^e: winkels zijn 1 dag in de week gesloten. De weekendfactor geldt dan alleen voor de zondag. Met de zondagopenstelling kan dit veranderd worden.

9.3 Toekomst: SIMDEUM®-patronengenerator

De meeste niet-huishoudelijke verbruikspatronen in de verbruikspatronenbibliotheek zijn met SIMDEUM gemaakt. Dit geeft de mogelijkheid om ook stochastische patronen met SIMDEUM te maken. Voor kantoren, hotels en zorginstellingen is dit al mogelijk, als functie van respectievelijk het aantal medewerkers, het aantal hotelkamers of het aantal bedden. Voor de andere categorieën is hier nog wel onderzoek voor nodig. Een aanbeveling is om via het jaarverbruik stochastische patronen binnen die categorieën te maken (en niet via bijvoorbeeld het aantal leerlingen, medewerkers). De SBI/BAG-codes, die de verbruikscategorieën aangeven van de aanwezige gebruikers, kunnen hiervoor gebruikt worden. Een verbruikstoekenning met stochastische patronen wordt hierdoor mogelijk (Figuur 1-3).

10 Literatuur

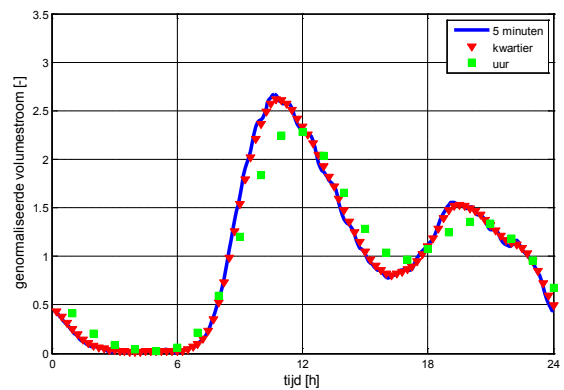
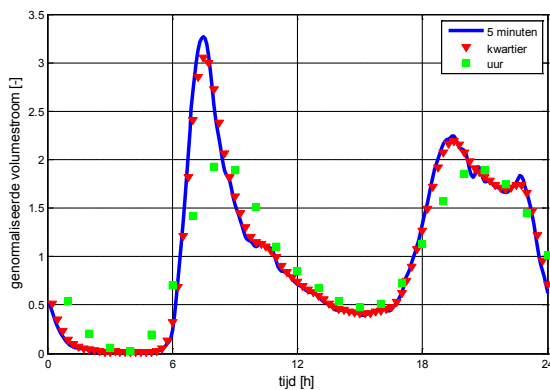
- Beuken, R., P. Schaap en C. Kivitt (2005). *Lekvoerlies bij DPW en Oasen. De Nederlandse situatie bekeken met Engelse know-how*. Nieuwegein: KWR, KWR 05.010.
- Blokker, E.J.M. (2006). *Modelleren van afnamepatronen; Beschrijving en validatie van het simulatiemodel SIMDEUM*. Nieuwegein: KWR, BTO 2006.010 en 011.
- Blokker, E.J.M. (2010). *Stochastic water demand modelling for a better understanding of hydraulics in water distribution networks*. Delft: Delft University of Technology. Proefschrift
- Blokker, E.J.M. (2013). Mondelinge communicatie.
- Blokker, E.J.M., R. de Groot, M. Klein Arfman en M. van der Roer (2009). *Toekomst van leidingnetmodelleren*. Nieuwegein: KWR, KWR 09.090.
- Blokker, E.J.M. and Vogelaar, A.J. (2011). *Ontwerpen secundair leidingnet*. Nieuwegein: KWR, BTO 2011.025.
- Blokker, E.J.M. en A.J. Vogelaar (2007). *Toepassing van SIMDEUM® in het leidingnet van Franeker*. Nieuwegein: KWR, BTO 2007.006(s).
- Pieterse-Quirijns, E.J. (2010). *Rekenregels voor waterverbruik in utiliteitsbouw*. Nieuwegein: KWR, KWR 2010.072.
- Pieterse-Quirijns, E.J. (2011). *Rekenregels voor waterverbruik in hotels, uitgebreid met douchetypes*. Nieuwegein: KWR, KWR 2011.056.
- Pieterse-Quirijns, E.J. en H. Beverloo (2013). *Validatie rekenregels voor waterverbruik woontorens*. Nieuwegein: KWR, KWR 2013.016.
- Pieterse-Quirijns, E.J., H. Beverloo en A.H. van Loon (2013a). *Validatie rekenregels voor waterverbruik hotels*. Nieuwegein: KWR, KWR 2013.018.
- Pieterse-Quirijns, E.J., H. Beverloo en A.H. van Loon (2013b). *Validatie rekenregels voor waterverbruik kantoren*. Nieuwegein: KWR, KWR 2013.017.
- Pieterse-Quirijns, E.J., H. Beverloo, A.H. van Loon en M. Kwakkel (2013c). *Validatie rekenregels voor waterverbruik zorginstellingen*. Nieuwegein: KWR, KWR 2013.025.
- Pieterse-Quirijns, E.J., E.J.M. Blokker en A.J. Vogelaar (2009). *Modelleren van niet-huishoudelijk waterverbruik. Waterverbruik van kantoren, hotels, zorginstellingen en veehouderij*. Nieuwegein: KWR, BTO 2009.013
- Pieterse-Quirijns, E.J., H. Beverloo en E.J.M. Blokker (2011a). Warmwaterverbruik utiliteitsbouw getoetst met metingen. *TVVL Magazine*, 40(9), 14-19.
- Pieterse-Quirijns, E.J., H. Beverloo en W. Van der Schee (2011b). Validation of design rules for peak demand values and hot water use in non-residential buildings. *Proceedings of CIB W062 37th International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, Aveiro, Portugal*.
- Pieterse-Quirijns, E.J., E.J.M. Blokker, E. van der Blom and J.H.G. Vreeburg (2011c). Non-residential water demand model validated with extensive measurements. *CCWI 2011 Water Management - Challenges and Opportunities*, Exeter.
- Van Thienen, P. en I. Pieterse-Quirijns (2011). *Nieuwe lekvoerliesbepalingsmethoden – Inventarisatie van benaderingen, toepassing van SIMDEUM en uitwerking van een nieuwe methode voor het vaststellen van lekverliezen in het distributienet*. Nieuwegein: KWR, BTO 2011.053.

I Huishoudelijke normpatronen uit metingen

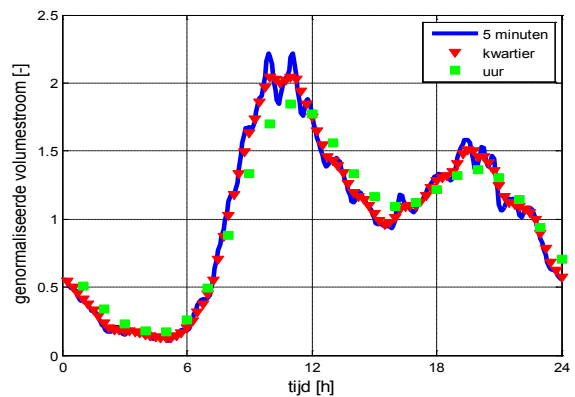
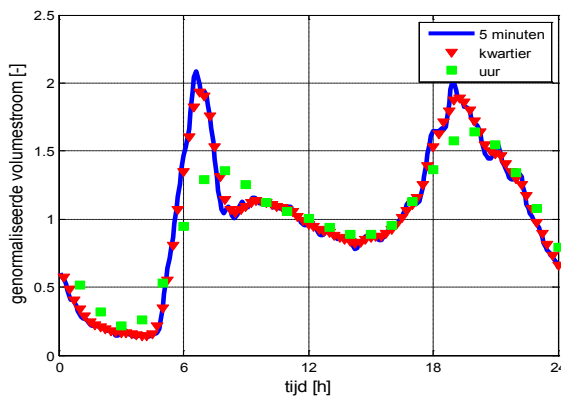
Nieuwe Huishoudelijke Normpatronen uit metingen van gebieden met alleen woningen

In deze bijlage worden normpatronen weergegeven op basis van metingen van gebieden of gebouwen met alleen huishoudelijk verbruik: Leidsche Rijn, Ypenburg en een woontoren voor stedelijk verbruik en Franeker voor landelijk verbruik.

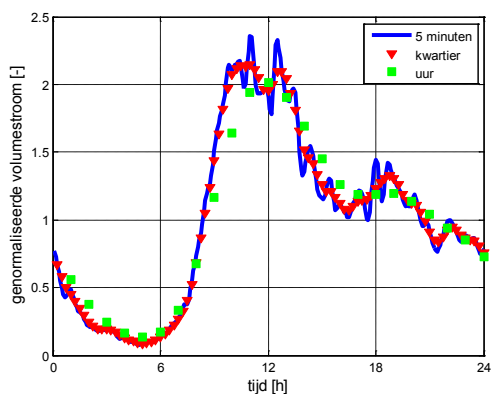
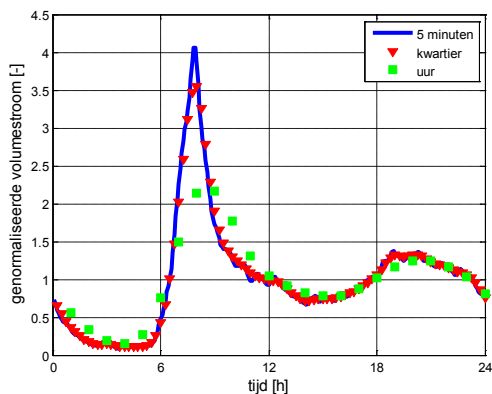
Normpatronen gebaseerd op metingen in stedelijke omgeving



Figuur I-1 Genormaliseerde verbruikspatronen op basis van metingen in Leidsche Rijn voor stedelijk huishoudelijk verbruik voor (a) een weekday en (b) een weekenddag

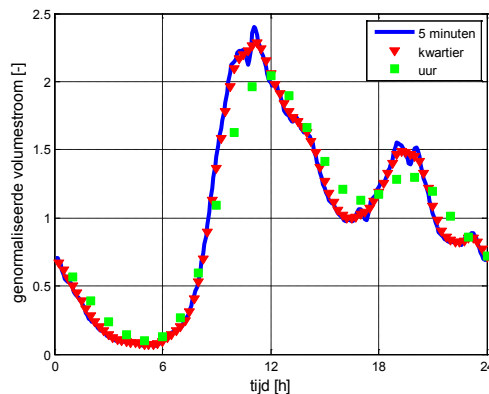
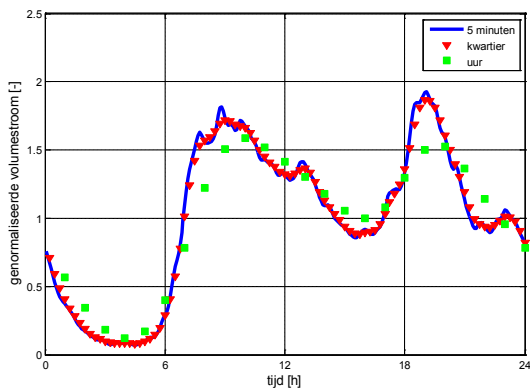


Figuur I-2 Genormaliseerde verbruikspatronen op basis van metingen in Ypenburg voor stedelijk huishoudelijk verbruik voor (a) een weekday en (b) een weekenddag



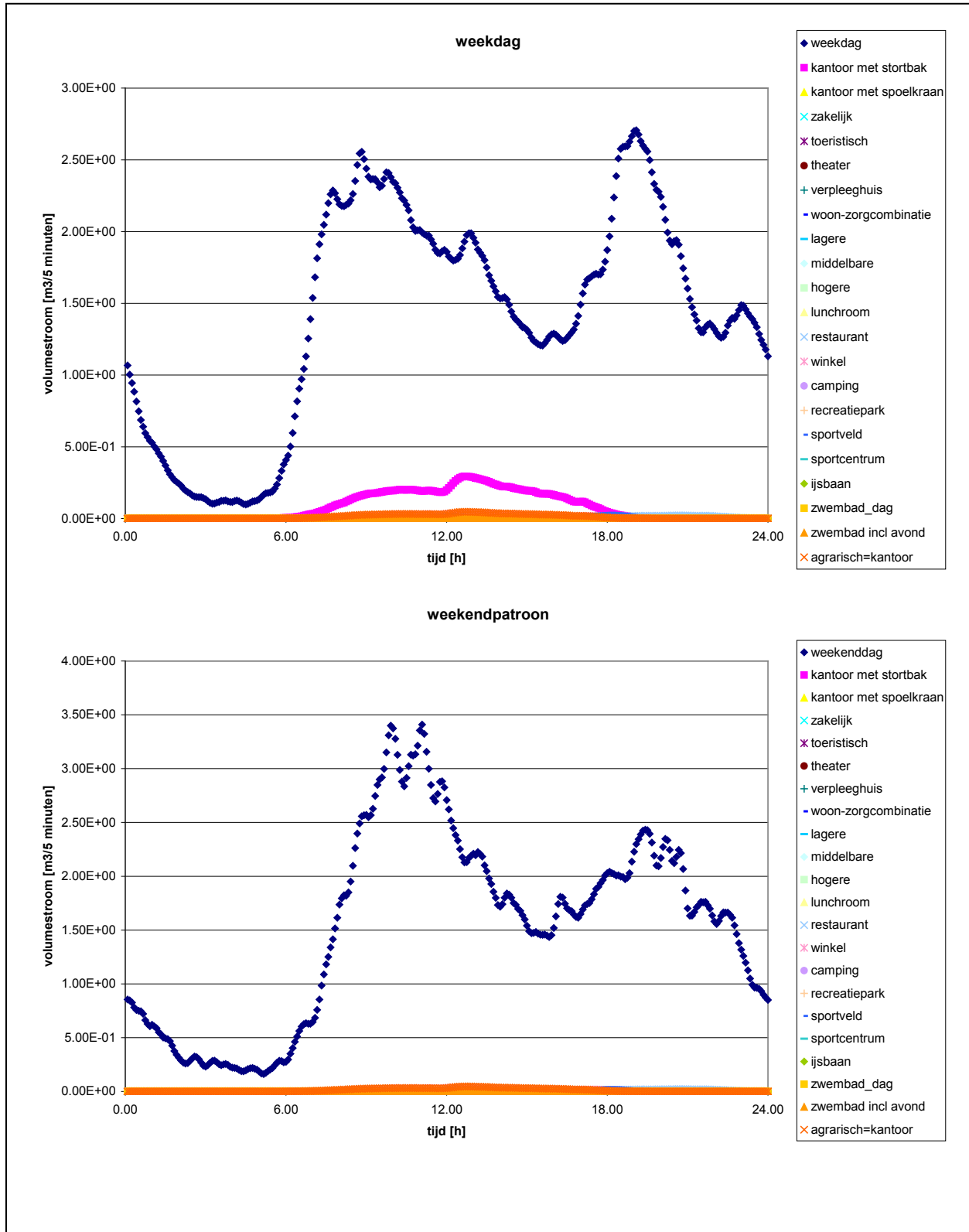
Figuur I-3 Genormaliseerde verbruikspatronen op basis van metingen in een woontoren voor stedelijk huishoudelijk verbruik voor (a) een weekdag en (b) een weekenddag

Normpatronen gebaseerd op metingen in landelijke omgeving



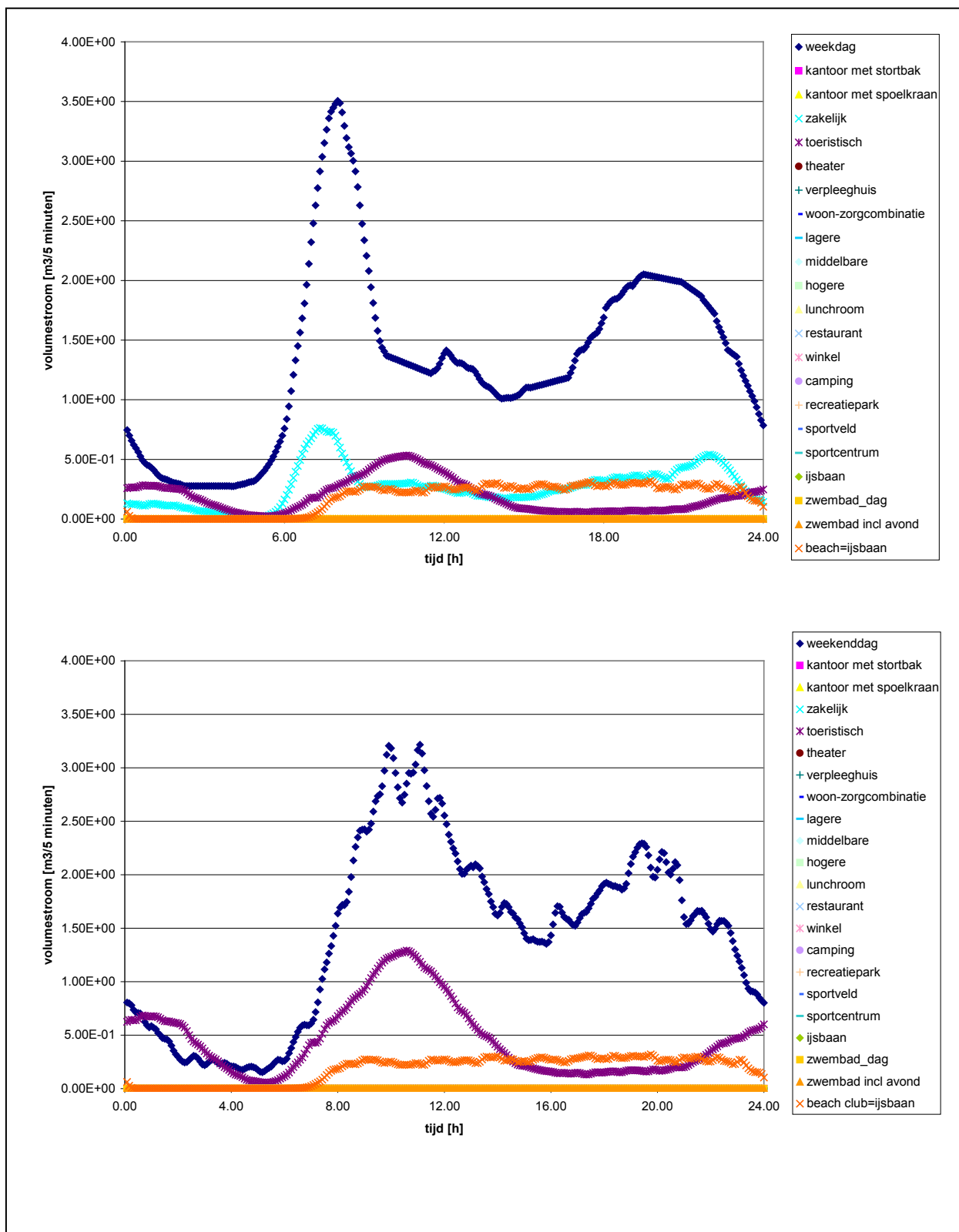
Figuur I-4 Genormaliseerde verbruikspatronen op basis van metingen in Franeker voor landelijk huishoudelijk verbruik voor (a) een weekdag en (b) een weekenddag

II Verbruikspatronen binnen elke categorie van Benthuizen

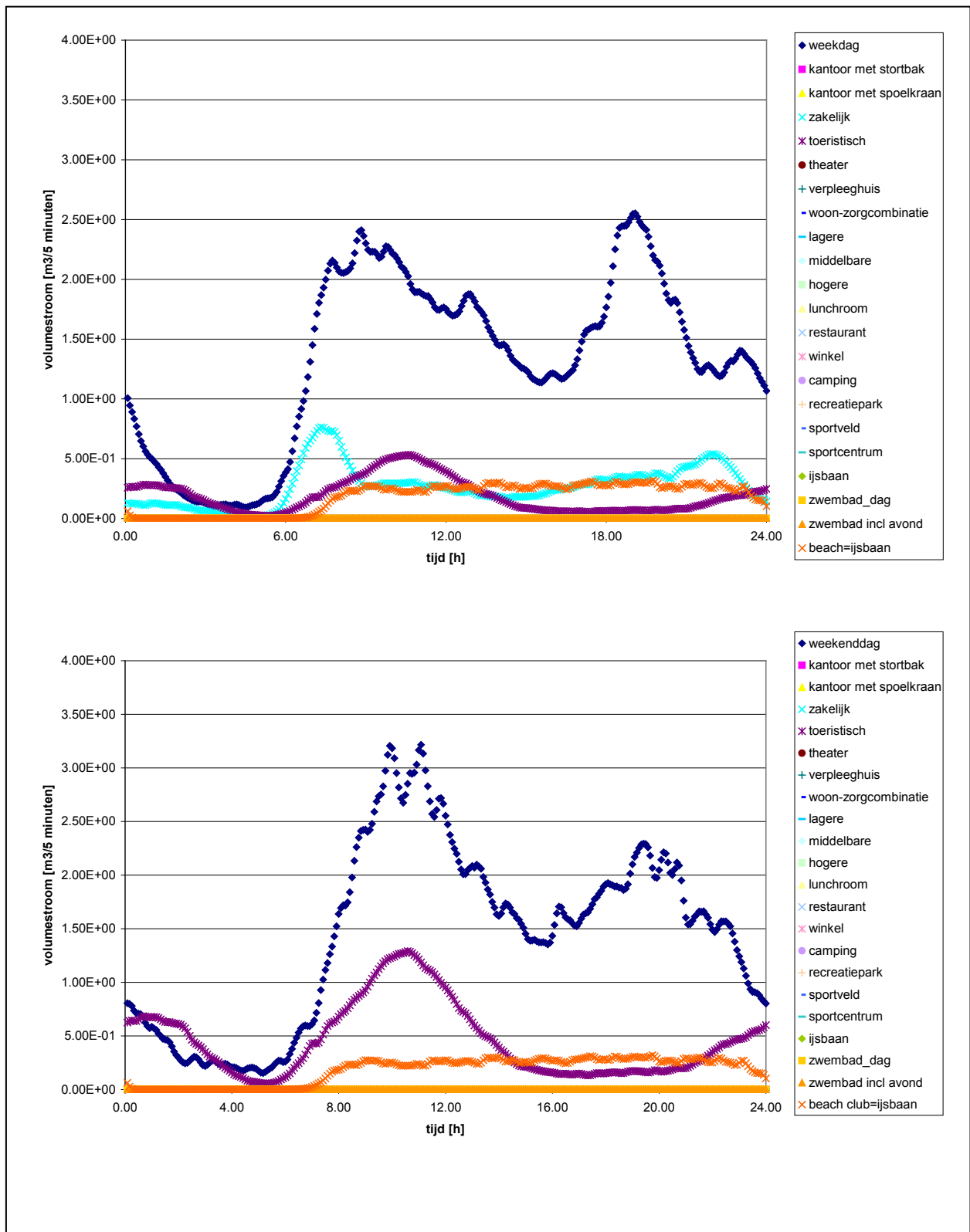


III Verbruikspatronen binnen elke categorie van Zandvoort

stedelijk huishoudelijk normpatroon

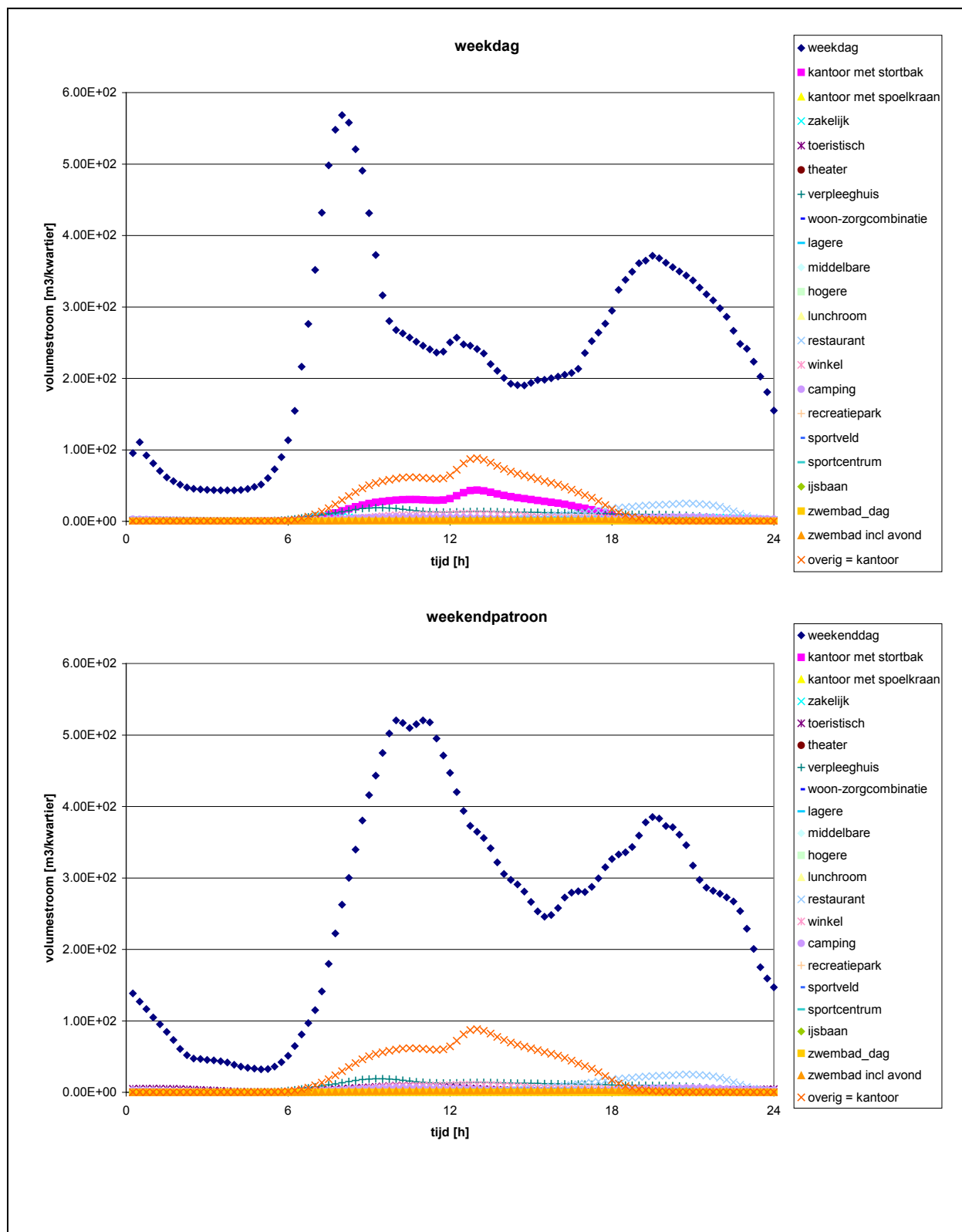


landelijk huishoudelijk normpatroon

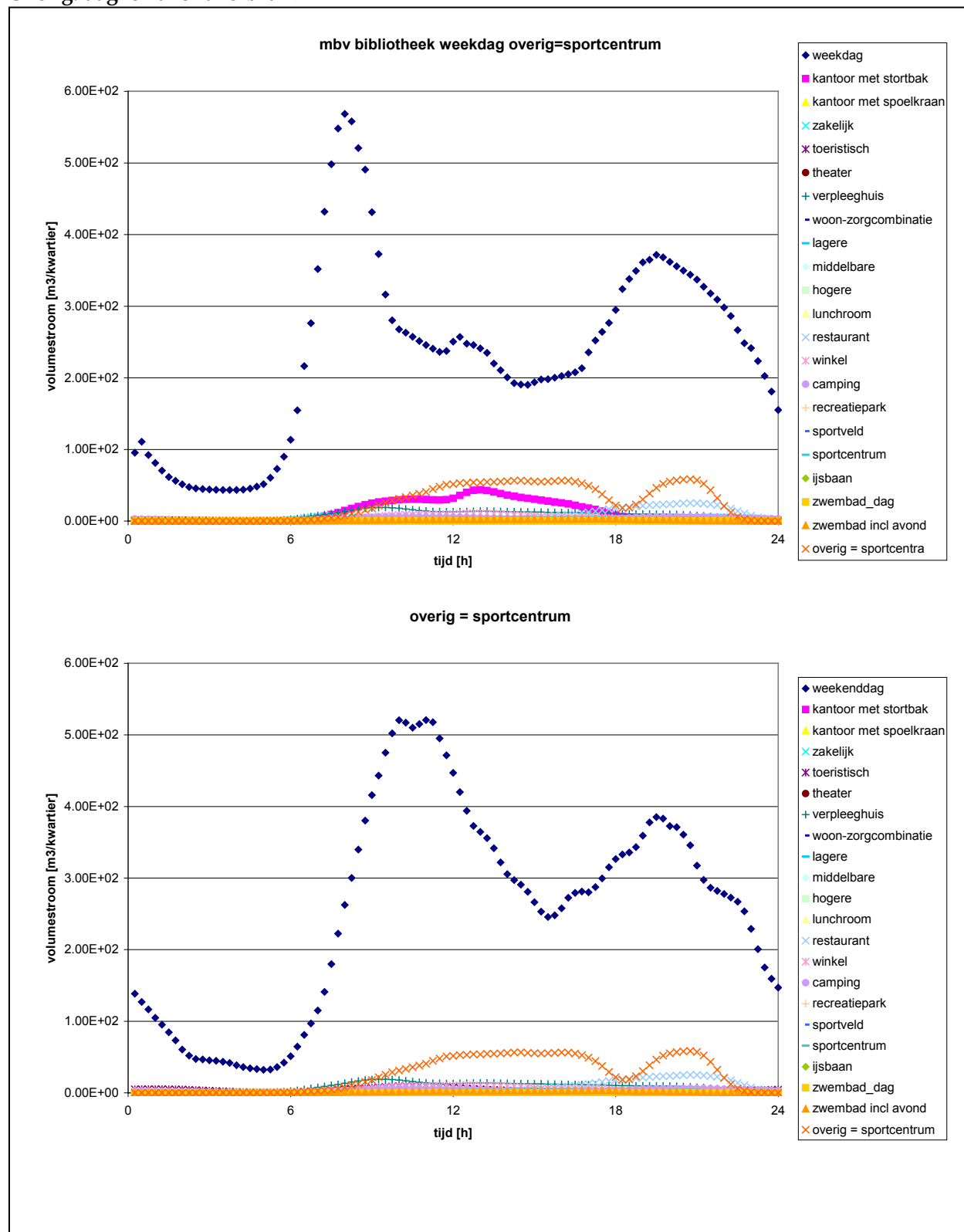


IV Verbruikspatronen binnen elke categorie van Haarlem

Overig: alleen met dagverbruik

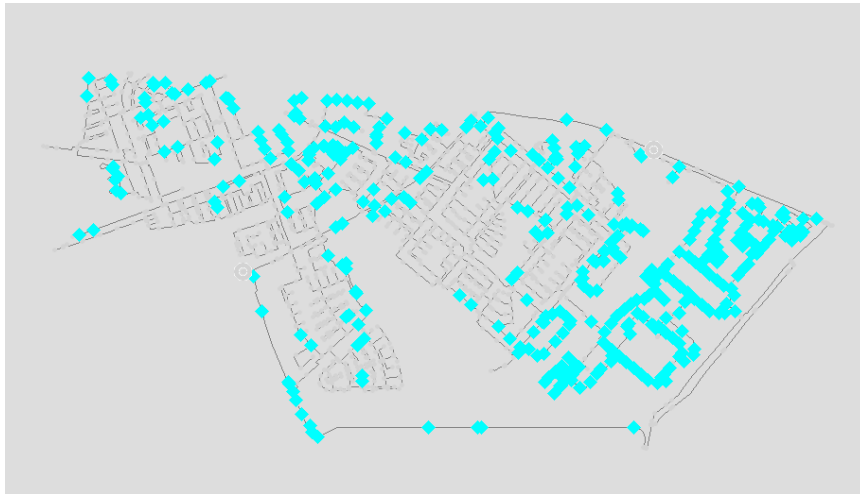


Overig: dag- en avondverbruik



V Onderverdeling van niet-huishoudelijk verbruik in Rokkeveen

In deze bijlage zijn de knopen in het leidingnet weergegeven die horen bij een bepaalde categorie van het niet-huishoudelijk verbruik, namelijk achtereenvolgens kantoren, winkels, scholen, hotels, restaurants en zorginstellingen. In de laatste Figuur V-7 zijn de knopen met huishoudelijke klanten weergegeven.



Figuur V-1: Ligging van knopen met niet-huishoudelijke klanten in Rokkeveen: kantoren



Figuur V-2: Ligging van knopen met niet-huishoudelijke klanten in Rokkeveen: winkels



Figuur V-3: Ligging van knopen met niet-huishoudelijke klanten in Rokkeveen: scholen



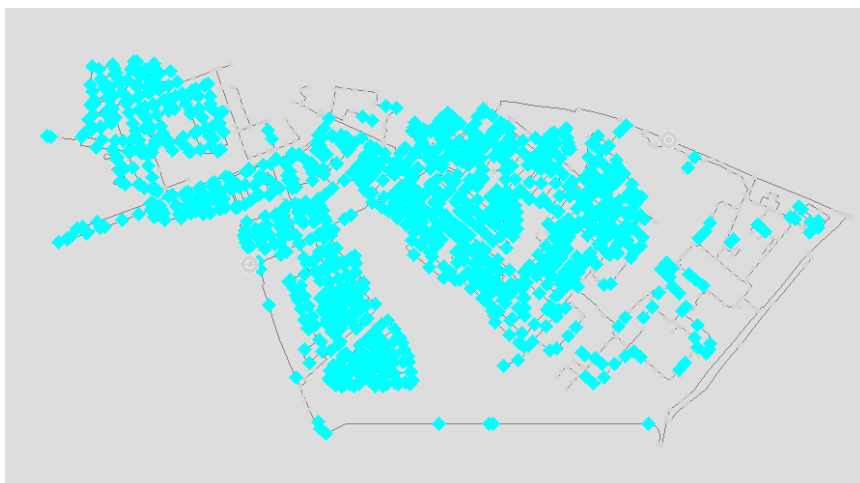
Figuur V-4: Ligging van knopen met niet-huishoudelijke klanten in Rokkeveen: hotels



Figuur V-5: Ligging van knopen met niet-huishoudelijke klanten in Rokkeveen: restaurants



Figuur V-6: Ligging van knopen met niet-huishoudelijke klanten in Rokkeveen: zorginstellingen



Figuur V-7: Ligging van knopen met huishoudelijke klanten in Rokkeveen

