



BTO 2020.202(s) | Maart 2020

BTO rapport

Influence of seasons on water demand

Influence of seasons on water demand

Influence of seasons on water demand

BTO 2020.202(s) | Maart 2020

Opdrachtnummer

402045/008

Projectmanager

Nellie Slaats

Opdrachtgever

BTO - Verkennend onderzoek

Auteur(s)

Vanessa Paniccia, Ina Vertommen

Kwaliteitsborger(s)

Rudy Gargano

Verzonden naar

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar.

Keywords

watervraag, simdeum

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie
MSc Ina Vertommen
T 030-6069739
E ina.vertommen@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

Maart 2020 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, 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.

Samenvatting

Vanessa Paniccia (Universita Degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale) heeft tijdens haar afstuderen bij KWR onderzoek gedaan naar invloed van seizoen op de watervraag. Met de uitkomsten van het onderzoek zijn seizoen afhankelijke invoerparameters voor SIMDEUM verder aangescherpt, als vervolg op het onderzoek beschreven in het KWR-rapport 2018.043 “Seizoensinvloeden op waterverbruik”. Hiermee kan SIMDEUM seizoensinvloeden in aanmerking nemen bij het modeleren van de watervraag.

De samenwerking met de Universita Degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale heeft tevens de mogelijkheid geboden om een niet-KWR onderzoeker te laten werken met SIMDEUM en de analyse van Nederlandse data van waterverbruik.



Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

INFLUENCE OF THE SEASONS ON WATER DEMAND

**SIMDEUM APPROACH TO MODEL THE WATER DEMAND
FOR TROPICAL CLIMATE**

Studentessa:

Vanessa Paniccia

Matricola:

0039344

Relatori:

Rudy Gargano

Ina Vertommen

Correlatori:

Carla Tricarico, Angelo Leopardi

Claudia Quintiliani, Mirijam Blokker

18/02/2020

“Ti insegneranno a non splendere. E tu splendi, invece.”

Pier Paolo Pasolini

A Te, amore mio, che sei andato via troppo presto.

A Te amore mio, che sei il mio faro di vita.

Ti dedico questo mio lavoro di tesi, frutto dei miei sacrifici, dei miei sforzi, delle mie lacrime ma soprattutto delle mie gioie. Ti dedico questo lavoro di tesi, perché so quanto per te fosse importante lo studio, quanto fosse importante la cultura. A te, amore mio, dedico tutti i successi della mia vita, ti dedico ogni istante della mia vita. Vorrei tanto fossi qui con me. Vorrei tanto vedere i tuoi occhi, io sono innamorata dei tuoi occhi.

Sei il mio primo AMORE.

Sei l'espressione dell'Amore, sei il profumo che respiro ogni giorno.

*Sorrideremo ancora.
Per sempre la TUA SPOSINA!
Ti amo Nonno.*

A mamma e papà che ci hanno sempre creduto, prima ancora che ci credessi io.

A me e alla mia smisurata determinazione.

INDICE

INDICE FIGURE	5
INDICE TABLE	8
CAPITOLO I. INTRODUCTION.....	10
CAPITOLO II. LITERATURE REVIEW	12
CAPITOLO III. SIMDEUM.....	16
III.1 INTRODUCTION	16
III.2 METHODS AND MATERIALS	19
III.2.1 Frequency of use	20
III.2.2 The pulse duration.....	20
III.2.3 The diurnal pattern.....	22
III.3 MODE OF USE	22
CAPITOLO IV. CASE OF STUDY	25
IV.1 DESCRIPTION OF THE LOCATIONS EXAMINED	25
IV.2 SECOND ANALYSIS	40
IV.3 DEDUCTION OF THE CHARACTERISTICS OF THE MEASURING INSTRUMENT	48
IV.4 CLIMATE CHANGE ON WATER CONSUMPTION	49
IV.5 OPTIMITAZION METHOD	52
CAPITOLO V. ANALYSIS RESULTS	56
V.1 LANDELIJK 1	56
V.2 VOORSTEDELIJK 3.....	60
V.3 LANDELIJK 4	62
V.3.2 WERKAND WITH TROPICALLY CLIMATE Landelijk 4	68
V.4 STEDELIJK 2	72
V.4.1 WEEKAND WITH TROPICALLY CLIMATE Stedelijk 2.....	72
V.4.2 WERKAND WITH TROPICALLY CLIMATE Stedelijk 2.....	77
CAPITOLO VI. CONCLUSION	81
BIBLIOGRAPHY	82
APPENDIX.....	83

INDICE FIGURE

Figure 1. Penetration rate	19
Figure 2. Frequency of use.....	20
Figure 3. Frequency, duration and intensity for end-use type/subtype.....	21
Figure 4. General diurnal pattern	22
Figure 5. Input file for SIMDEUM.....	23
Figure 6. File output for SIMDEUM	24
Figure 7. The Netherlands.....	26
Figure 8. Medium temperature	27
Figure 9. Temperature Oostvoorne	28
Figure 10. Temperature Vlaardingen.....	28
Figure 11. Temperature Rotterdam.....	29
Figure 12. Temporal segmentation	29
Figure 13. Comparison demand pattern Frisse day	34
Figure 14. Comparison demand pattern warm day.....	35
Figure 15. Comparison demand pattern summer day.....	35
Figure 16. Pattern demand summer day Landelijk 1	36
Figure 17. Pattern demand summer day Landelijk 4	36
Figure 18. Pattern demand summer day Stedelijk 2	37
Figure 19. Pattern demand summer day Voorstedelijk 2.....	37
Figure 20. Pattern demand summer day Voorstedelijk 3.....	38
Figure 21. Moving average Landelijk 1.....	41
Figure 22. Moving average Landelijk 4.....	41
Figure 23. Moving average Stedelijk 2.....	42
Figure 24. Moving average Voorstedelijk 2	42
Figure 25. Moving average Voorstedelijk 3	43
Figure 26. Analysis of maxima and minima for Landelijk 1	44
Figure 27. Analysis of maxima and minima for Stedelijk 2	45
Figure 28. Analysis of maxima and minima for Voorstedelijk 3	45
Figure 29. Percentage of zeros in Voorstedelijk 3.....	46
Figure 30. Percentage of zeros in Stedelijk 2	47
Figure 31. Percentage of zeros in Landelijk 1	47
Figure 32. Measuring instrument.....	48

Figure 33. Comparison water consumption and degree Voorstedelijk 3	49
Figure 34. Comparison water consumption and degree Landelijk 1	49
Figure 35. Demand Pattern STEDELIJK 2 warm day.....	50
Figure 36. Demand Pattern VOORSTEDELIJK 2 warm day.	50
Figure 37. Demand Pattern VOORSTEDELIJK 3 warm day.	51
Figure 38. Network Architecture	53
Figure 39. Validation and Test Data	54
Figure 40. Example data driven training.....	55
Figure 41. Landelijk 1 cool day	56
Figure 42. Landelijk 1 warm day	57
Figure 43. Landelijk 1 tropical day	59
Figure 44. Voorstedelijk 3 cool day.....	60
Figure 45. Voorstedelijk 3 warm day	60
Figure 46. Voorstedelijk 3 tropical day	61
Figure 47. Demand pattern original	62
Figure 48. Input SIMDEUM original	62
Figure 49. Demand pattern SIMDEUM 2.....	63
Figure 50. Input SIMDEUM 2.....	63
Figure 51. Demand pattern SIMDEUM 3.....	64
Figure 52. Input SIMDEUM 3.....	64
Figure 53. Demand pattern SIMDEUM 4.....	65
Figure 54. Input SIMDEUM 4.....	65
Figure 55. Demand pattern SIMDEUM 5.....	66
Figure 56. Input SIMDEUM 5.....	67
Figure 57. Demand pattern SIMDEUM original	68
Figure 58. Input SIMDEUM original	68
Figure 59. Demand pattern SIMDEUM 2.....	69
Figure 60. Input SIMDEUM 2.....	69
Figure 61. Demand pattern SIMDEUM 5.....	70
Figure 62. Input SIMDEUM 5.....	70
Figure 63. Demand pattern SIMDEUM 7.....	71
Figure 64. Input SIMDEUM 7.....	71
Figure 65. Demand pattern SIMDEUM original	72

Figure 66.Input SIMDEUM original	72
Figure 67. Demand pattern SIMDEUM 3.....	73
Figure 68.Input SIMDEUM 3.....	73
Figure 69.Demand pattern SIMDEUM 3.....	74
Figure 70. Input SIMDEUM 3.....	74
Figure 71. Demand pattern SIMDEUM 4.....	75
Figure 72.Input SIMDEUM 4.....	75
Figure 73. Demand pattern SIMDEUM 7.....	76
Figure 74.Input SIMDEUM 7.....	76
Figure 75.Demand pattern SIMDEUM original	77
Figure 76.Input SIMDEUM original	77
Figure 77.Demand pattern SIMDEUM 2.....	78
Figure 78.Input SIMDEUM 2.....	78
Figure 79.Demand pattern SIMDEUM 3.....	79
Figure 80.Input SIMDEUM 3.....	79
Figure 81. Demand pattern SIMDEUM original	80
Figure 82.Input SIMDEUM original	80
Figure 83. Demand Pattern landelijk 1	83
Figure 84.Demand Pattern landelijk 4	84
Figure 85.Demand Pattern stedelijk 2.....	84
Figure 86.Demand Pattern voorstedelijk 2	85
Figure 87.Demand Pattern voorstedelijk 3	85
Figure 88. Demand Pattern landelijk 1 work day	86
Figure 89.Demand Pattern landelijk 4 work day	87
Figure 90.Demand Pattern stedelijk 2 work day.....	88

INDICE TABLE

Table 1. Location taken into consideration for measurement	26
Table 2. Number of working days data measures.	33
Table 3. Number of weekend days data measures	33
Table 4. Analysis data.	39

STRUCTURE OF THE THESIS

The elaborate in question, following the initial introduction, is structured as follows:

- In the first chapter there is a description of the importance of the study on the demand for water, it defines what the uncertainty of the demand depends on, what it depends on, what are the factors that influence the consumption of water by users. The great influence of the seasons on the demand for water and the number of people and the type of people present in homes is highlighted. A subchapter in which the SIMDEUM model is described. The model and method used is described. The statistical information underlying the SIMDEUM. A last subchapter which describes how to use the SIMDEUM, the input files and the output file are defined.
- In the second chapter the case study of the thesis work is described in detail. The studied locations of the Netherlands are reported and described. This chapter also describes the various data filtering analyzes to obtain a reference location for making comparisons with the SIMDEUM. The first filtering analysis of the data is described. To understand the trend of the demand pattern, a moving average of the observed data is calculated. In addition, the analysis of maxima and minima and the search for zeros are described. Finally, there is a sub-paragraph to describe the characteristics of the measuring instrument and a further sub-paragraph in which the optimization method used is described.
- In the third chapter are reported the most important results of the various simulations carried out. Specifically, the results for an atypical climate in the Netherlands are reported.
- The conclusions chapter follows. This chapter contains the comments and final considerations of the work done. There is a prediction of the behavior of water demand. Furthermore, reflections are proposed for future work on this same project.

CAPITOLO I. INTRODUCTION

The present research is aimed at improving SIMDEUM to model the influences of season (weather, vacation periods, and so on) on residential water demand. The central fulcrum of the work is to understand how residential water demand changes due to weather, types of days and demographics. The importance to study water demand is related on finding a balance between available water resources and water demand. Today the availability of water is a major concern of societies.

The irrational use of water made in the past has led to greater attention to water consumption. The availability of water between now and 2030 is identified as a clear and significant challenge. Population growth, increasing living standards, urbanization and climate change are key factors affecting water scarcity. The increase of water demand also requires special attention to water quality. For the mentioned reasons it is evident that the study of water demand is also important for the process of optimization of water demand systems (WDS).

The water demand, can be classified in:

1. Residential;
2. Commercial;
3. Industrial.

Obviously the use of water for human consumption is a priority over the others. In general, the total use of water can be seen as the sum of two contributions: day demand water and seasonal demand. Rainfall has been shown to result in less seasonal use

However, understanding the water demand is a challenging task because its variability depends on numerous factors. The research has been dedicated particularly to the drivers of water consumption, and it turned out that the variability of demand depends very much on climate. Among the weather variables investigated there are temperature, relative humidity, wind velocity and rainfall. The water consumption seems to be more sensitive to changes in humidity and temperature. Furthermore, the consumption depends on seasonal and daily variability. The results show that concerning seasonal variability there are two peaks in the summer, and in daily variability there are peaks in demand during the morning and evening hours, but the peaks are impacted by the individual characteristics of the consumer. In the literature it was shown that the shower, and irrigation water and-uses are considerably different between winter and summer while and-use such as kitchen tap and dishwasher, bath do not show such difference.

The peak of demand is a substantial condition for the design of WDS. In the literature, some articles define the daily maximum water demand for a numbers of users around one thousand users, with probabilistic approaches. This issue is often tackled by means of deterministic equations. It's very important to obtain a reliable probabilistic approach capable to estimate maximum residential water demand. The statistical inferences took into account copious data related to different residential user and used the Log-Normal and Gumbel distributions to describe the peak water demand during the day. From the results obtained the probabilistic model proved to be independent of the daily demand pattern and of the pack occurrence time.

Indeed, understanding expected water demand is fundamental for several factors, the design of distribution networks to supply enough water at a desired pressure to the costumers, the allocation of water demand in hydraulic models, for the analysis of discharge characteristics etc.

It is important investigate changes of water demand in time and which are the factors that influence considerably the variability of water demand for the balance between water demand and water resources. Many researches have focused on the search for a stochastic model capable of describing water demand, such as SIMDEUM. In this work we will highlight the advantages in working with a model like SIMDEUM, and in extending its functionality in order to make more accurate predictions of residential water demand in function of weather conditions and season of the year.

CAPITOLO II. LITERATURE REVIEW

In the previous researches, the study on water demand was conducted to predict water demand by users. Water is important in several respects and therefore understanding water demand and water consumption is most important.

Water quality changes during transport and distribution and is very important for the knowledge and behavior of both particulate and dissolved substances throughout drinking water distribution. Furthermore, the knowledge on water demand is most important for the study of the drinking water distribution systems. To study water demand by users it is fundamental to investigate the water requested at network nodes and understanding the behavior of the residential users.

From 2007 a daily time series model was developed and its results has showed that the daily water consumption is sensible to the weather. In the same year, it was shown that the maximum residential water requirement is of noteworthy importance in the study of WDS, because the peak flow demand represents one of the most onerous operating conditions of the network. The peak demand coefficient is a function of the ratio between peak demand and average demand.

Before that Maidment et al.1985 formulated a forecasting model on the following three proposition:

- The urban water use consists of base use and seasonal use, with base use considered as weather insensitive and observed as average use in the winter months; and seasonal use as weather dependent and is the difference between base use and total use during the other months of the year.
- In the absence of rainfall, seasonal use follows a characteristic pattern over years that is dependent on temperature conditions;
- A sudden drop in seasonal use is observed due to rainfall but gradually diminishes over time.

In the literature “(Peak residential water demand)” has been defined the importance to knowledge of the maximum water demand. The studies are conducted by probabilistic approach. This literature showed that the Gumbel and Log-Normal distribution represent well the peak water requirement. Blokker et al. showed the importance of end-use water demand predictions at small time scales for modeling of water quality of drinking water distribution systems. Subsequently, Rathnayaja et al [year] has showed the importance of end-use water demand predictions for planning water.

The uncertain nature of water consumption comported the definition to stochastic approaches. There have been several practical stochastic approaches developed? able to represent the residential water demand.

Buchberger and Wu in 1995 developed the first stochastic model and (Wells, 1996)s, have shown that the water demand pattern can be described by a Poisson rectangular pulse (PRP) without losing accuracy. In fact, the end-user approaches need to model the random phenomena which contribute to defining the water demand for each user. More recently the study conducted by (Vreeburg, 2005), in which the rectangular pulses in function of the frequency, intensity and duration. Magini et al 2008, developed simple scaling laws relating the mean, variance and covariance of water consumption series with the number of aggregated users. The subject was further investigated in Vertommen et al 2012.

(Gargano, 2016) defined the Overall Pulse model, for all end users it aggregates the water demand of a single flats in order to represent the water demand for the nodes of a WDS (bottom up approach). This approach conditioned by the number of users., In (Tricarico, 2007) has avoided this issue when the water demand residential is associated to larger numbers of users. This approach developed for numbers of users between 200 and 1250. It considers a new probabilistic distribution called mixed distribution (MD) which can be applied generally for any time of the day, and it is possible to investigate the peak water demand for residential users because this implies onerous operative conditions for the WDS. The robustness of the proposed approach was evaluated by means of the Kolmogorov-Smirnov test. However, this stochastic approach is shown valid for a number of users between 200-1250. The MD, obtained by two distributions, describes the residential water demand, regardless of its entity. In this way the proposed probabilistic model is able to manage at the same time a discrete random variable (necessary to take into account the null request during the night hours) and a continuous positive random variable, for the not null demanded flows.

The number of users is a relevant parameter to describe the water demand, the measured flows were analyzed in relation to the relative served inhabitants. When the number of users is larger than 200 the water demand can be represented by means of single random variable that is continuous and positive. Another fundamental aspect is represented by temporal resolution: there are significant reductions of the peak demand when the time step increases.

In the scientific literature, the peak water demand for the residential users was described by means of probabilistic models such as the LN, Gu and LL. The LN distribution presents a trend very similar to the LN, but contrary to the Gauss model, the probability density function can be analytically integrated. The distribution is a bi-parametric model, Therefore, it is necessary to estimate two parameters, the mean and the variation coefficient. The maximum peak is connected to the number of users and the probabilistic model (Gumbel, Log Normal) proved to be independent of the daily demand pattern and of the peak occurrence time. The bi-parametric model requires? to estimate the Cumulative Distribution Function (CDF).

Subsequently research has been done to describe drinking water demand at various temporal and spatial scales. One of these models is SIMDEUM (SIMulation of Water Demand and End-Use Model) (Blokkeer et al.2010) which is a stochastic model based on input parameters with a physical meaning that is related to water-using appliances and it has a small temporal scale. Due to its physical meaning, SIMDEUM can also be used to generate future demand patterns. In fact, future demographic changes can serve as inputs to SIMDEUM . SIMDEUM can model the influence of future demographics and changes in household occupancy, changes in behavior of people, increase of luxurious devices, or increases, or water saving appliances, on water demand (Agudelo-Vera et al. 2013; Blokkeer et al. 2012).

SIMDEUM can be used to assess how the demand for water changes according to climate change.

The effect of the variables demands in a hydraulic model on the residence time towards all model nodes and the variability in residence time over day and between days was validated in two networks with NaCl traces test. SIMDEUM combines the user behavior with statistic on water consumption.

Originally, the main purpose of SIMDEUM is to calculate the maximum demand for the design of self-cleaning networks. SIMDEUM is now used for different applications: it is based on people's behavior respect to water consumption (Foekema and Engelsma, 2001; Van der Broek and Breedveld, 1995), it generates demand pattern for cold and hot water use at the tap. SIMDEUM initially was developed to drinking water demand use (Blokkeer et al. 2010) , but can be used for non-residential water demand (Blokkeer et al.2011). Another development was SIMDEUM WW for waste water discharge patterns (Pieterse-Quirijns,2012). A last developed was SIMDEUM HW for hot water demand and the related energy demand (Pieterse-Quirijns,2015).

SIMDEUM has been used for several application to water quantity, including leak modeling, transient modeling and hydraulic network modeling. SIMDEUM generally does not deal directly with leakage, but by comparing the measured and SIMDEUM generated night flows, it is possible to obtain the leakage in DWS (van Thienen et al. 2012). Pieterse-Quirijns, 2014 showed the difference between the standard model and multiplier model, the residence model, the maximum flow time, water propagation and contamination propagation. The transition effect of the small time -scale and small spatial scale are studied and have a limited effect on discoloration.

From a qualitative point of view a modeling of the hydraulic network was observed and therefore the residence time in the DWDS, water quality, chlorine decay, interpretation of drinking water and bacterial growth and result were assessed by the DWDS question. Thanks to SIMDEUM the identification of

contaminants is less complicated. From the research and emergence of the drinking water temperature is largely influenced by the soil temperature surrounding the DWDS.

SIMDEUM is available in Matlab through co line control and as a stand-alone version with a graphical user interference. SIMDEUM modeling allows to better simulate processes and today it plays an important role in the design of new networks.

The aim of this research work is to optimize SIMDEUM for condition other than the usual ones.

Indeed, research has shown that SIMDEUM can accurately describe water demand for the standard days (such as working days with average temperature), but there is room for improvement for the generation of demand patterns for weekend and vacation days, and more extreme weather days, such as days with very high temperatures.

CAPITOLO III. SIMDEUM

III.1 Introduction

The importance of water has always been evident both for the preservation of life, for the preservation of the environment, for economic growth and to guarantee a secure supply in the future. However, characterizing the demand for water is rather complicated due to its random nature and the many factors that influence consumption.

Understanding the expected water demand is important for many elements in the water cycle:

- For the design of distribution networks to supply enough water at a desired pressure to the customers;
 - For the allocation of water demand in hydraulic models to study the water quantity and quality during distribution;
 - For design of installation in houses and non-residential buildings;
 - For design of stage tanks in grey water recycling and rain water harvesting system;
 - For the analysis discharge characteristics.
- The characterization of the water demand has considerable importance in the area of design of distribution networks. The focal point is always the satisfaction of the balance between the resource available, and the water supply. Once the resource is characterized, it is taken from the aqueduct outside the tank and then to the distribution network. The design of the external aqueduct is carried out according to the average daily flow rate.

The average daily flow (Q_{mg}) is defined as:

$$Q_{mg} = d \cdot N_{ab}$$

In which:

- d is a water supply. The water supply takes into account both the needs of the single user (personal hygiene, drinking, etc.) and the collective need (washing of the streets, watering). It is provided by the Regulatory Plan of the aqueducts.
- N_{ab} is a number of inhabitants. It is defined in function of ISTAT analysis, which taken into account both resident inhabitants, fluctuating in order to estimate the future population.

Given the random nature of water demand, its characterization follows a probabilistic approach. However, following probabilistic approach turns out to be rather difficult, since not all population centers are monitored, in fact for the same years the possibility of using field laboratories is being prepared.

For the purposes of determining the flow rate, in the aqueduct system (external aqueduct, tank and distribution network), flow meters are present. These are generally located in the external aqueduct or in the servant before the exit to the distribution network. Through these measuring instruments it is possible to determine the input volume to the distribution network which must correspond to the required flow rate by the user, which is estimated based on the number of inhabitants.

During twenty-four hours the water flow changes:

- At night there are minimal consumption;
- During the day there are peaks in the early hours of the morning, at lunchtime (not very obvious as in Italy, because habitats are different) and in the evening.

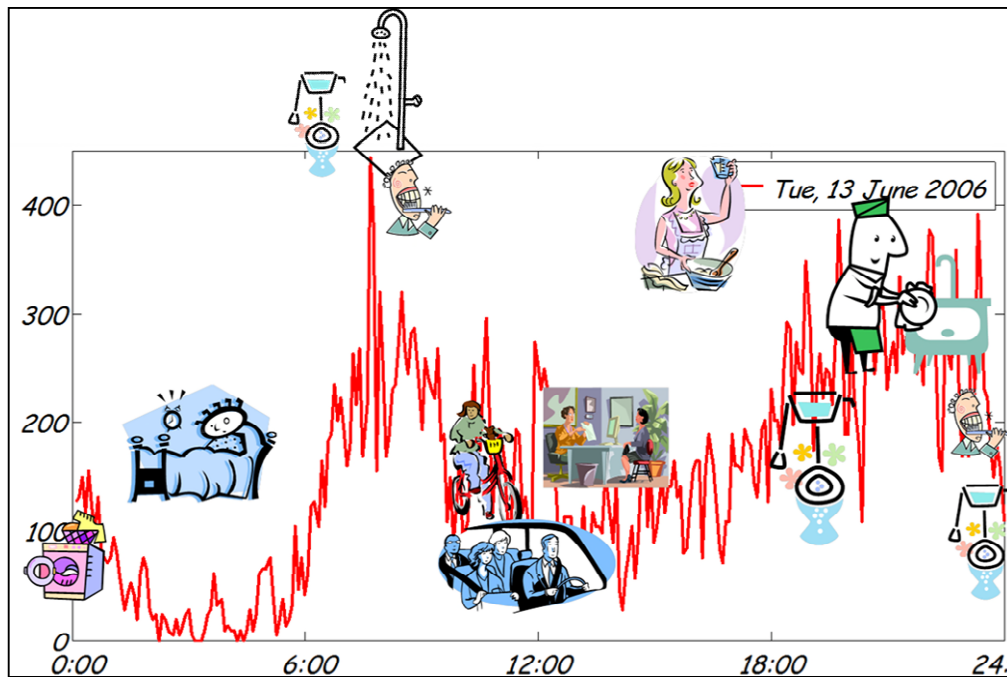


Figure 1. Residential water demand

- SIMDEUM is a stochastic model based on input parameters with physical meaning, related to water consumption by users.

Originally the SIMDEUM was developed for a prediction of the maximum demand for drinking water. It has also been used for the design of self-cleaning networks that., for example, various demographic changes, changes in people's behavior and family employment can be modeled.

The study focuses on the use of SIMDEUM on the use of residential water demand.

The SIMDEUM Pattern Generator is developed within the Joint Research Programme of the Dutch Water companies and is now also available as Water- Use Info, a tool within Watershare. The generator is based on SIMDEUM, an end-use model to simulate residential and non- residential cold and hot water demand patterns.

SIMDEUM stands for " SIMulation of water Demand, an End-Use Model." Is a model based on statistical information of End-uses, including statistical data on water regarding water use is modeled, taking into account the differences in installation and water-using appliances.

III.2 Methods and materials

Buchberger e Wells (1996) have shown that the water demand model can be described with a Poisson rectangular Pulse model. The end-use model is based on the same principle as rectangular pulses.

Dutch companies carry out a survey every three years in order to define the consumption of water for residential use starting from 1992. For a week, people wrote their main activities on a diary every fifteen minutes whether or away from home. These activities, however, are not directly related to water consumption.

Eight types of end-use are defined: water closet (WC), shower, washing machine, dishwasher, kitchen tap, bathroom tap, bathtub and outside tap. In the Netherlands, most of them have a 100% penetration to number of households with a specific device.

End-use type	Penetration rate (%) in households	End-use subtype	Penetration rate (%) within end use
Bathtub	36	120 litres	100
Bathroom tap	100	Washing and shaving	33
		Brushing teeth	67
Dishwasher	45	Different brands and types	100
Kitchen tap	100	Consumption (drinking water, water for coffee and tea, water for cooking)	37.5
		Dishes and cleaning	25
		Washing hands	25
		Other (e.g., watering plants)	12.5
Outside tap	58	Garden	75
		Other	25
Shower	100	Kitchen geyser w/o water-saving shower head	8.3
		Kitchen geyser w/ water-saving shower head	8.3
		Bathroom geyser w/o water-saving shower head	8.3
		Bathroom geyser w/ water-saving shower head	8.3
		Combi-boiler w/o water-saving shower head	25.0
		Combi-boiler geyser w/ water-saving shower head	25.0
		Mini-boiler w/o water-saving shower head	8.3
		Mini-boiler geyser w/ water-saving shower head	8.3
Washing machine	98	Different brands and types	100
WC	100	High cistern (9 L)	11.1
		Low cistern (9 L)	22.2
		Low cistern (9 L) with water-saving option [*]	22.2
		Low cistern, new (6 L)	11.1
		Low cistern, new (6 L), with water saving option [*]	33.3

Figure 1. Penetration rate

For each person, the presence is modeled on when they use water and for what reason. The characteristics of each appliance are defined, such as the capacity, duration of use, frequency of use and the desired temperature.

Information for families changes for each country. In the Netherlands the CBS (Central Bureau de Statistic, is the official body responsible for the overall coordination of the Netherlands) has a database with information for each city. The information is provided on the website ([CBS](#)). Information is given in percentage.

Water consumption can also be influenced by other characteristics, for example number of immigrants, homeless, and people without income.

The water requirement in a home depends on the number of water appliances. In the home the characteristics of the latter change according to duration of use, frequency of use and desired temperature. Frequency and duration may vary depending on users. Surely a child bathes more frequently than an elder.

III.2.1 Frequency of use

For each type of end-use the frequency was taken from the survey. Frequency means the number of uses per person per day. The frequency is described by a discrete distribution, the poisson distribution, because it has only one parameter to determine, for example the average.

For six of the end-use the frequency adapts to a Poisson distribution. For the kitchen, on the other hand, given the large number of uses, variance is provided, and a negative binomial distribution law is inserted. For the shower instead, a binomial distribution is used.

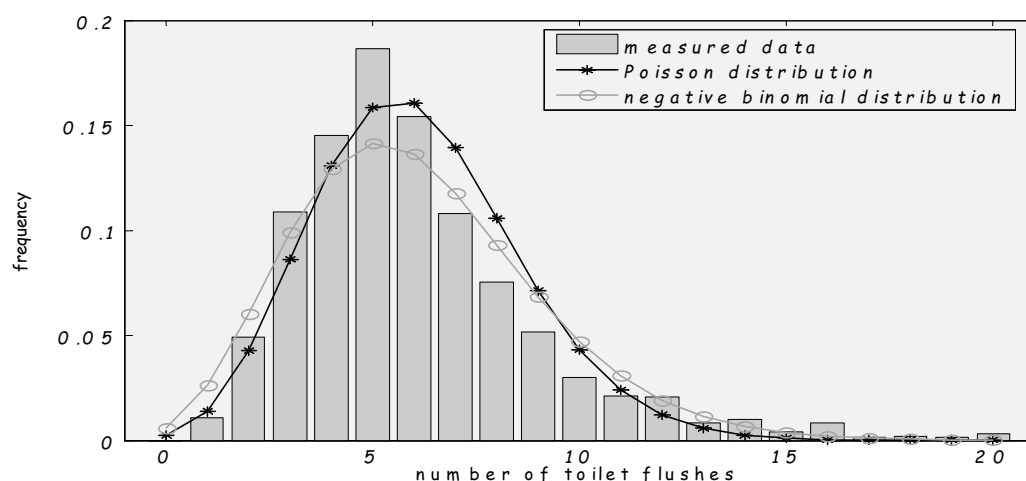


Figure 2. Frequency of use

III.2.2 The pulse duration

The duration was also determined by the consumption of water obtained from the amount. A part was also

obtained based on the technical information on the water use of the appliances. The duration of water withdrawal can be represented by a lognormal distribution function.

End-use type / subtype		Frequency (day ⁻¹)		Duration		Intensity (L/s)	
		μ	pdf	μ	pdf	μ	pdf
Bathtub	120 litres	0.044	Poisson	10 min	N.A. (fixed)	0.200	N.A. (fixed)
Bathroom tap	Washing and shaving	4.1	Poisson	40 s	Log-normal	0.042	Uniform
	Brushing teeth			15 s			
Dish washer	Brand and type	0.3	Poisson	Specific dishwashing pattern (4 cycles of water entering, total 84 seconds, 0.167 L/sec = 14 L)			
Kitchen tap	Consumption	12.6 [*]	Negative binomial (r = 3, p = 0.192)	16 s	Log-normal	0.083	Uniform
	Doing dishes			48 s		0.125	
	Washing hands			15 s		0.083	
	Other			37 s		0.083	
Outside tap	Garden	0.44	Poisson	300 s	Log-normal	0.1	Uniform
	Other			15 s			
Shower	Normal	0.7	Binomial	8.5 min [†]	χ^2	0.142 [‡]	N.A. (fixed)
	Water saving type					0.123	
Washing machine	Brand and type	0.3	Poisson	Specific washing pattern (4 cycles of water entering, total 5 minutes, 0.167 L/sec = 50 L)			
WC	6-litre cistern	6.0	Poisson	2.4 min [†]	N.A. (fixed)	0.042	N.A. (fixed)
	9-litre cistern			3.6 min			

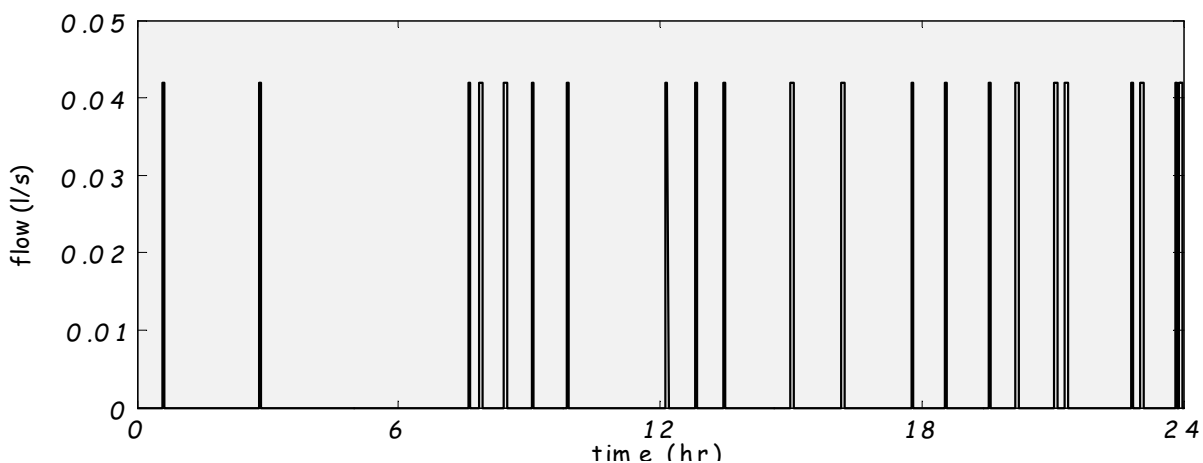
Figure 3. Frequency, duration and intensity for end-use type/subtype

III.2.3 The diurnal pattern

It is not possible to have a survey that represents the time of day when water is likely to be used. For the use of the washing machine and dishwasher, a question was included in the survey to understand when these appliances were used: morning, afternoon or evening.

For other types of uses, it is assumed that their use is strongly connected to the number of people in the house. From the survey on the time budget, the duration of sleep and being away from home can be represented through a normal distribution.

Figure 4. General diurnal pattern



III.3 MODE OF USE

The SIMDEUM calculates demand models for residential and non-residential use based on the water consumption connected to the behavior of people in the house and the characteristics of the appliances.

The input table for SIMDEUM indicates the duration, frequency of use and preferred time of day for each type of equipment.

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochtend (6-9)	late ochtend (9-12)	middag (12-15)	namiddag (15-18)	avond (18-21)	late avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,83								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	15								
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,15	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	1,000 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,11								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishouding
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,15	0,15	0,05	0,15	0,35	0,15	1,00 fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,5								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,35	0,20	0,03	0,10	0,10	0,02	0,20	1,00 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,35								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buiten)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / ref. dag	5,6								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	2000								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2	0	0,25		0,5		0,25		fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	900								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fiets/motor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fiets/motor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok		0	0	0	0	1	0	0	fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

SIMDEUM is a end-use model programmed in Matlab to run the simulation.

The initial screen defines the location taken into consideration, the type of day, whether working or weekend and the type of climate taken into consideration.

The input file for SIMDEUM is:

Meetlocatie	Gemeente	Straat	Aantal woningen	type woning	tuin	huishoudens 1p	huishoudens 2p	gezinnen	gem. aantal personen per huishouden	0-12	13-21	22-64	65+
Landelijk 1	Oostvoorne	Van der Meerweg	115	Luxe vrijstaande	ja	0,48	0,33	0,19	1,80	12	9	57	22,00
Landelijk 4	Oostvoorne	Polderslaan	109	Luxe vrijstaande	ja	0,26	0,35	0,39	2,3	4	10	51	35,00
Voorstedelijk 1	Spijkenissen	Mildenburgallee	138	Luxe twee-onder-ee	ja	0,16	0,31	0,53	2,7	13,6	11,8	62,6	12
Voorstedelijk 2	Spijkenissen	Hongerlandsedijk		flat	nee	0,30	0,50	0,20	1,9	6	6	53	35,00
Voorstedelijk 3	Vlaardingingen	Blois van Treslongstraat	125	seniorenflat	nee	0,40	0,35	0,25	2	4	4	32	60,00
Stedelijk 2	Rotterdam	Doggerstraat	117	flat	nee	0,46	0,27	0,27	2	8	8	64	20,00
Stedelijk 3	Rotterdam	Emelenkamp	119	rijtjeswoningen	ja	0,30	0,20	0,50	2,7	16	13	56	15
					Landelijk 1	0,30	0,38	0,32	2,3	0,1	0,1	0,5	0,3
					Landelijk 4	0,19	0,48	0,33	2,4	0,1	0,1	0,5	0,3
					Voorstedelijk 1	0,18	0,33	0,49	2,6	0,1	0,1	0,6	0,1
					Voorstedelijk 2	geen gegevens				0,0	0,0	0,0	
					Voorstedelijk 3	0,42	0,24	0,34	2,1	0,1	0,1	0,6	0,2
CBS Jan 2018					Stedelijk 2	0,55	0,20	0,24	1,8	0,0	0,0	0,0	
CBS 6-10-2016					Stedelijk 3	0,51	0,20	0,29	1,9	0,1	0,1	0,6	0,2
Evides													
op gevoel													
aangepast door Mirjam													
gecorrigeerd obv CBS													
						Totaal verbruik	Verbruik per capita	capita (jan					
						werkdag fris	(okt 2017)	2018)	Hoofdelijk verbruik (NIPO)				
					Landelijk 1	46	223	175	120				
					Landelijk 4	48	190	182	120				
					Voorstedelijk 1	49	132	137	110				
					Voorstedelijk 2	21			110				
					Voorstedelijk 3	12	48	45	110				
					Stedelijk 2	26	110	122	135,5				
					Stedelijk 3	40	125	178	135,5				

Figure 5. Input file for SIMDEUM

Once the input file with the statistical information on users and water consumption has been inserted, the simulation can be performed. The output file is the water demand model.

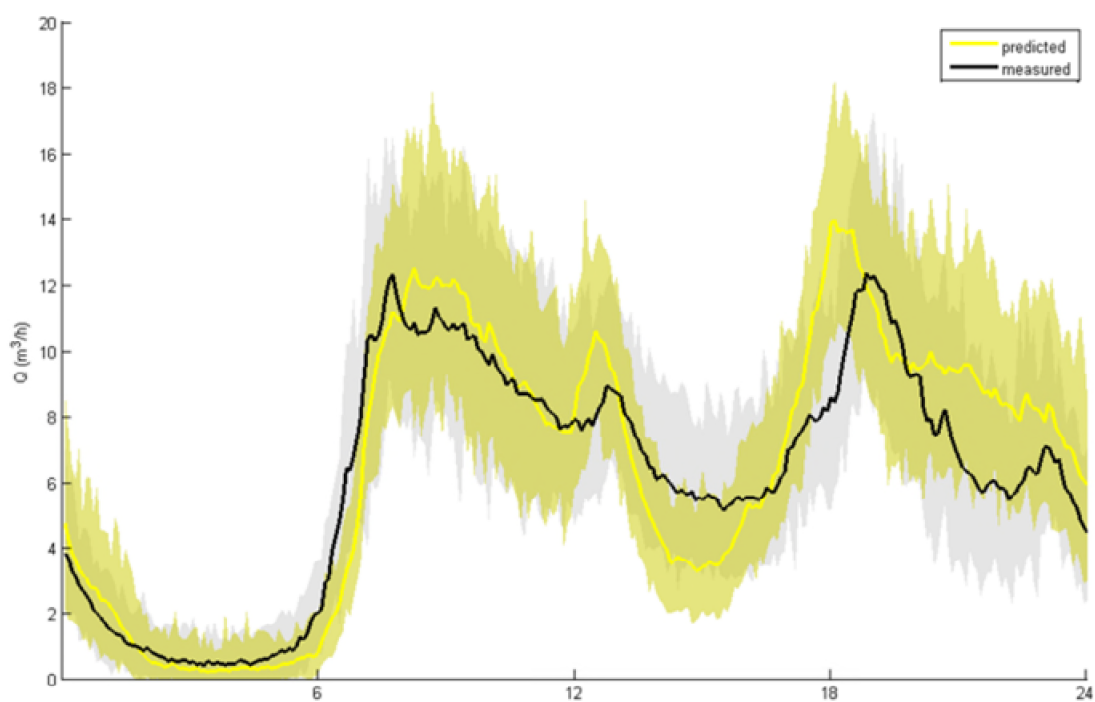


Figure 6. File output for SIMDEUM

CAPITOLO IV. CASE OF STUDY

The purpose of this study is to express the behavior of water consumption based on time, calendar day and demographics based on measurement and survey results and finally to integrate this information into SIMDEUM.

IV.1 DESCRIPTION OF THE LOCATIONS EXAMINED

In this work some localities present in the Netherlands have been studied. Evides, a water supply company, has collected measurements in nine locations. The locations are located in the part of South Holland.

- Landelijk 1 and Landelijk 4 locations are in Oostvoorne, a small town bathing in southern holland, with an area of 28.49 km² and in which there are 6000 inhabitants globally. In Landelijk location there are luxurious houses, in which wealthy people live and where many elderly people are present. All the houses have a garden.
- Landelijk 3 is in Hellevoetsluis a municipality in the Netherlands with about 39,800 inhabitants, located on the Voorne island of South Holland. In Landelijk 3 there are terraced houses with gardens and where many families live. Voorstedelijk 1 and Voorstedelijk 2 locations are in Spijkenisse is a Dutch town located in the municipality of Nissewaard in the province of South Holland. Until 31 october 2014 it was an autonomous municipality. In Voorstedelijk 1 there are luxury houses with gardens and mainly double-income families and families with children.
- Voorstedelijk 1 and Voortstedelijk 2 locations are in Spijkenisse, a locality of South Holland. Until 31 October 2014 it was an autonomous municipality. In Voorstedelijk 1 there are luxurious houses with gardens, mainly double-income houses and families with children, while in Voorstedelijk 2 there are apartments, mainly double-income families and families with children.
- Voorstedelijk 3 location is in Vlaardingen is a city in South Holland in the Netherlands. It is located on the north bank of the Nieuwe Maas river at. In Voorstedelijk 3 there are apartments for the elderly.
- Stedelijk 1, Stedelijk 2 and Stedelijk 3 locations are in Rotterdam. Rotterdam is the second most important city in South Holland. The three locations are classified from the most luxurious, Stedelijk 1 to Stedelijk 3 where there are more humble homes.

Location	Description of homes	Number of homes
Landelijk 1	luxury houses with gardens, many elderly	115
Landelijk 3	terraced houses with gardens, mixed family composition	142
Landelijk 4	luxurious houses with gardens, many double-income families	109
Voorstedelijk 1	luxurious houses with gardens, mainly double-income houses and families with children	138
Voorstedelijk 2	apartments, mainly double-income households and families with children	83
Voorstedelijk 3	apartments for the elderly	125
Stedelijk 1	luxurious terraced houses	112
Stedelijk 2	cheaper apartments, low income households	117
Stedelijk 3	cheaper terraced houses with garden, mainly families with children	119

Table 1. Location taken into consideration for measurement



Figure 7. The Netherlands

Evides has installed measured in the following locations:

- Landelijk 1: Oostvoorne, vd Meerweg
- Landelijk 3: Hellevoetsluid, Krab.
- Landelijk 4: Oostvoorne, Polderslaan and Bryonlaan.
- Voorstedelijk 1: Spijkenisse, Mildenburgallee.
- Voorstedelijk 2: Spijkenisse, Hongerlandesedijk.
- Voorstedelijk 3: Vlaardingen, Blois van
- Stedelijk 1: Rotterdam, Jinnahasingel.
- Stedelijk 2: Rotterdam, Doggerstraat.
- Stedelijk 3: Rotterdam, Emelenkamp and Gruutkamp.

The Netherlands represents one of the flattest territorial areas of the European continent with the highest point being the Vaakserberg at 323 meters above sea level. It is a total area of 41,543 km². The average temperature in July is 22 °C and the average temperature in January is 2.8°C. The average temperature was estimated by the average of the temperatures of the following reference cities: Amsterdam, Haya, Rotterdam, Utrecht and Zandvoort.

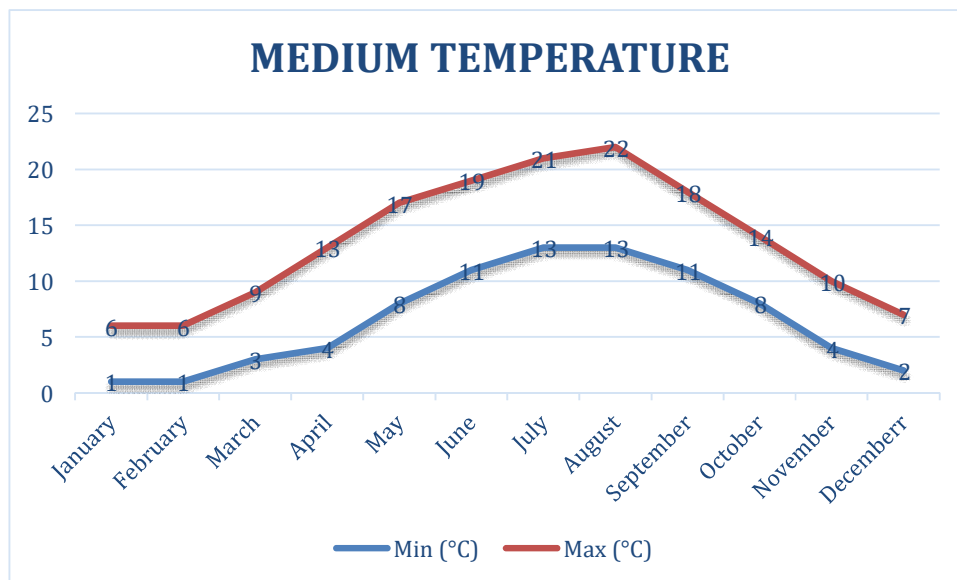


Figure 8. Medium temperature

The average temperature of each location was obtained through the KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut) KNMI has 48 measurement stations scattered throughout the Netherlands and the North Sea. It manages reliable measurements, data and forecasts that form the basis for the Netherlands protection plan.

The temperature trend for each location is shown below:

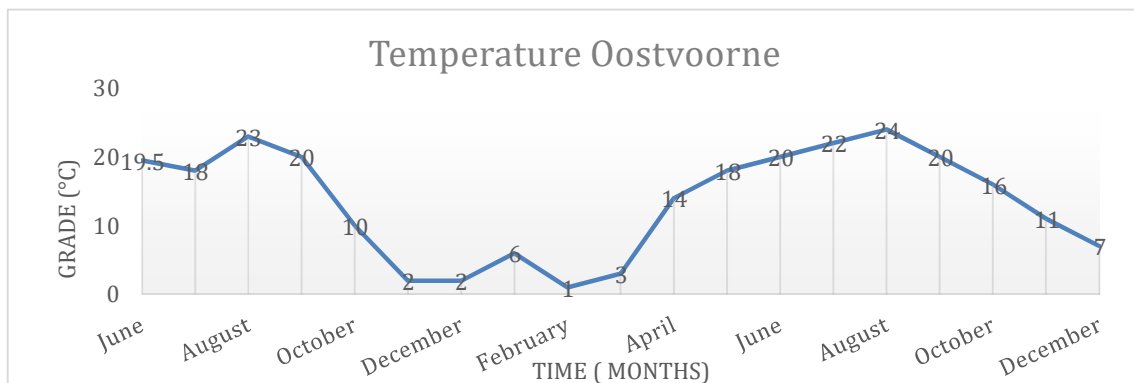


Figure 9. Temperature Oostvoorne

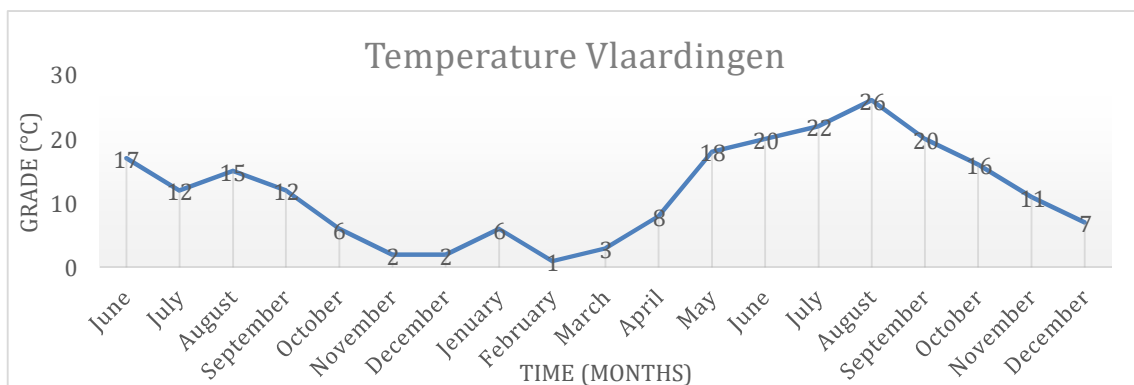


Figure 10. Temperature Vlaardingen

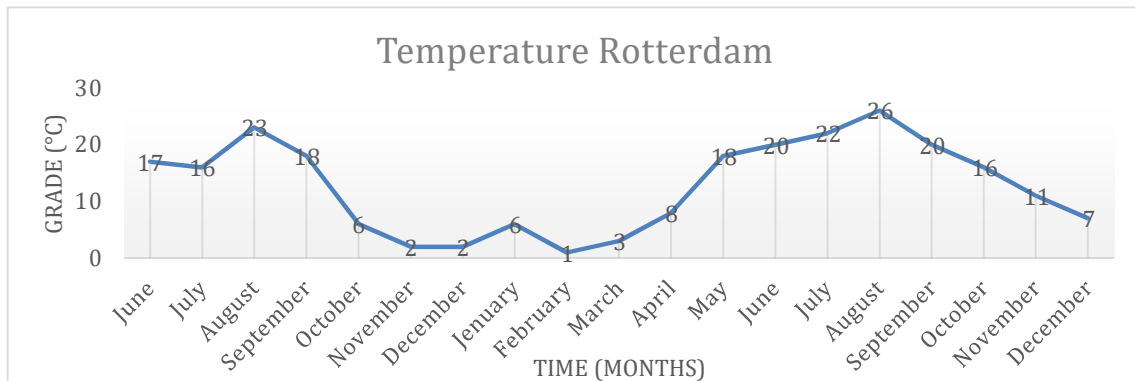


Figure 11. Temperature Rotterdam

Three temporal criteria, the season, day of the week and time of the day, were used. In particular, the categories of time segmentation are shown below.

TEMPORAL SEGMENTATION		
Season	Day of the Week	Time of the Day
All	All	All
Summer	Weekends and Bank Holidays	Morning (06.00-12.00)
Spring	Working Days	Afternoon (12.00-18.00)
Autumn		Evening (18.00-24.00)
Winter		Night (24.00-06.00)

Figure 12. Temporal segmentation

For this work, the total daily consumption was calculated for each location by taking the average of a fresh working day as the reference day.

From the analysis it emerged that the seasonal influences on consumption are more significant in the measurement points of luxury houses with gardens, or on weekend days with tropical temperatures (meaning tropical temperature those above a 30 °C). Higher temperatures have a greater influence on total consumption, compared to lower temperatures. Increasing temperature also increases the consumption by the users. Other parameters that significantly affect consumption are weekend days and holidays. Below is a summary table of total consumption with reference to a fresh working day.

The reference days are classified as:

- Ice day (maximum temperature below 0 °C);
- Cold day (maximum temperature between 0 °C and 10 °C);
- Cool day (maximum temperature between 10 and 20°C);
- Warm day (maximum temperature between 20 °C and 25 °C);
- Summer day (maximum temperature between 25 °C and 30 °C);
- Tropical day(maximum temperature above 30 °C).

- Festivity:
 - 2nd day of Easter;
 - King's Day;
 - Ascension;
 - 2nd day of Pentecost;
 - Christmas Day;
 - 2nd Christmas Day;
 - New Year's Eve;
 - Holidays;
 - Spring break;
 - May holiday;
 - Summer vacation;
 - Autumn break;
 - Christmas holiday.

Furthermore, days represented by temperature (Ice, cold, cool, warm, summer, tropical) are further divided into working days and weekends.

In addition to total consumption, the days were divided into group:

- Depending on the day:
 - Working day;
 - Weekend day;
 - Holiday;
 - Festivity.

- Depending on the temperature:
 - Ice;
 - Cold;
 - Cool;
 - Warm;
 - Summer;
 - Tropical.

Initially the measurements were taken for thirteen months (from July 2016 till July 2017) with a one-minute time gap. Today we have a greater number of years of observation with data stories from August 2017 and June 2019.

Measurement data from 2017 to 2019 were measured with a time step of the minutes. The years of observation, however, presented numerous equal values and many zeroes, an indication of measurement errors by Evides meters. At first the measurement data of the reference years were analyzed.

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell’Ambiente e del Territorio

From the data analysis, the following is obtained:

	2017-06-11	2017-08-23	2017-08-29	2018-04-22	2018-05-08	2018-05-26	2018-05-27	2018-05-29	2018-06-06	2018-06-28	2018-06-30	2018-07-01	2018-07-03	2018-07-06	2018-07-07	2018-07-14	2018-07-15
0:00	0,04296875	0,0390625	0,05078125	0,03125	0,03125	z	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:01	0,03515625	0,03515625	0,05078125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:02	0,01953125	0,0234375	0,05859375	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:03	0,04296875	0,03515625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:04	0,04296875	0,046875	0,0234375	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:05	0,046875	0,010620117	0,03515625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:06	0,04296875	0,0078125	0,05078125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:07	0,046875	0,010620117	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:08	0,03515625	0,0234375	0,03515625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:09	0,03515625	0,02734375	0,02734375	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:10	0,01953125	0,0234375	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:11	0,03125	0,02734375	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:12	0,02734375	0,0078125	0,015625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:13	0,015625	0,006713867	0,01171875	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:14	0,010620117	0,01953125	0,00390625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:15	0,015625	0,03515625	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:16	0,0234375	0,03515625	0,01171875	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:17	0,01953125	0,04296875	0,015625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:18	0,02734375	0,03125	0,0234375	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:19	0,00390625	0,046875	0,015625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:20	0,01953125	0,0234375	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:21	0,01953125	0,015625	0,00390625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:22	0,01953125	0,01953125	0,00390625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:23	0,02734375	0,015625	0,015625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:24	0,0234375	0,01953125	0,015625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:25	0,00390625	0,01953125	0,015625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:26	0,01171875	0,015625	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:27	0,015625	0,01953125	0,00390625	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:28	0,02734375	0,00390625	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:29	0,0234375	0,01171875	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:30	0,01953125	0,01953125	0,01953125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:31	0,0078125	0,01953125	0,0234375	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:32	0,0078125	0,01953125	0,0078125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:33	0,00390625	0,015625	0,01171875	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:34	0,002807617	0,03125	0,0078125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125
0:35	0,01171875	0,03515625	0,0078125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125	0,03125

Initially the original Evides measurement file was analyzed, carrying out a first general analysis, eliminating measurement errors. The measuring days available have been calculated for each location and for each type of day (working or weekend).

The results are shown below:

WORK DAYS						
LOCALITA'	TEMPERATURE					
	ICE	COOL	COLD	WARM	SUMMER	TROPICAL
Landelijk 1	2	55	82	50	26	4
Landelijk 3	1	44	35	5	4	1
Landelijk 4	2	98	148	65	28	4
Voorstedelijk 1	1	25	44	20	3	0
Voorstedelijk 2	3	98	148	65	28	4
Voorstedelijk 3	2	98	148	64	28	4
Stedelijk 1	1	33	65	21	5	1
Stedelijk 2	2	61	99	54	26	4
Stedelijk 3	2	57	69	26	9	1

Table 2.Number of working days data measures.

WEEKEND DAYS						
LOCALITA'	TEMPERATURE					
	ICE	COOL	COLD	WARME	SUMMER	TROPICAL
Landelijk 1	1	36	54	29	17	3
Landelijk 3	1	27	17	17	2	0
Landelijk 4	2	67	108	43	18	3
Voorstedelijk 1	1	16	33	11	3	0
Voorstedelijk 2	2	67	108	43	18	3
Voorstedelijk 3	2	67	105	43	17	3
Stedelijk 1	2	31	46	12	8	0
Stedelijk 2	2	38	71	33	18	3
Stedelijk 3	2	22	50	13	8	3

Table 3. Number of weekend days data measures

From an initial analysis, the following emerges: two locations, Landelijk 3 and Stedelijk 1 are not reliable and therefore have been discarded.

About four days of tropical climate have been identified, precisely because it is a particular climate in the Netherlands. To the extent carried out by Evides, the losses were not considered. It is therefore, assumed that the value obtained is the consumption of water by the user. The losses in the Dutch networks, are negligible, they are physiological losses that are not considered.

For each location the demand pattern has been compared for every weather condition to understand how the demand of water changes according to the temperature.

For all locations, the trend of the request was similar except for the location of Stedelijk 2 where only for the defined tropical climate there is a clearly greater demand than in all other climates.

- In order to understand the socio-economic difference of the analyzed locations, the demand patterns were compared for a measurement day, common to all locations.

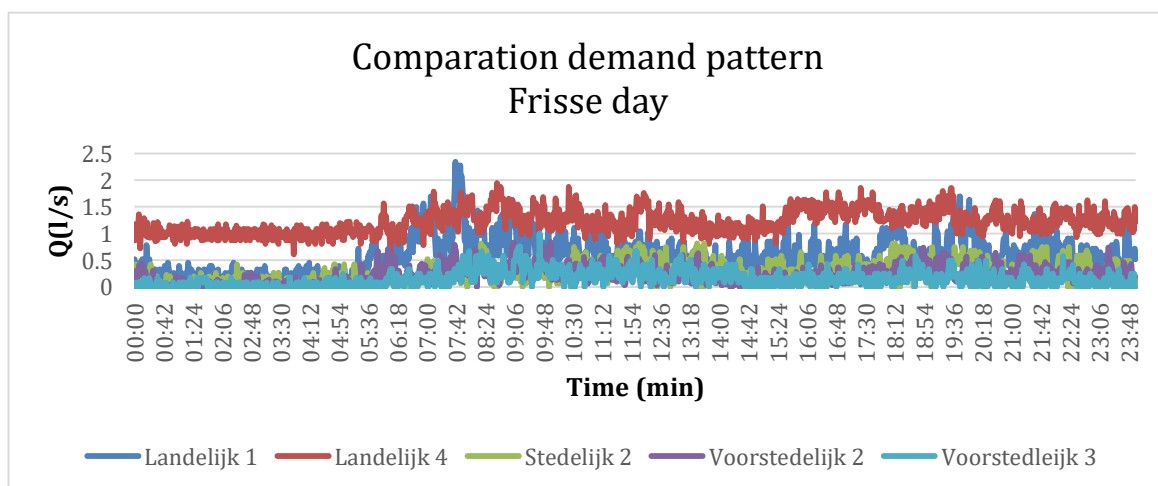


Figure 13. Comparation demand pattern Frisse day

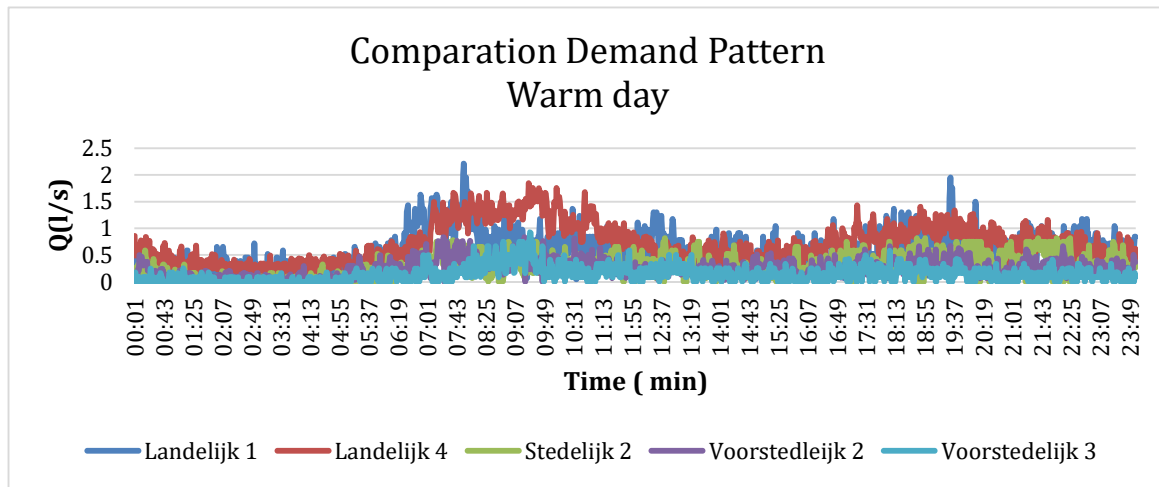


Figure 14. Comparison demand pattern warm day

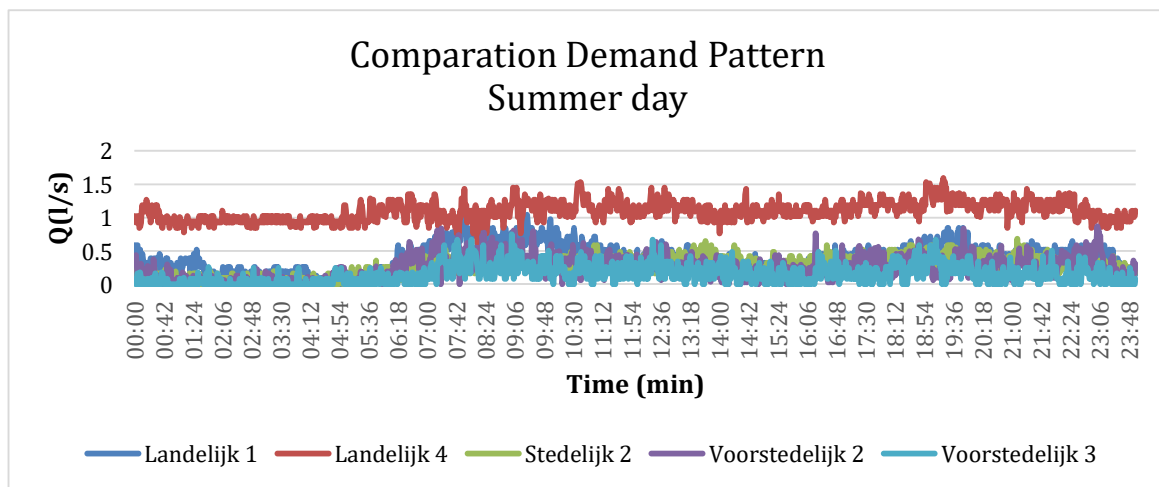


Figure 15. Comparison demand pattern summer day

The following are the individual patterns for a warm day:

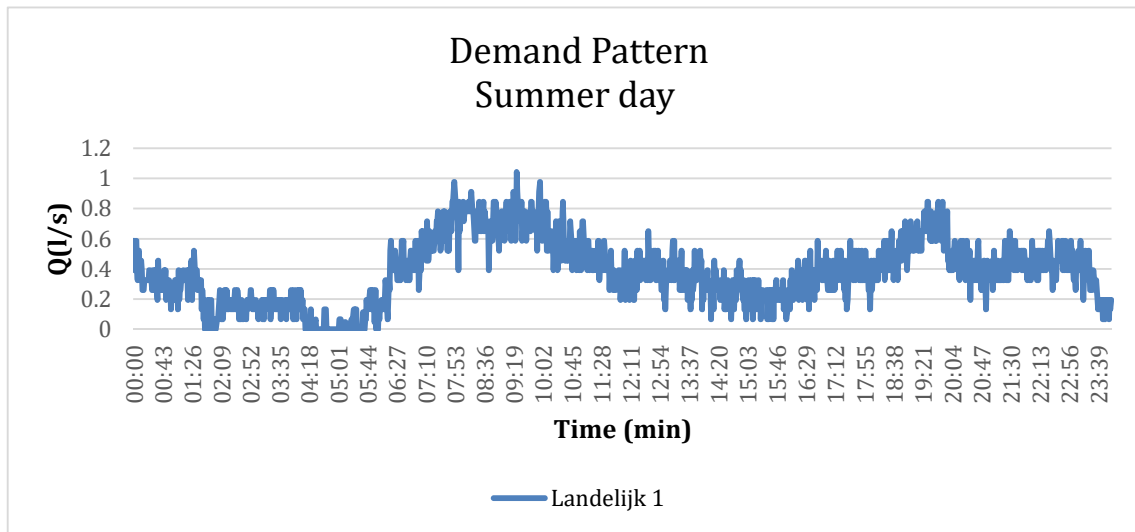


Figure 16. Pattern demand summer day Landelijk 1

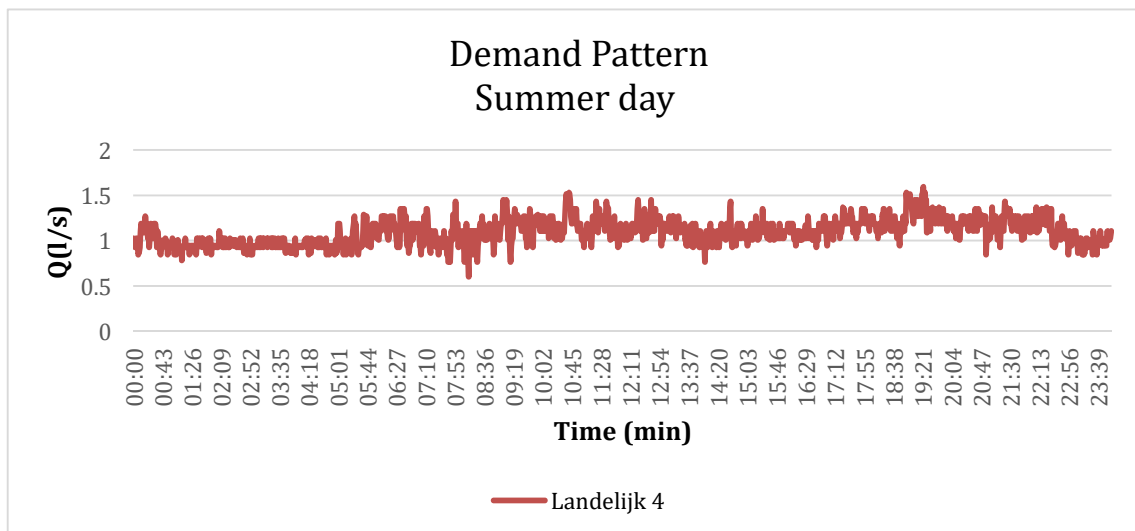


Figure 17. Pattern demand summer day Landelijk 4

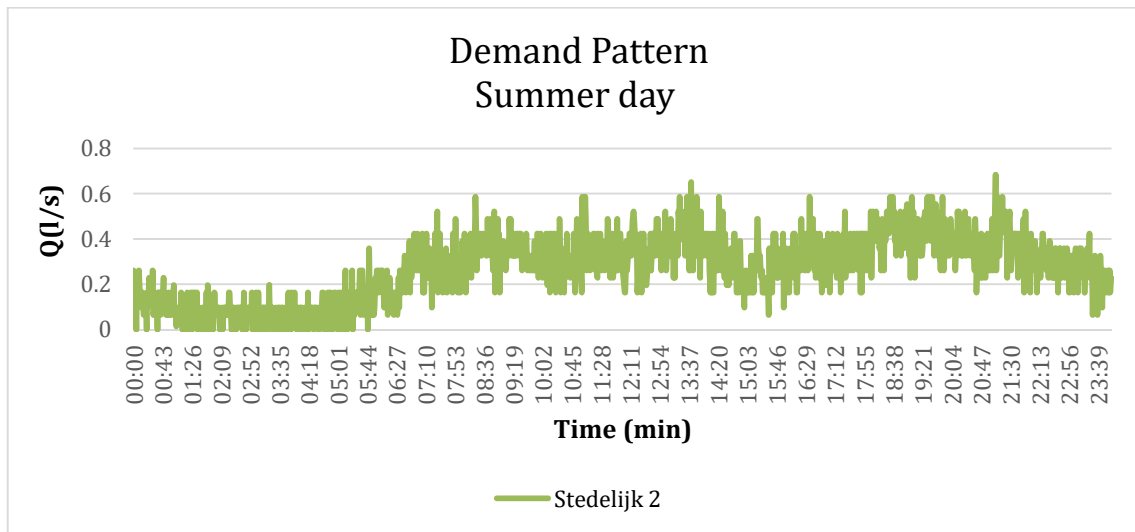


Figure 18. Pattern demand summer day Stedelijk 2

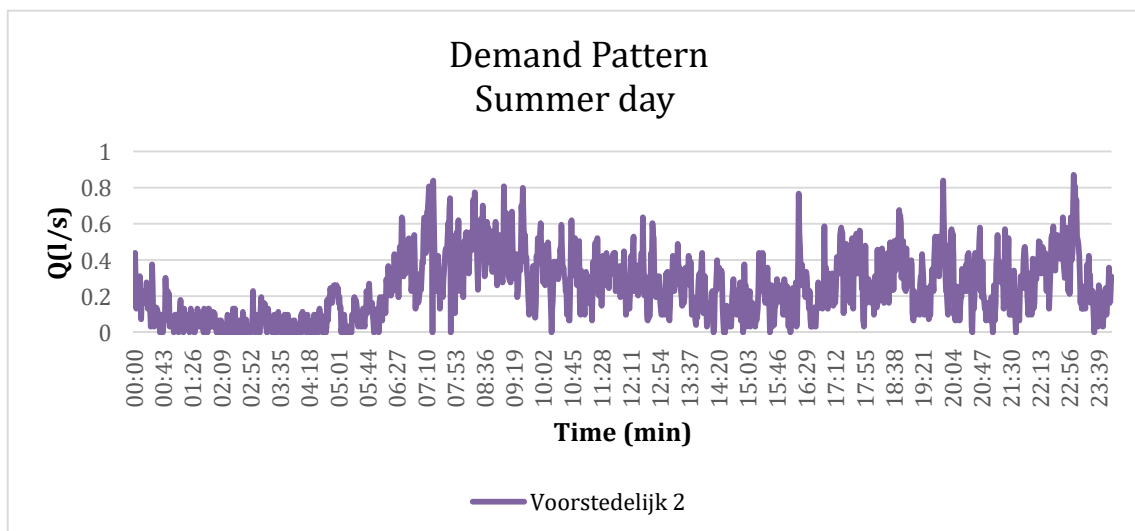


Figure 19. Pattern demand summer day Voorstedelijk 2

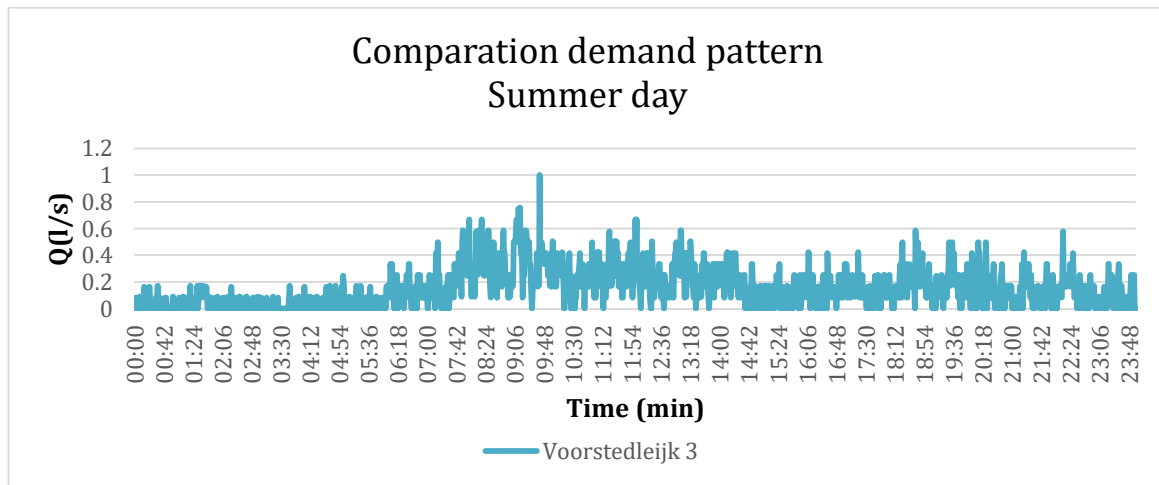


Figure 20. Pattern demand summer day Voorstedelijk 3

The results obtained from the first general analysis are shown below.

	Land 1	Land 3	Land 4	Voorsted. 1	Voorsted. 2	Voorsted. 3	Sted. 1	Sted. 2	Sted. 3
Work cool									
Work colds									
Work fresh									
Work warm									
Work summer									
Work tropical									
Weekend frost									
Weekend colds									
Weekend fresh									
Weekend hot									
Weekend summer									
Weekend tropical									

Table 4. Analysis data.

LEGENDA

	AVAILABLE DATA
	PARTIALLY AVAILABLE DATA
	DATA NOT AVAILABLE

So, from the initial nine locations, after a first general analysis, two locations have been excluded. Therefore, 7 locations were subsequently considered:

1. Landelijk 1
2. Landelijk 4
3. Voorstedelijk 1
4. Voorstedelijk 2
5. Voorstedelijk3
6. Stedelijk 1
7. Stedelijk 2

However, for two of these locations, Voorstedelijk 1 and Stedelijk 3, the data for tropical days are absent, therefore they have not been considered for the thesis work.

The locations considered are shown below:

1. Landelijk 1
2. Landelijk 4
3. Stedelijk 2
4. Voostedelijk 2
5. Voostedelijk 3

IV.2 SECOND ANALYSIS

To understand the trend of water consumption, a daily moving average was performed for the entire observation period.

- Landelijk 1 localiton in Oostvoorne, where wealthy families live, there is an increase in annual water consumption in the summer months, july and august. For all the other years, however, there is a rather linear trend.
- Landelijk 4 location is not valid for the thesis work because in this location there are extra-luxury homes, therefore not valid to represent a sample of large population.
- Also Stedelijk 2 location presents an acceptable trend with peaks in the summer months. For this reason it was considered reliable to continue further analyzes.
- Voorstedleijk 3 location presents an anomalous trend in the winter period. For this reason it was no longer considered.
- Voorstedelijk 2 is a place where there are more humble houses, it has a rather linear trend, due to the fact that in this place there are many elderly people. This location was considered to continue with the analysis, going into detail.

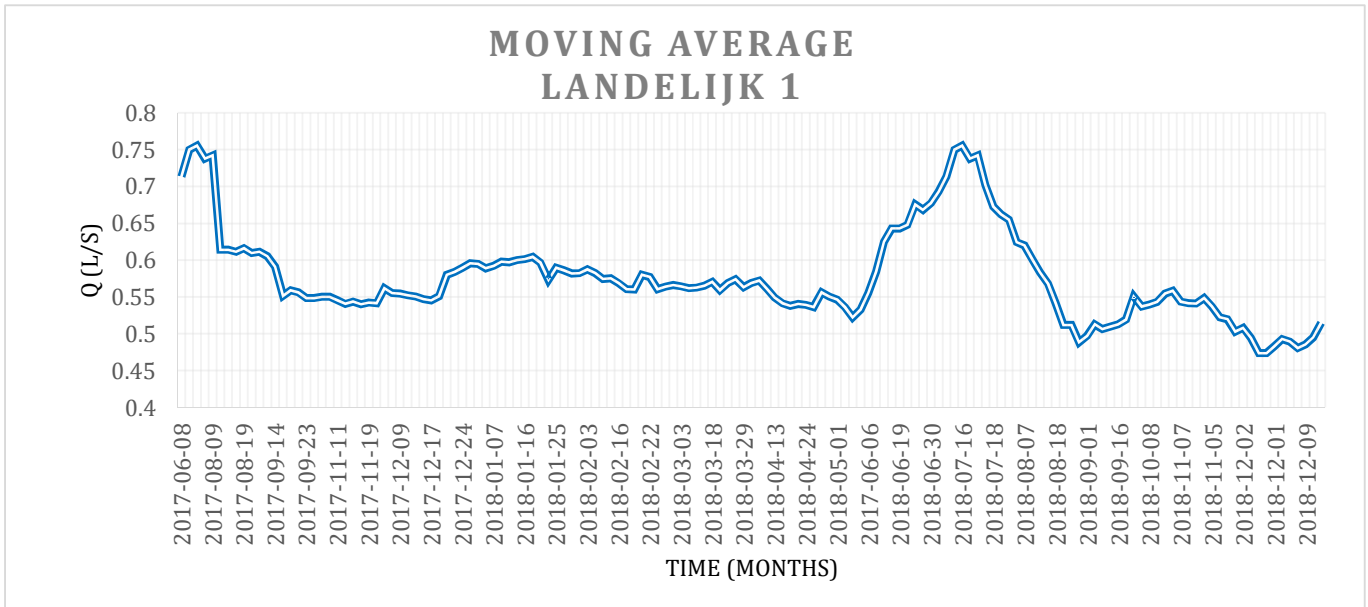


Figure 21. Moving average Landelijk 1

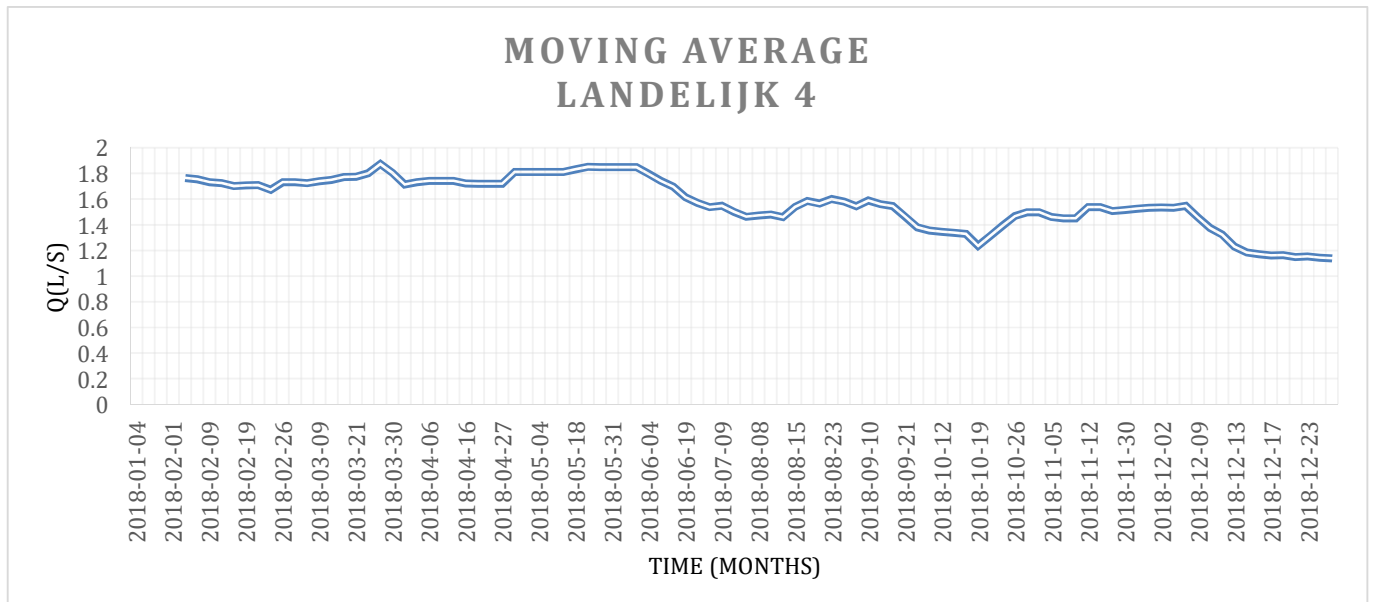


Figure 22. Moving average Landelijk 4

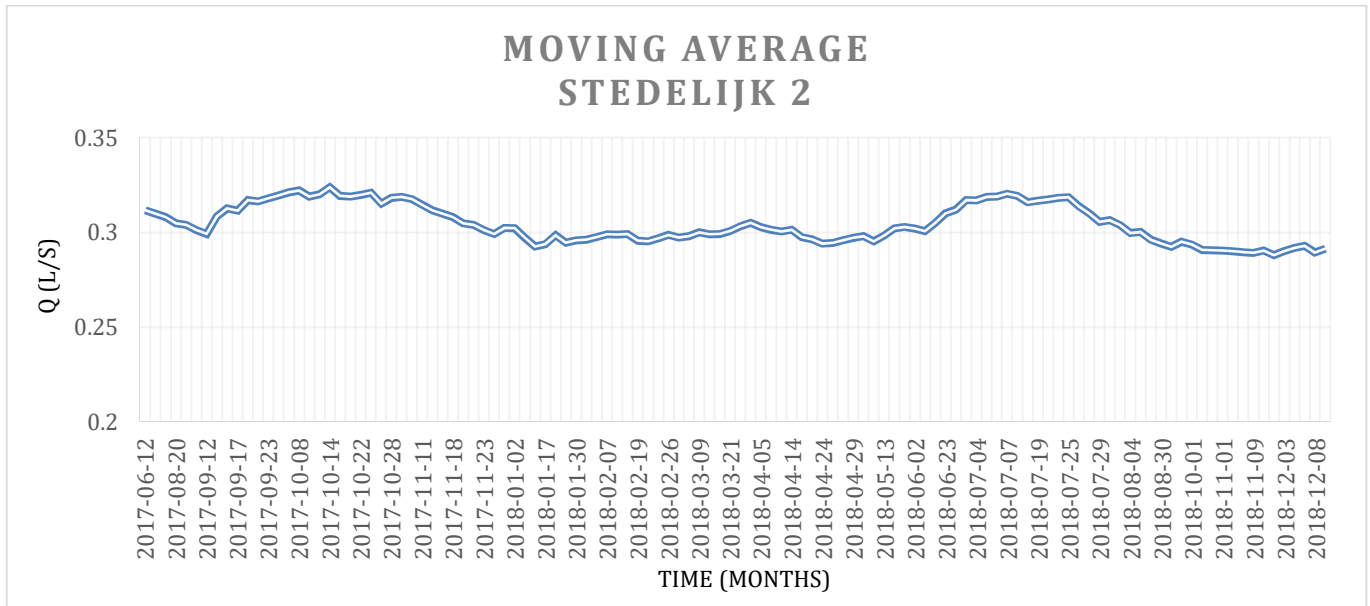


Figure 23.Moving average Stedelijk 2

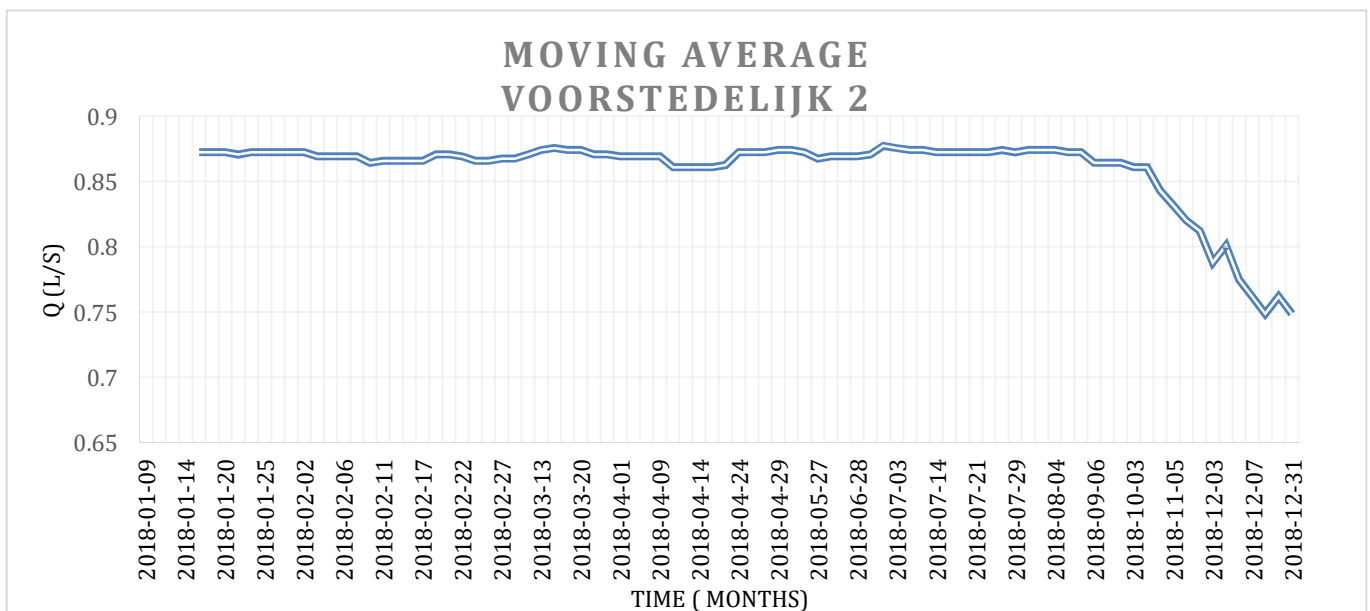


Figure 24.Moving average Voorstedelijk 2

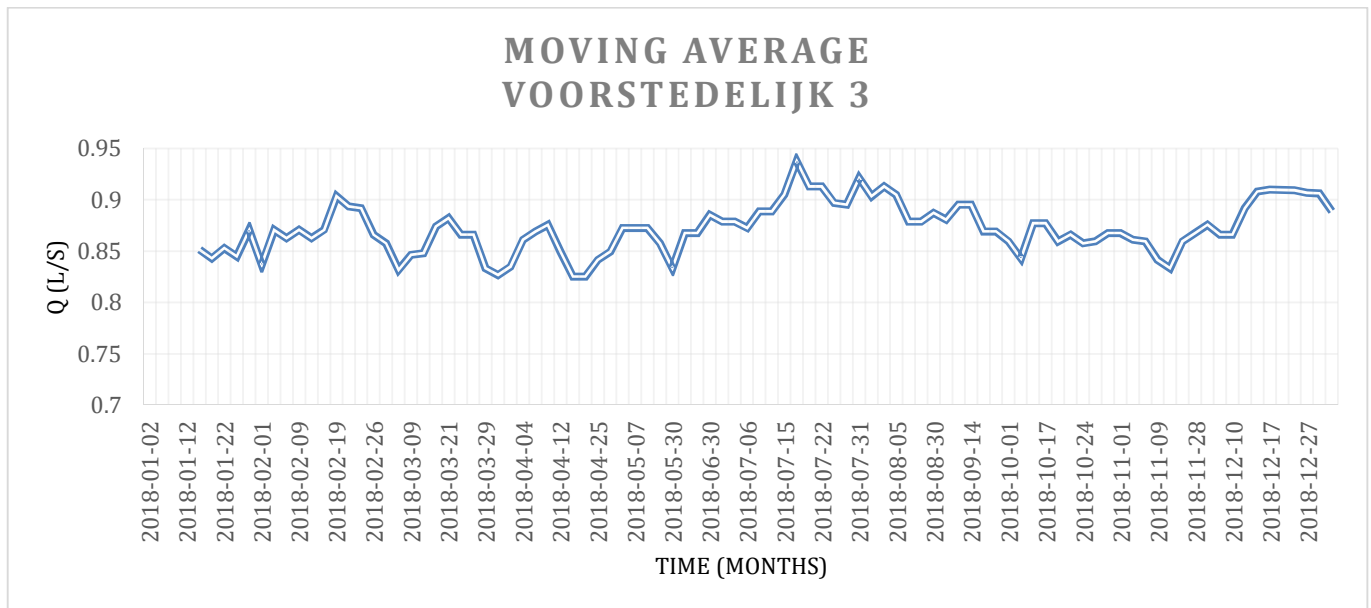


Figure 25.Moving average Voorstedelijk 3

The analysis of the maxima and minima was carried out for the same locations, Landelijk 1, Stedelijk 2 and Voorstedelijk 3, to specifically study how much the climate affects the consumption of water. Furthermore, given the high number of zeros present in the measurement data, a search analysis of the zeros was performed.

From the analysis of the maxima a limit of the counter positioned in the locality of Stedelijk 2 was shown. While for the other localities, the trend is rather linear.

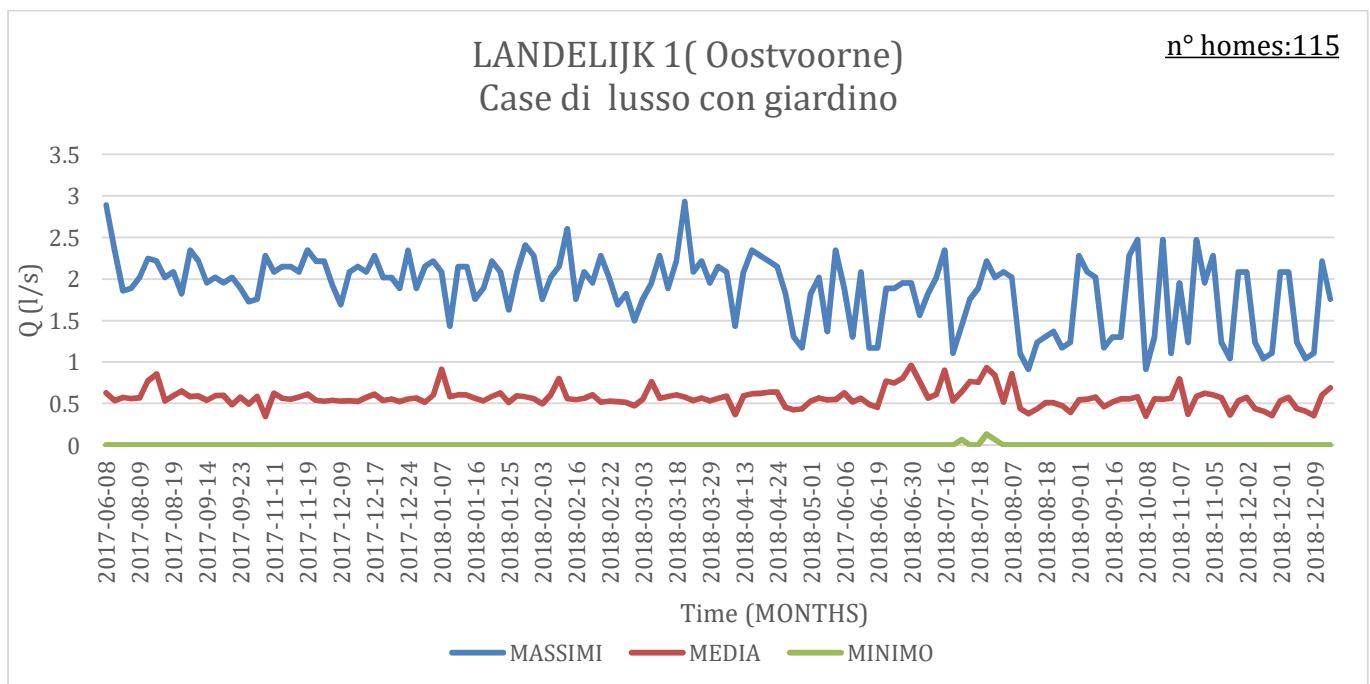


Figure 26. Analysis of maxima and minima for Landelijk 1

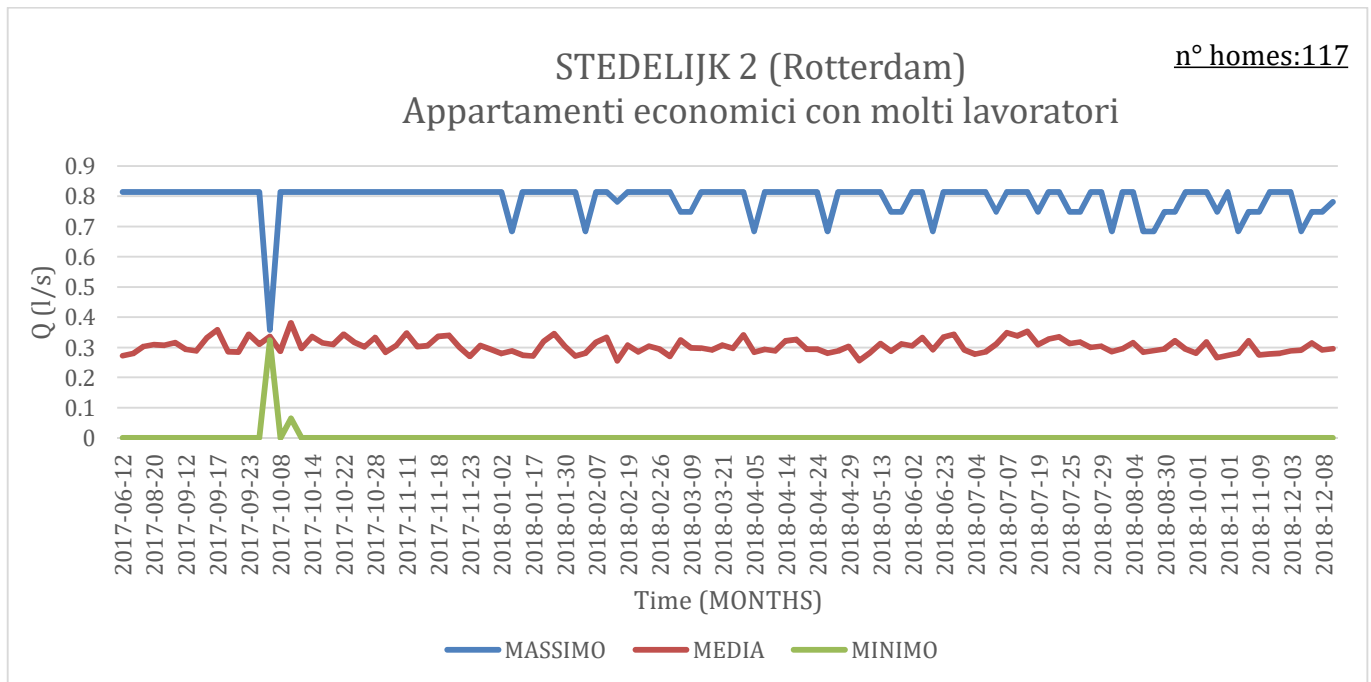


Figure 27. Analysis of maxima and minima for Steedelijk 2

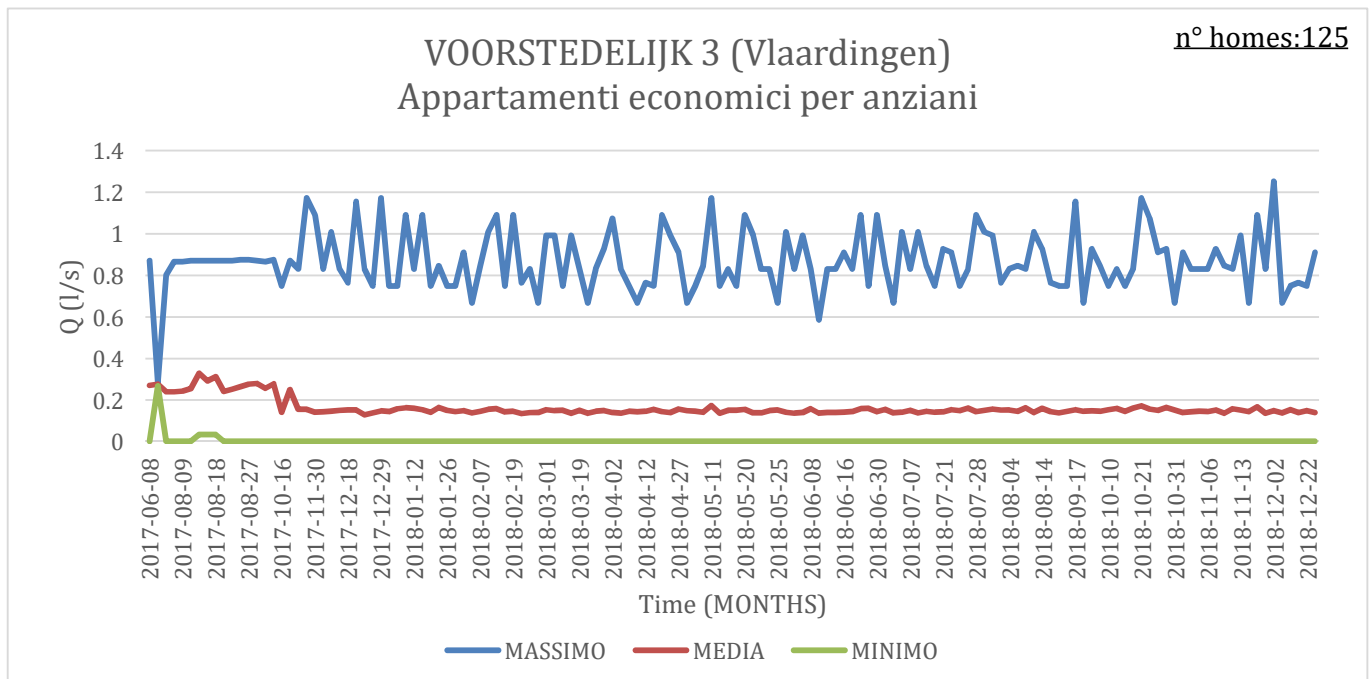


Figure 28. Analysis of maxima and minima for Voorstedelijk 3

- Because of high number of zeros present in the measurement data, a search for zeros was performed to show the percentage of zeros during the day.

In Voorstedelijk 3 location, for all observation days, there is a trend of zeroes with a percentage of about 0.2% with a maximum value of up to 0.27%.

In Stedelijk 2 location the percentage of zeros is lower for every day. The percentage of zeros is in a range between 0.09-0.15 %.

Finally, the town of Landelijk 1 appears to have an almost zero percentage of zeros, in a range between 0.01-0.07%.

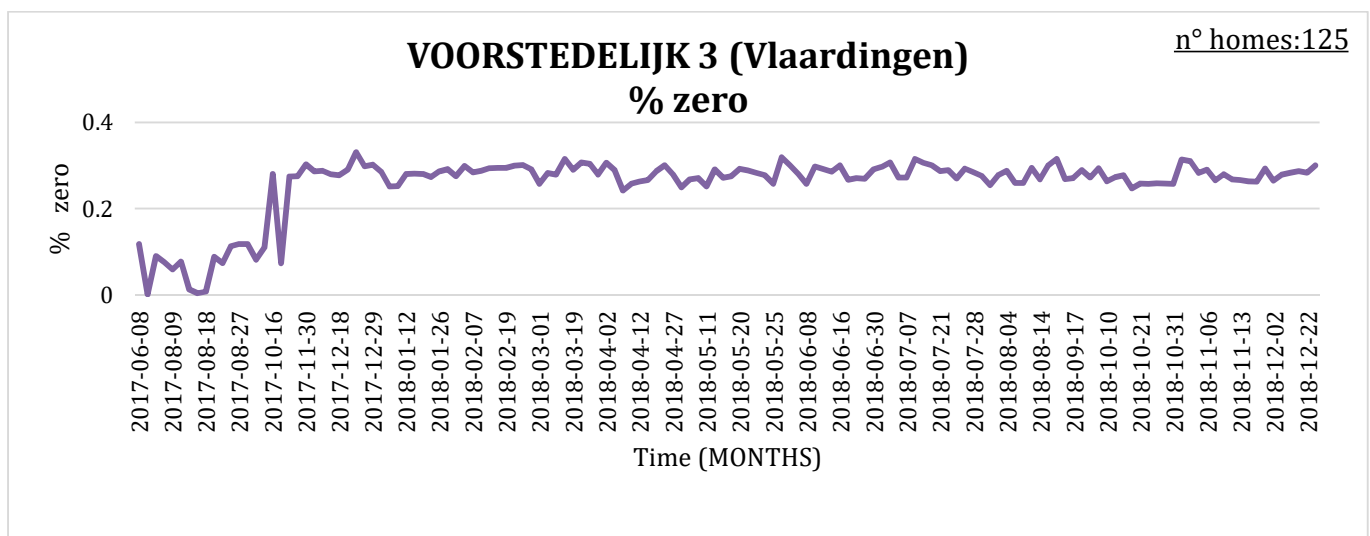


Figure 29. Percentage of zeros in Voorstedelijk 3

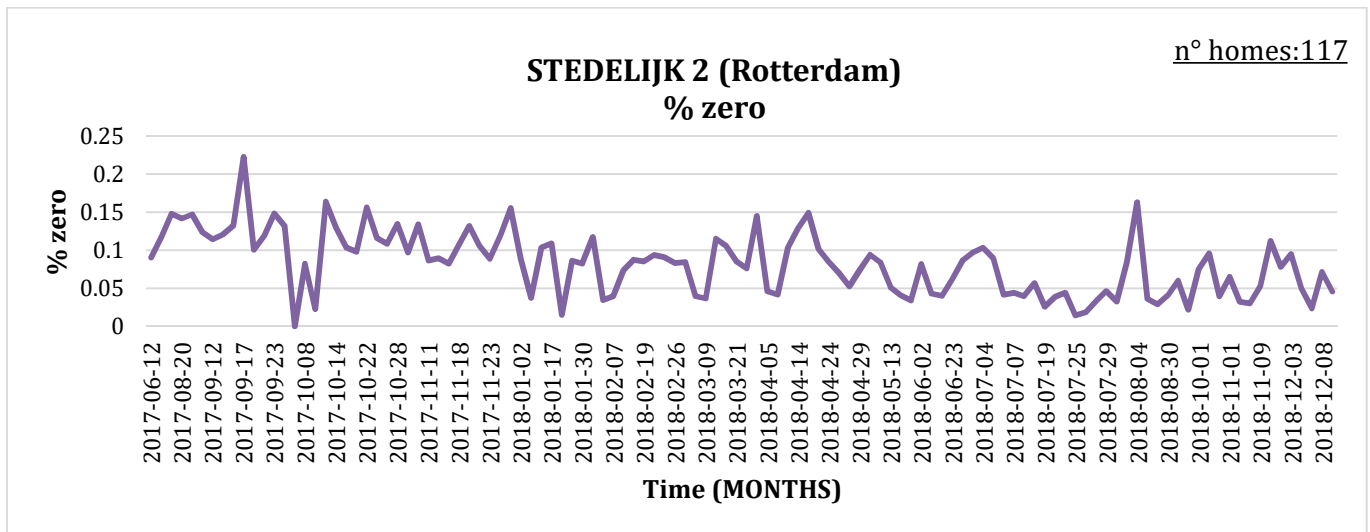


Figure 30. Percentage of zeros in Stedelijk 2

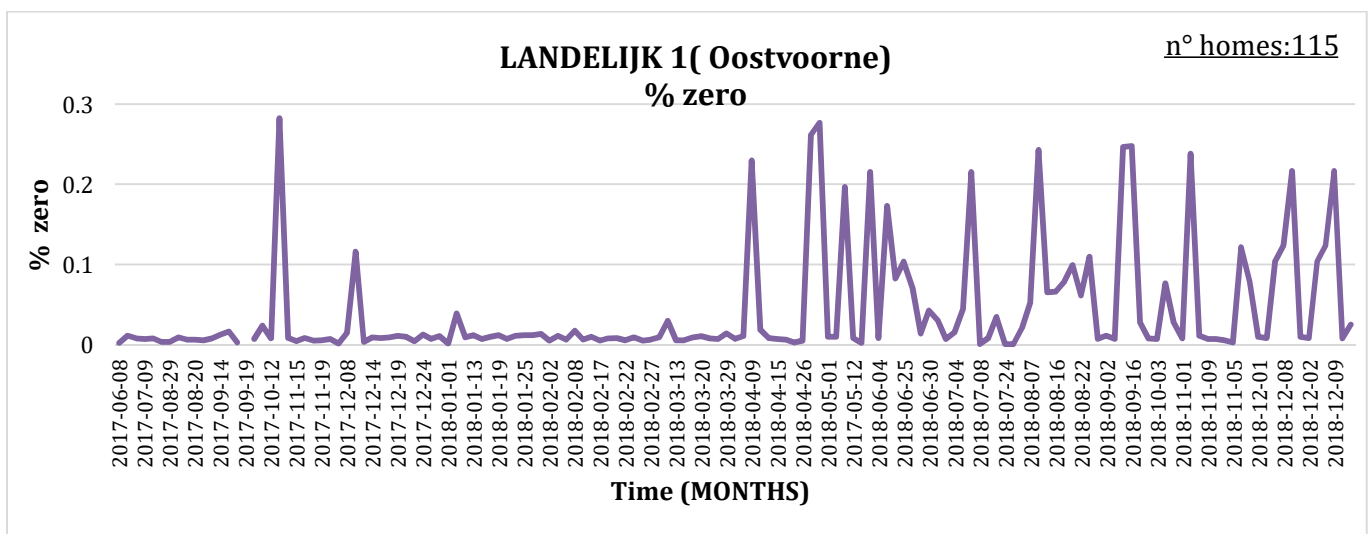


Figure 31. Percentage of zeros in Landelijk 1

IV.3 DEDUCTION OF THE CHARACTERISTICS OF THE MEASURING INSTRUMENT

The measuring instrument used for the analyzes is a volumetric meter, whose accuracy is limited compared to an electromagnetic meter.

A volumetric meter is more limited than an electromagnetic meter because with the volumetric meter it is possible to obtain a direct measurement value, while with the volumetric meter one does not have a direct measurement, but a function of the rotation of the meter.



Figure 32. Measuring instrument

The accuracy of the volumetric meter was determined for all locations. The degree of precision is determined in the following way:

1. The minimum flow rate measured per minute was taken for each day;
2. All the flow rates measured per minute throughout the day were related to the minimum value, other than zero.

IV.4 CLIMATE CHANGE ON WATER CONSUMPTION

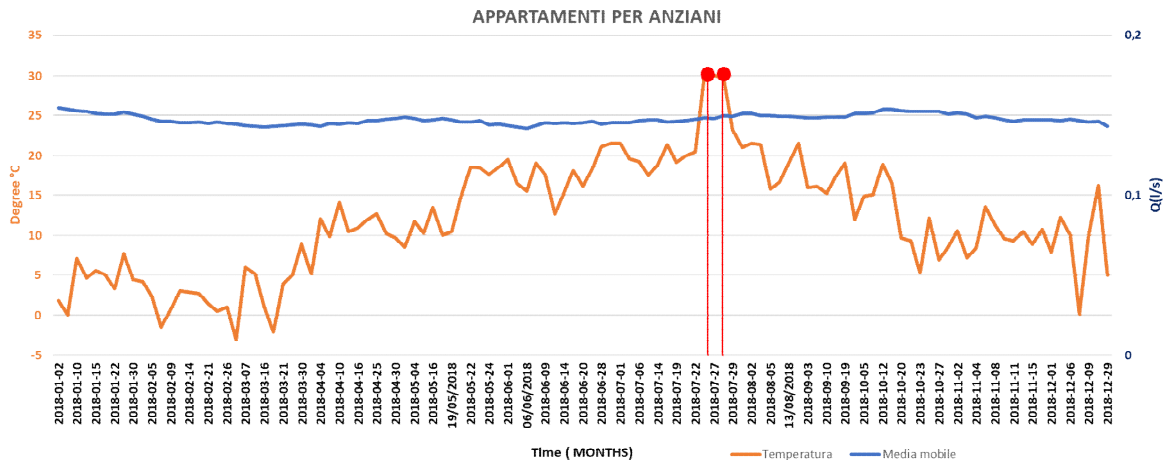


Figure 33. Comparison water consumption and degree Voorstedelijk 3

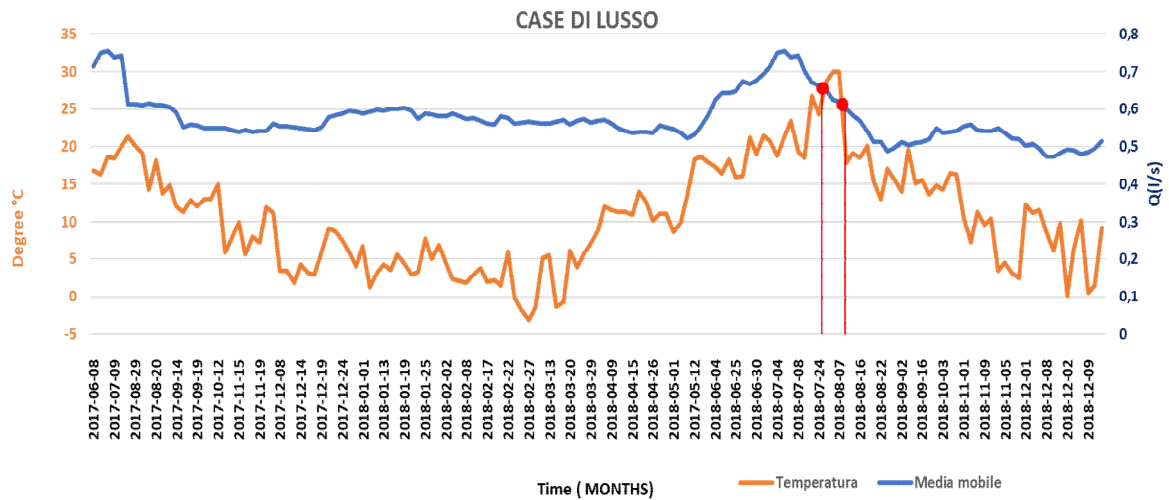


Figure 34. Comparison water consumption and degree Landelijk 1

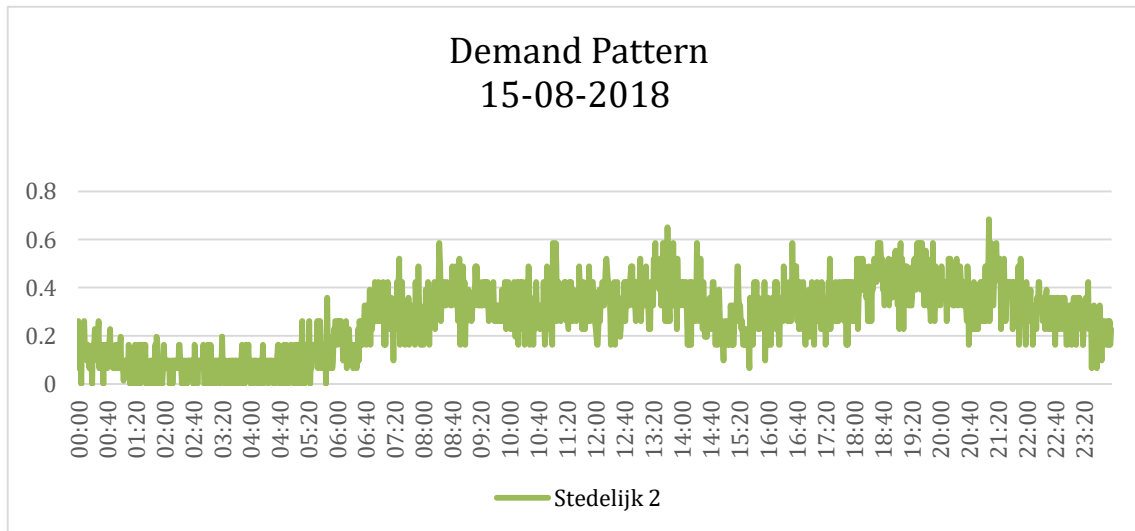


Figure 35.Demand Pattern STEDELIJK 2 warm day.

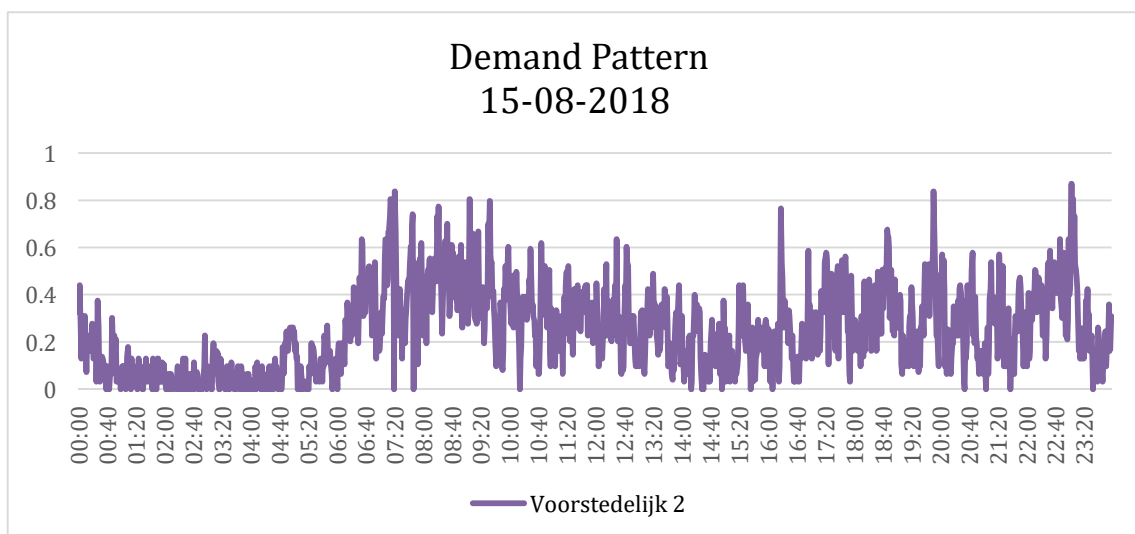


Figure 36.Demand Pattern VOORSTEDELIJK 2 warm day.

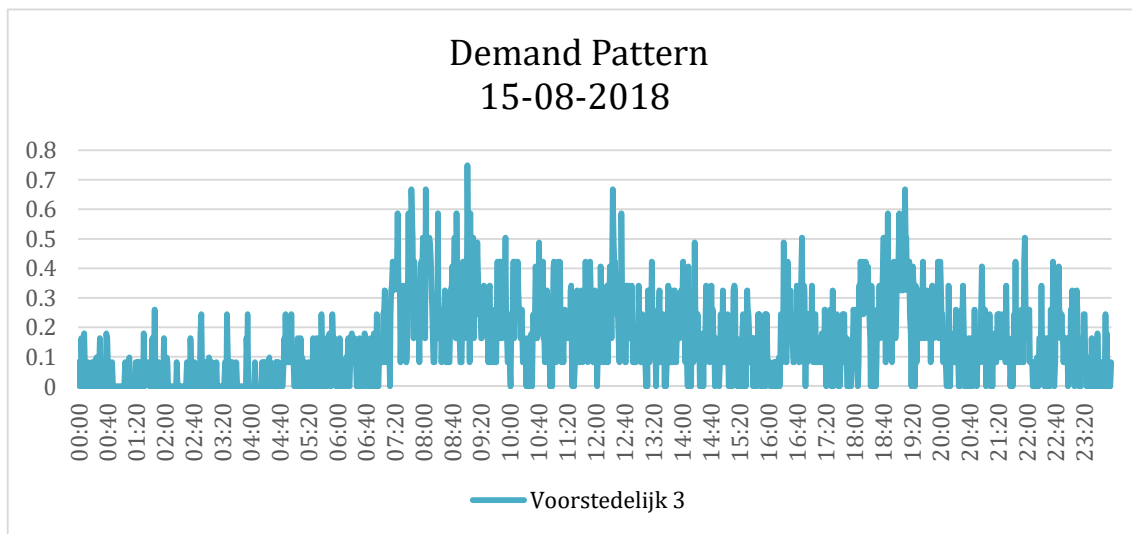


Figure 37. Demand Pattern VOORSTEDELIJK 3 warm day.

From the trend of the analyzed demand patterns it is possible to understand what the user's habits are. For all patterns, a first peak in the morning time slot is shown from 6:00 to 9:00 and a second peak towards the evening. The pattern trend is similar for all locations, except for Landelijk 4. The motivation of the different demand pattern for this location is related to the fact that it is a very luxurious location in which there are particularly luxurious houses, with gardens and where wealthy users with double income live, and in which are present many children.

As expected, the night time water consumption is around a rather reduced value, depending on the location but in the Landelijk 4 location, even at night, the water consumption assumes a not negligible value. This trend occurs both for particularly hot days and for colder climates. While for the other locations the two daily peaks for the locations are visible, for the location of Landelijk 4 no significant peaks are visible during the day.

The town of Landelijk 1 shows the peaks more clearly, even during the night there is a consumption of water.

IV.5 OPTIMITAZION METHOD

A double method has been applied. Initially a partial enumeration optimization technique was applied. Through this technique, after setting some parameters, some input parameters have been changed in order to interpret the behavior of the various users in the best possible way according to water consumption and social status. In a first phase, data of the initial parameters have been drastically changed in order to identify the sensitivity of the SIMDEUM with respect to these parameters.

- With the partial enumeration method, the parameters that affected climate change were changed, such as showers, bathroom and external tap. In particular, with a careful selection of the parameters, satisfactory results have been achieved.
- Subsequently, a data driven was used. That is, a training program was used to identify the optimal parameters of the measurement data pattern. Based on the number of simulations carried out at the KWR research center, this training program was used.

As input all the patterns obtained by the SIMDEUM were selected, each of which was associated with a vector $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}$.

Once the algorithms were trained, the pattern of the measurement data was given as input to Matlab. Subsequently, a function was used that allowed to obtain the values of the parameters to be given to the SIMDEUM in order to return that pattern of the measurement data.

Once all were obtained and the parameters were done, they were inserted into the input matrix of the SIMDEUM and the results were compared with the values defined by the partial enumeration. The results showed that the response for the apartments for the elderly was positive with respect to the partial enumeration.

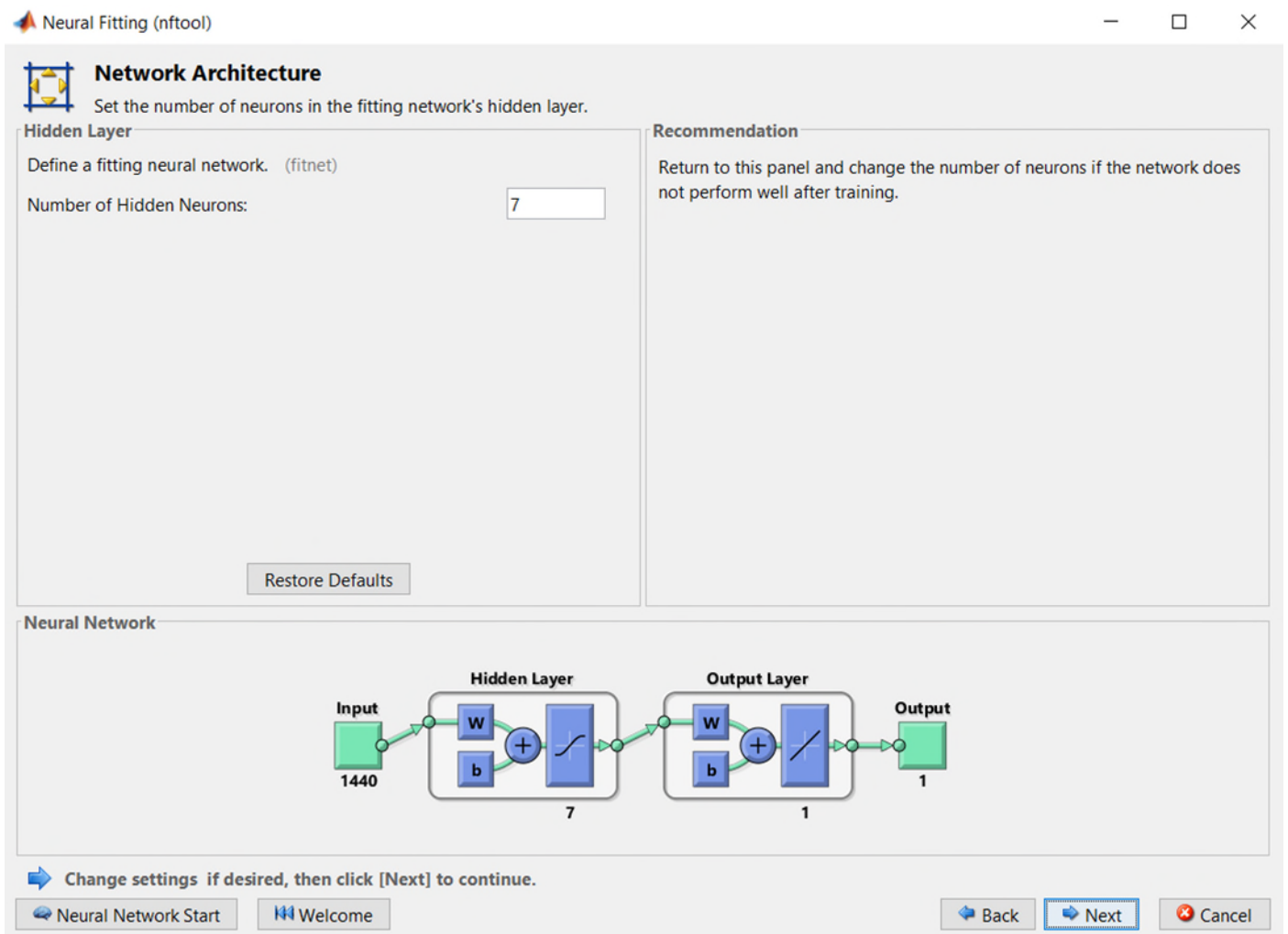


Figure 38. Network Architecture

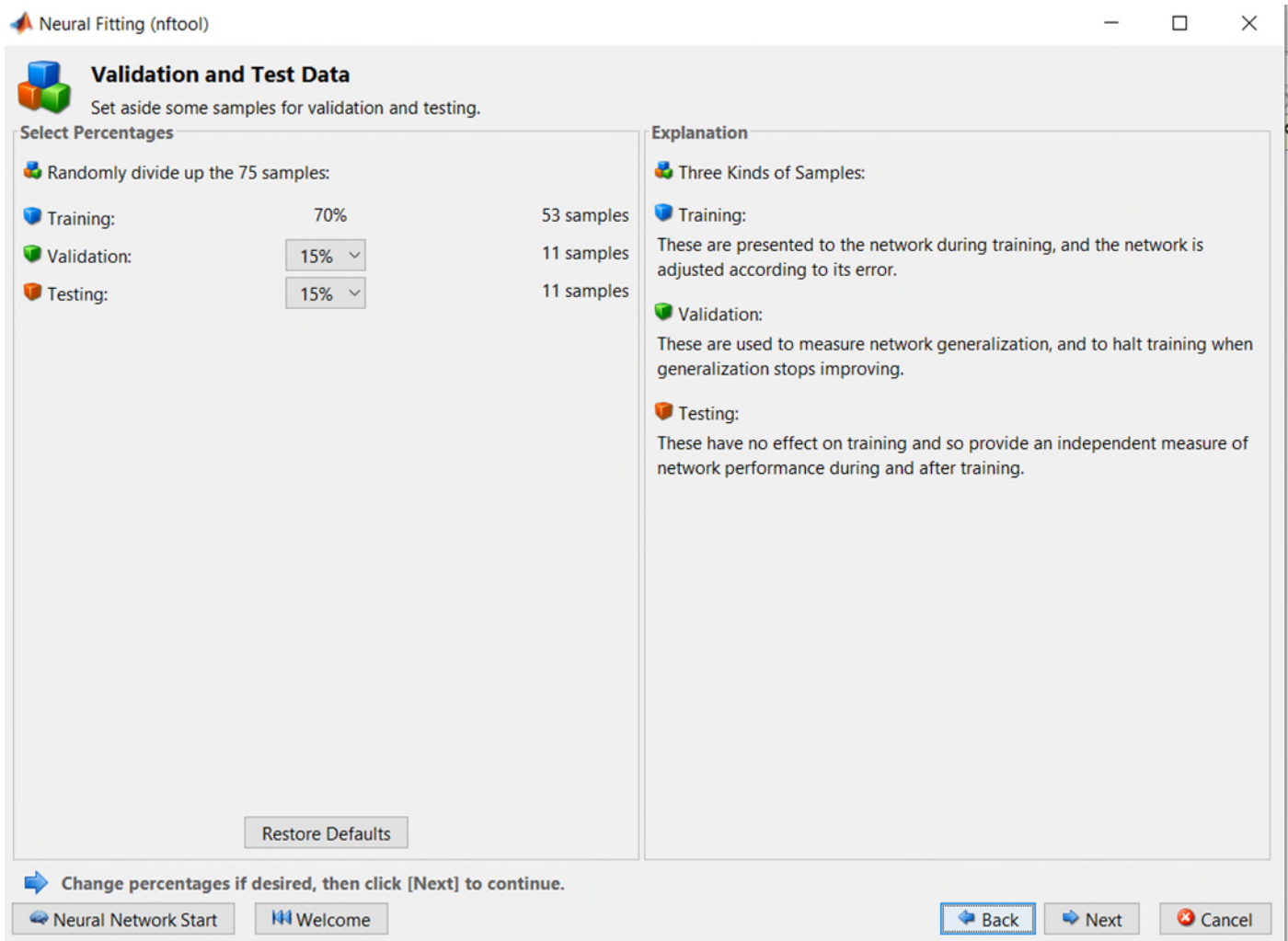


Figure 39.Validation and Test Data

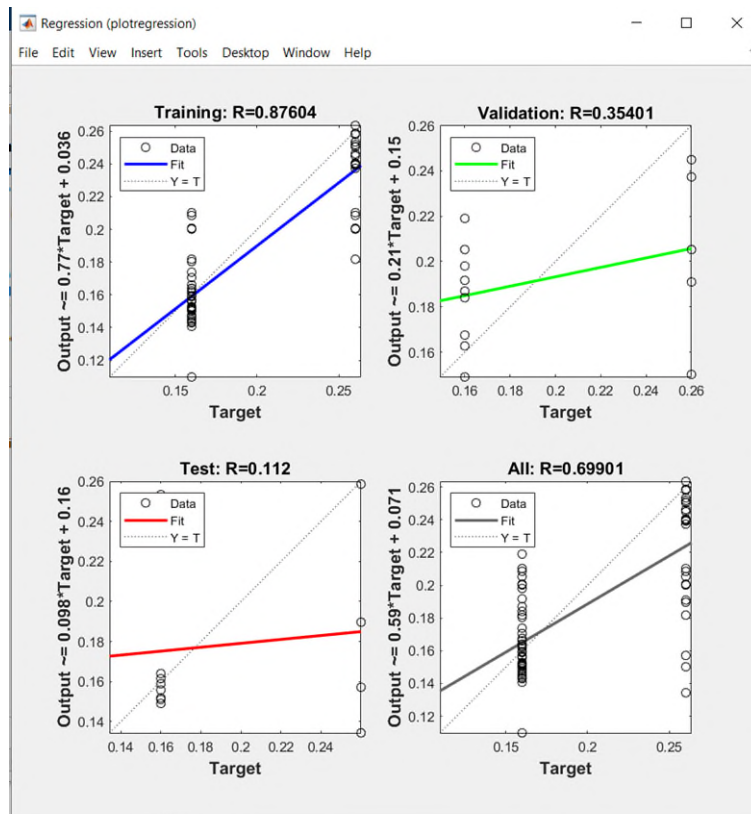


Figure 40. Example data driven training

CAPITOLO V. ANALYSIS RESULTS

V.1 LANDELIJK 1

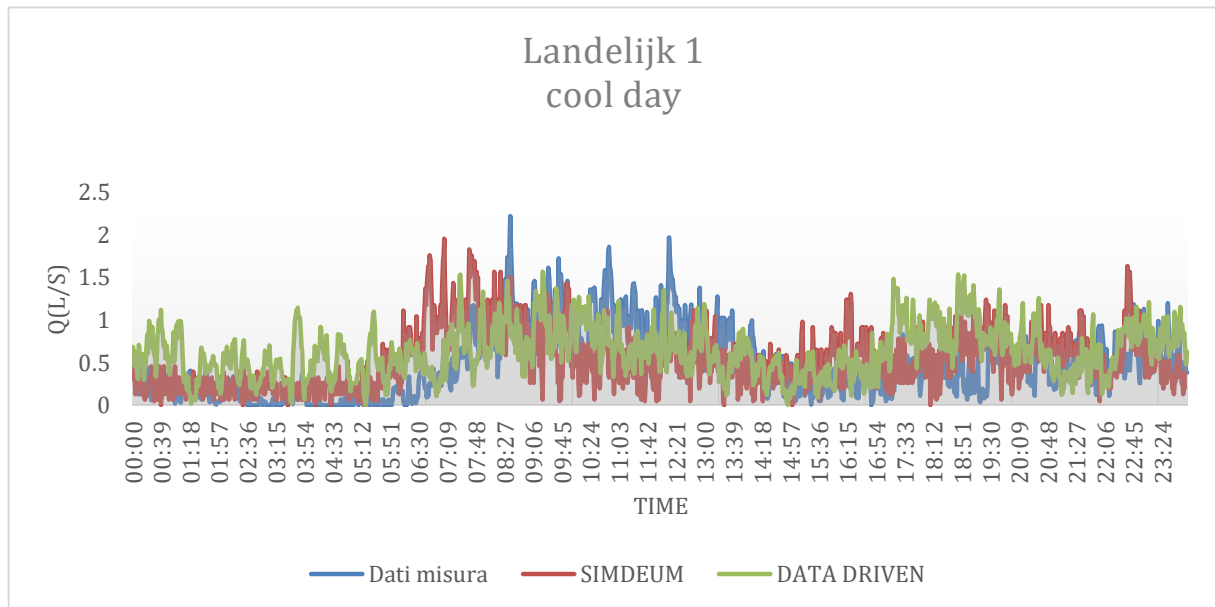


Figure 41. Landelijk 1 cool day

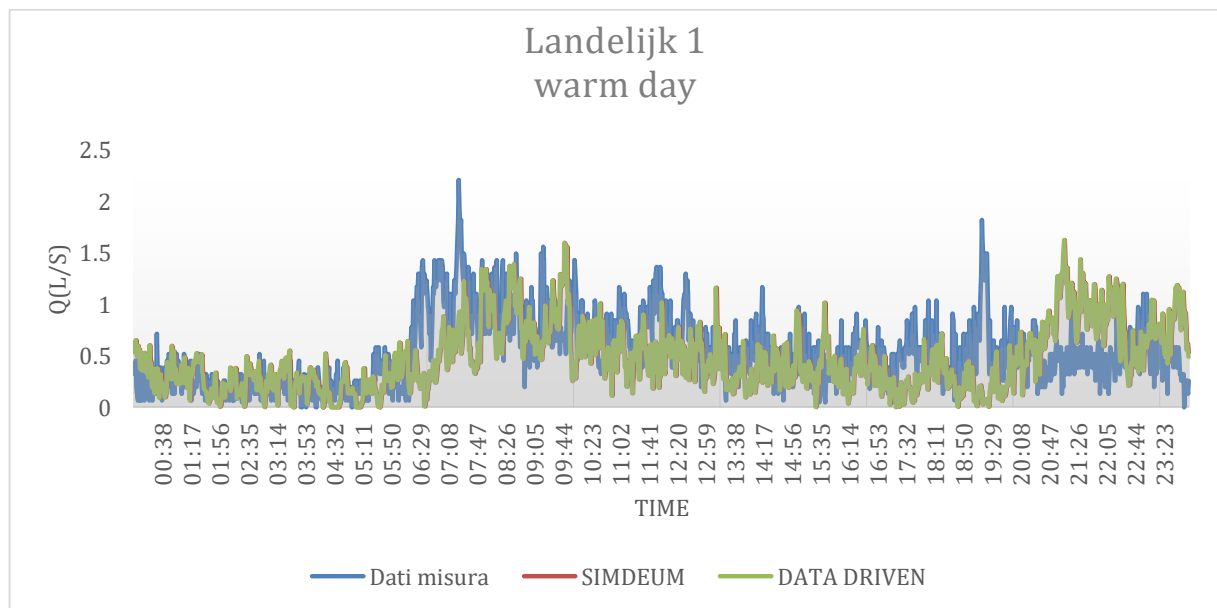


Figure 42. Landelijk 1 warm day

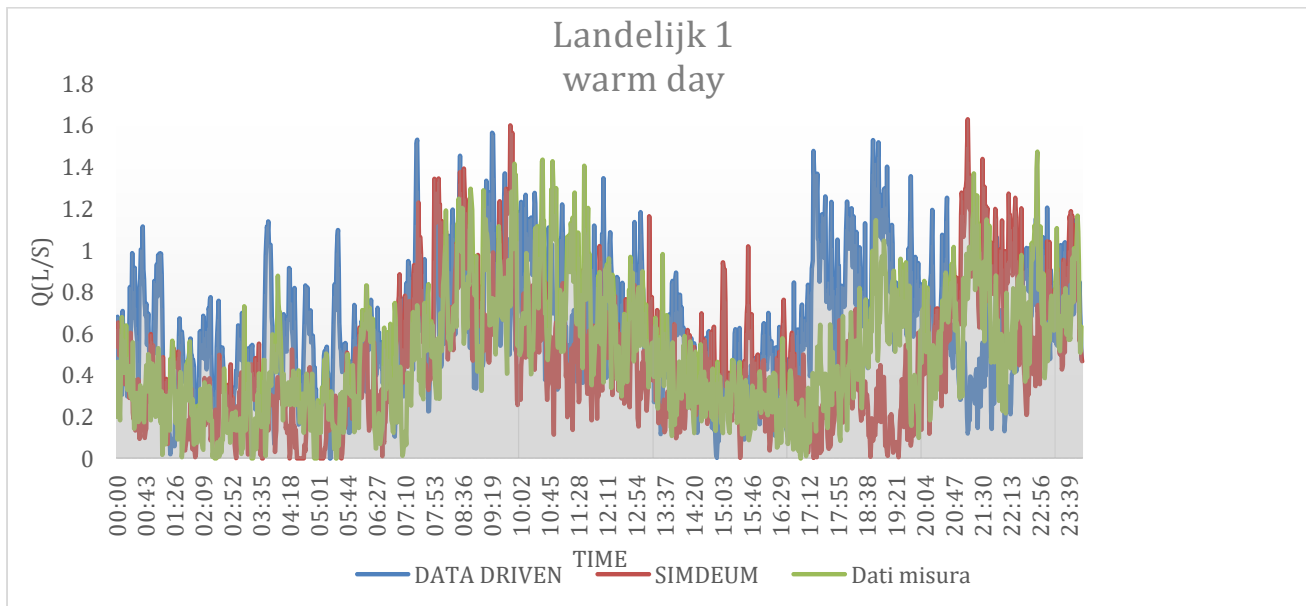


Figure 43.Landelijk 1 tropical day

V.2 VOORSTEDELIJK 3

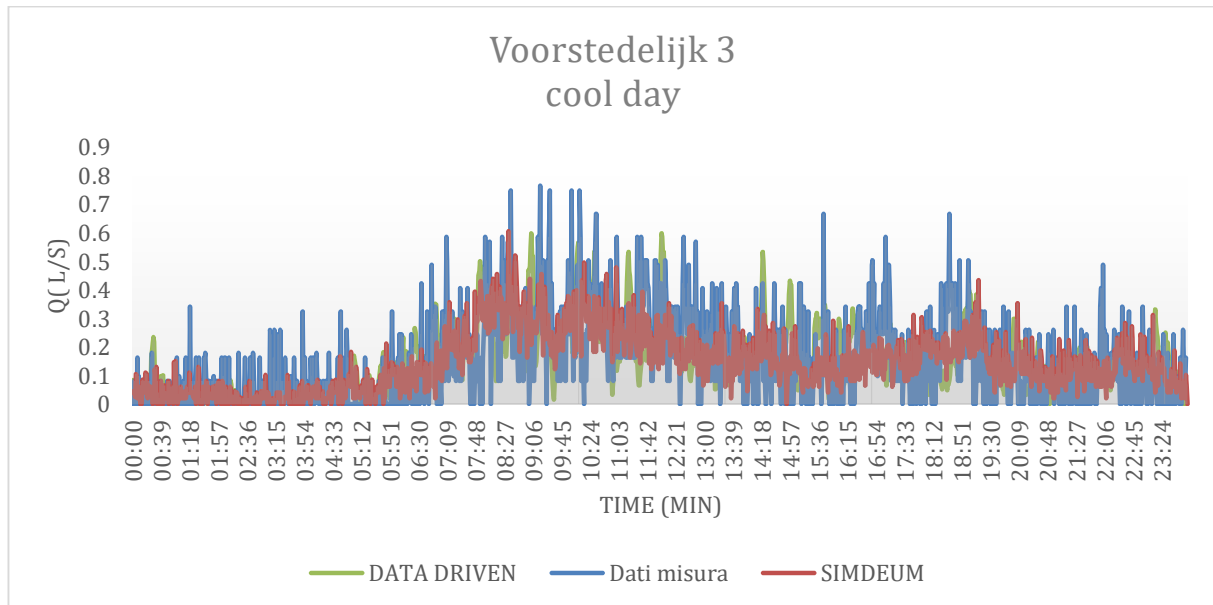


Figure 44. Voorstedelijk 3 cool day

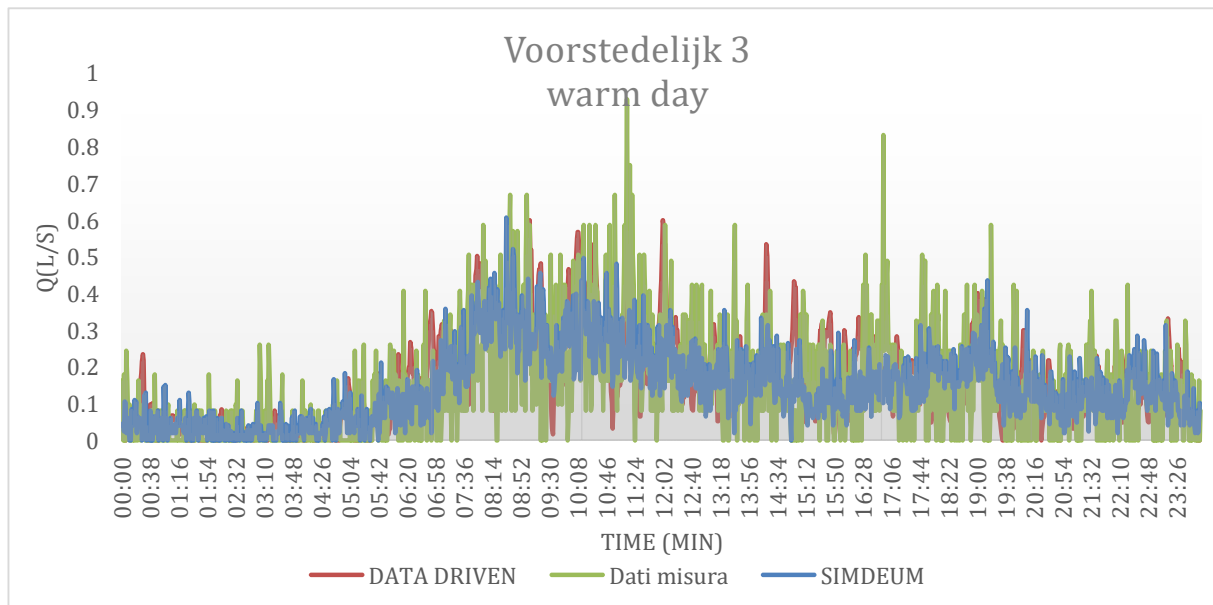


Figure 45. Voorstedelijk 3 warm day

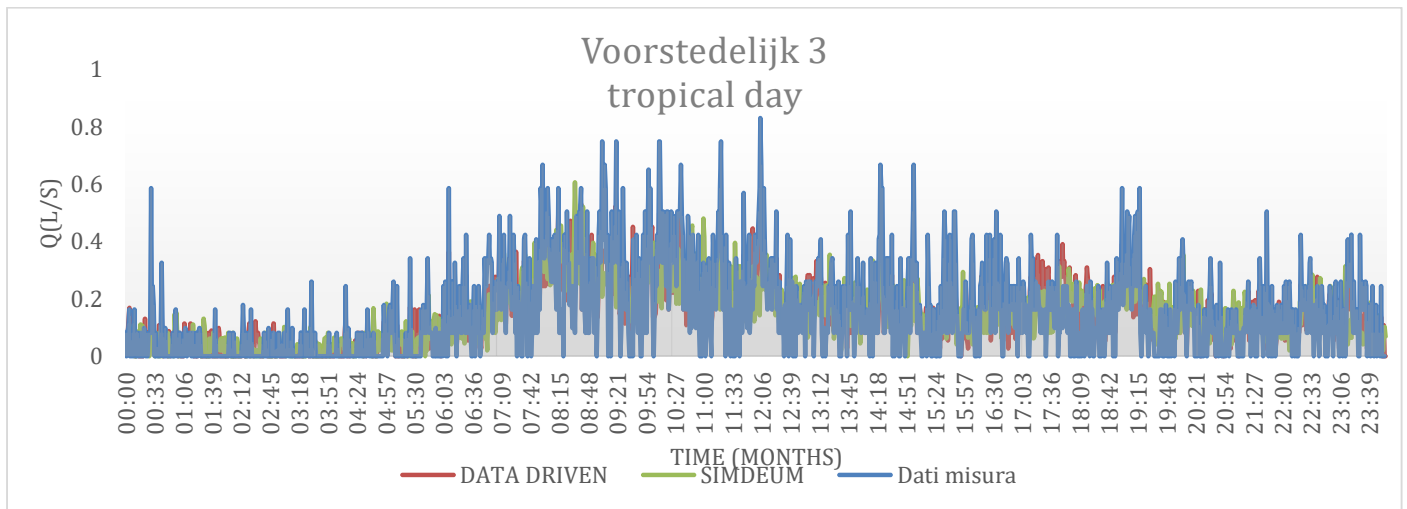


Figure 46. Voorstedelijk 3 tropical day

V.3 LANDELIJK 4

This site is characterized by luxury houses with gardens, there are many families with children and there is a double income.

V.3.1 WEEKAND WITH TROPICALLY CLIMATE Landelijk 4

The original pattern demand with SIMDEUM is:

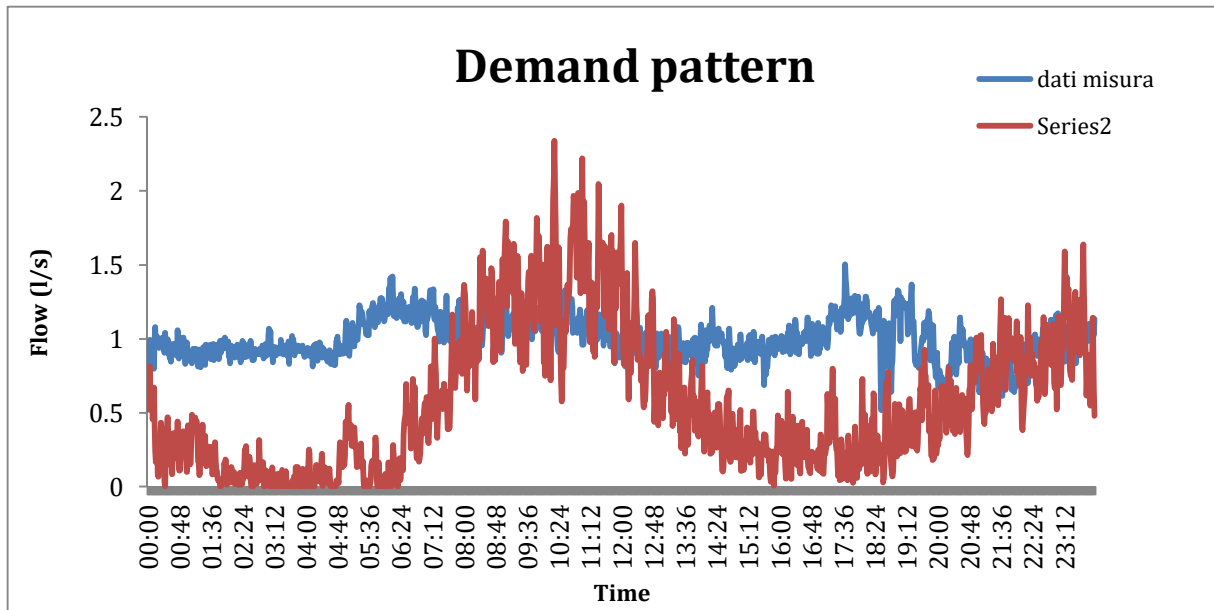


Figure 47. Demand pattern original

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochtend (6-ochtend	late ochtend (9-15)	middag (12- namiddag (15-18)	avond (18- 21)	late avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,85							aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	30							
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,02	0,19	0,21	0,10	0,16	0,22	1,000 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,1							aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,67	1,000 fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,43							aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,05	0,30	0,25	0,17	0,10	1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,25							frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag	4							frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8							fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1022,12							duur is een aanname
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,80	1,000 fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2			0,25	0,5	0,25		1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300							duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok								fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0							fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750							duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok								fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0							fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150							duur is een aanname
auto wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok								fractie per dagdeel
fiets/motor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0							fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor afspoelen	duur	sec per keer	150							duur is een aanname
fiets/motor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok								fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0							fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150							duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok		0	0	0	0	1	0	0
andere buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0							fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
andere buitenkraan	duur	sec per keer	300							duur is een aanname
andere buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok								fractie per dagdeel

Figure 48. Input SIMDEUM original

SIMDEUM 2

As a first attempt, user habits have been changed with regards to shower consumption

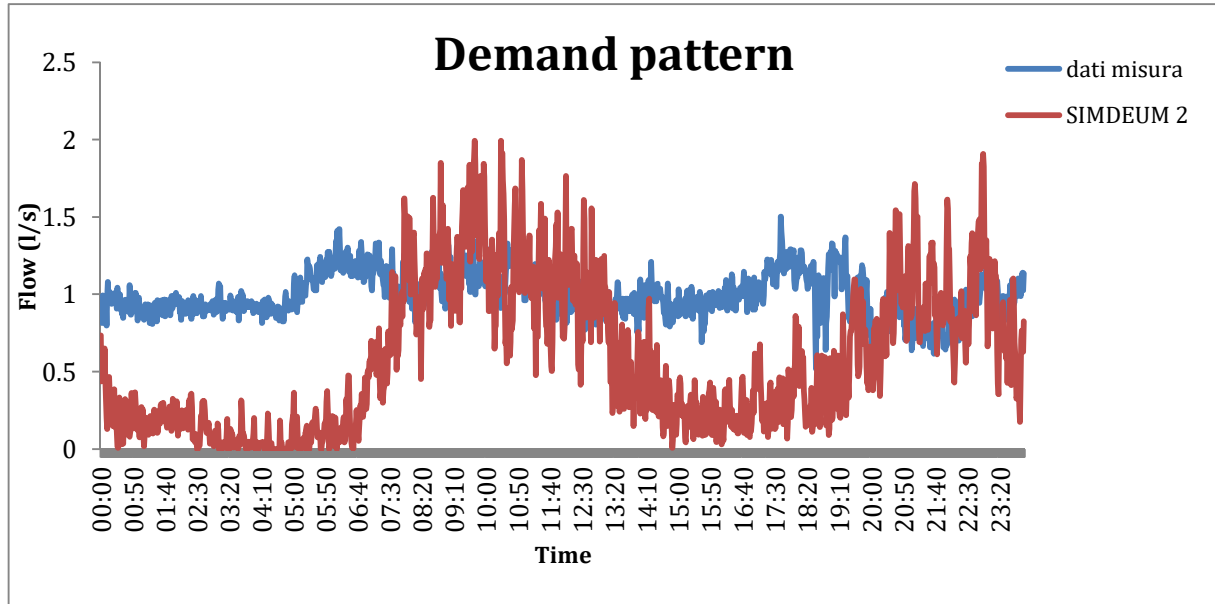


Figure 49.Demand pattern SIMDEUM 2

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht [0-5]	vroege ochtend [6-9]	late ochtend [9-12]	middag [12-15]	namiddag [15-18]	avond [18-21]	late avond [21-24]	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,83								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	10								
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,02	0,20	0,10	0,02	0,00	0,20	0,30 0,840 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,11								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishouden
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,00	0,25	0,15	0,05	0,20	0,20	0,15 1,00 fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,5								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,02	0,20	0,35	0,10	0,10	0,20	0,02 1,00 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,35								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buiten)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / rel. dag	5,6								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	2000								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2	0	0,25		0,5		0,25		fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	900								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fiets/motor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fiets/motor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok		0	0	0	0	1	0	0	fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 50. Input SIMDEUM 2

SIMDEUM

3

Result of the demand patter, increasing the parameters of the shower in the slot between 6:00-9:00 and 21:00-24:00.

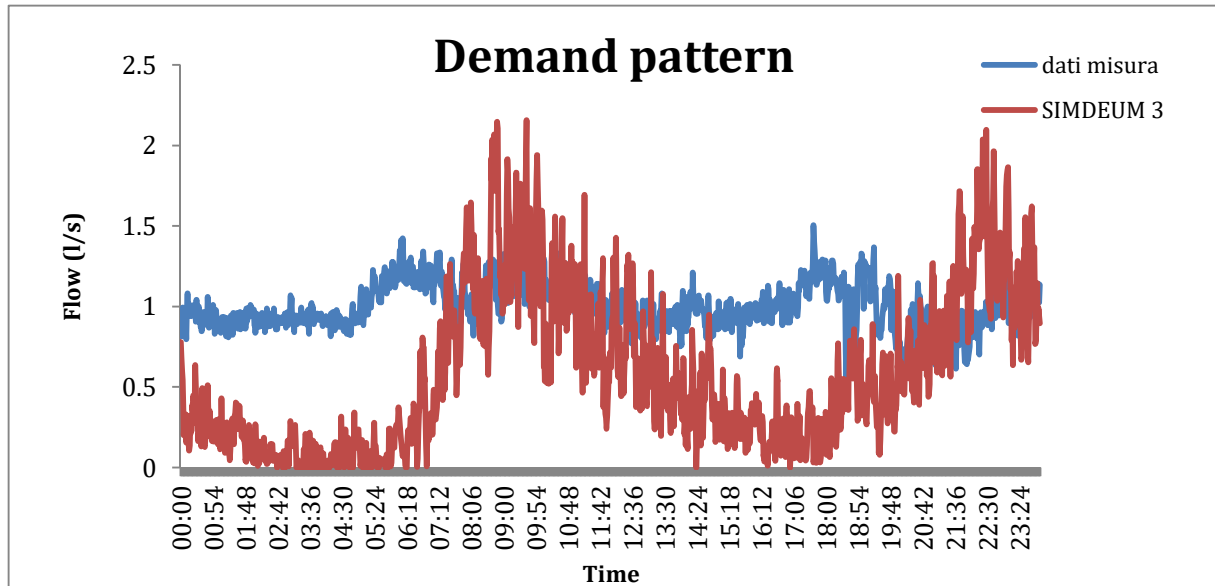


Figure 51. Demand pattern SIMDEUM 3

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroeg ochtend (6-9)	late ochtend (9-12)	middag (12-15)	namiddag (15-18)	avond (18-21)	late avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,83								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgroot
Douche	duur	minuten	10								
Douche	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,02	0,20	0,10	0,02	0,00	0,20	0,30	0,840 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,11								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoude
bad	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,00	0,25	0,15	0,05	0,20	0,20	0,15	1,00 fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,5								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsg
wasmachine	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,02	0,20	0,35	0,10	0,10	0,20	0,02	1,00 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,35								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buite
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / ref. dag	5,6								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkra
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	2000								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2	0	0,25	0,00	0,5	0,00	0,25		fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	900								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fiets/motor afspelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor afspelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fiets/motor afspelen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkeursmoment	per tijdsblok		0	0	0	0	1	0	0	fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 52.Input SIMDEUM 3

SIMDEUM 4

Result obtained by increasing the minutes of the shower, bearing in mind that on average a shower requires a time not less than 15 minutes. This reasoning stems from the fact that user tend to increase the frequency of the shower but with a shorter duration in warmer climates. While when the weather is colder, the showers generally last longer.

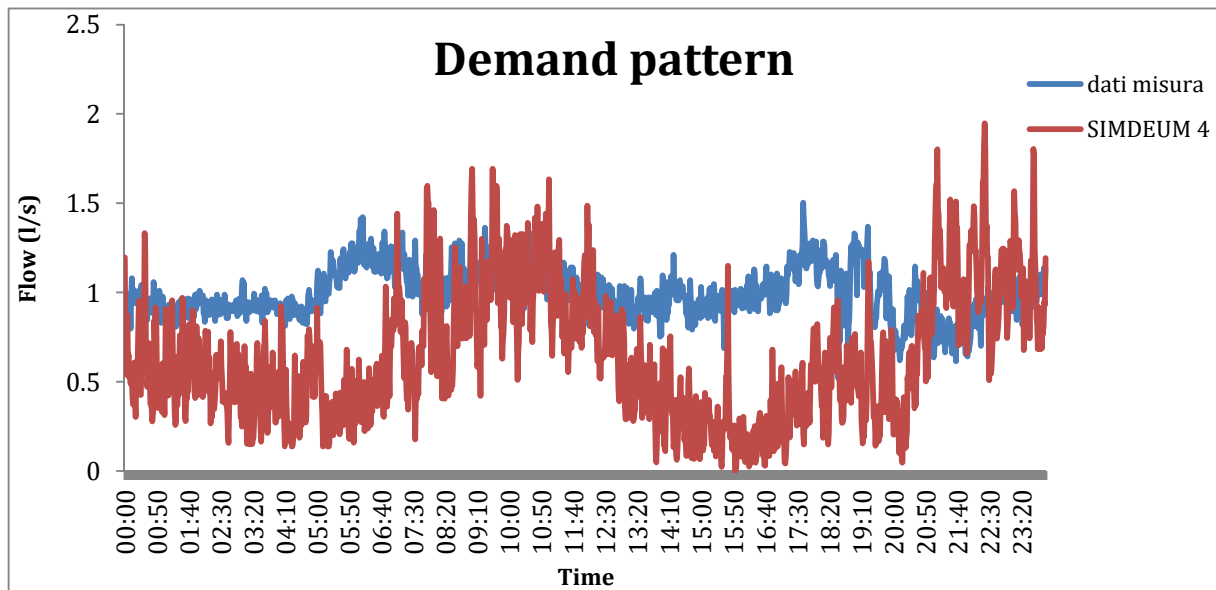


Figure 53. Demand pattern SIMDEUM 4

Figure 54. Input SIMDEUM 4

bad	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,00	0,15	0,15	0,05	0,15	0,35	0,15	1,00	fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,5									aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezins
wasmachine	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,35	0,20	0,03	0,10	0,10	0,02	0,20	1,00	fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,35									frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buite
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / tel. dag	5,6									frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkra
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8									fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	2000									duur is een aanname
tuin sproeien	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00		fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2	0	0,25		0,5		0,25			fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300									duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok										fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0									fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	900									duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok										fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0									fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150									duur is een aanname
auto wassen	voorkeursmoment	per tijdsblok										fractie per dagdeel
fiets/motor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0									fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor afspoelen	duur	sec per keer	150									duur is een aanname
fiets/motor afspoelen	voorkeursmoment	per tijdsblok										fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1									fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150									duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkeursmoment	per tijdsblok		0	0	0	0	1	0	0		fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0									fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300									duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkeursmoment	per tijdsblok										fractie per dagdeel

SIMDEUM 5

To increase the parameters during the night and late afternoon, the consumption of the washing machine and the shower have been increased, keeping in mind that generally during the summer weekend people prefer to go out during the day.

Also considering the location, it was considered a possible use compared to the children's pool in the afternoon.

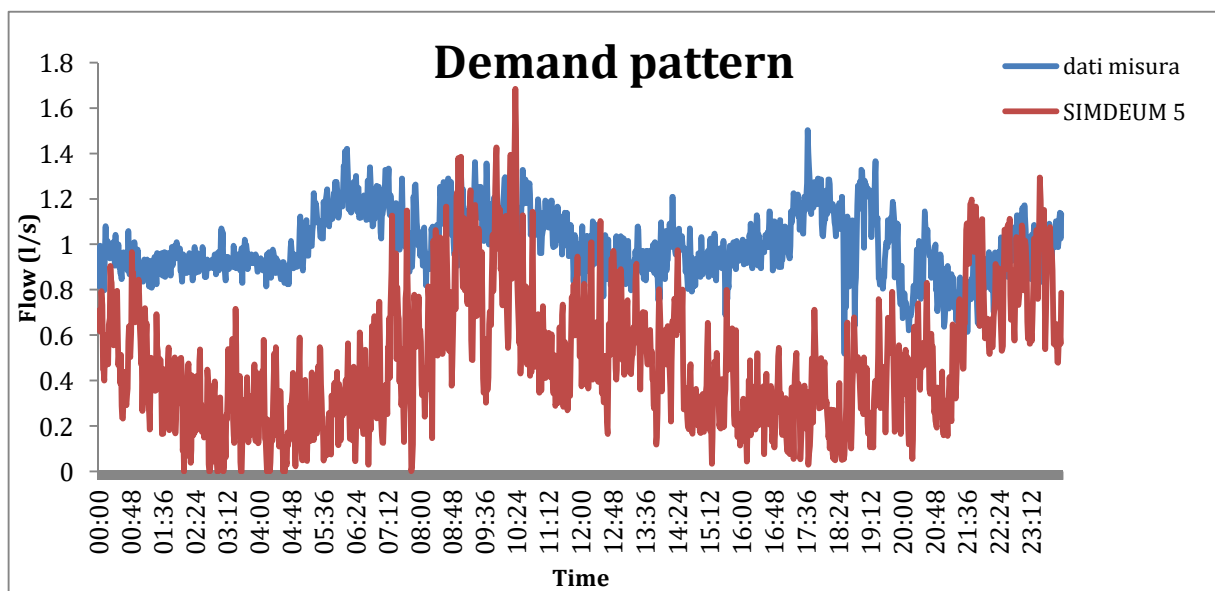


Figure 55. Demand pattern SIMDEUM 5

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochtend (6-9)	late ochtend (9-12)	middag (12-15)	namiddag (15-18)	avond (18-21)	late avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,83								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	15								
Douche	voorkuursmomenten	per tijdsblok		0,15	0,20	0,10	0,10	0,15	0,10	0,20	fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,11								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmomenten	per tijdsblok		0,00	0,15	0,15	0,05	0,25	0,25	0,15	fractie per dagdeel
vasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,5								aantal keer vasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
vasmachine	voorkuursmomenten	per tijdsblok		0,35	0,20	0,03	0,20	0,10	0,02	0,00	fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,35								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / ref. dag	5,6								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tun sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tun sproeien	duur	sec per keer	2000								duur is een aanname
tun sproeien	voorkuursmomenten	per tijdsblok		0,00	0,15	0,00	0,25	0,35	0,25	0,00	fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2	0	0,2		0,1		0,25		fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmomenten	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	300	0	0	0	0	0	0	0	duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto vassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto vassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto vassen	voorkuursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkuursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmomenten	per tijdsblok		0	0	0	0	1	0	0	fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmomenten	per tijdsblok		0	0	0	0	0	0	0	fractie per dagdeel

Figure 56.Input SIMDEUM 5

V.3.2 WERKAND WITH TROPICALLY CLIMATE Landelijk 4

Simdeum original

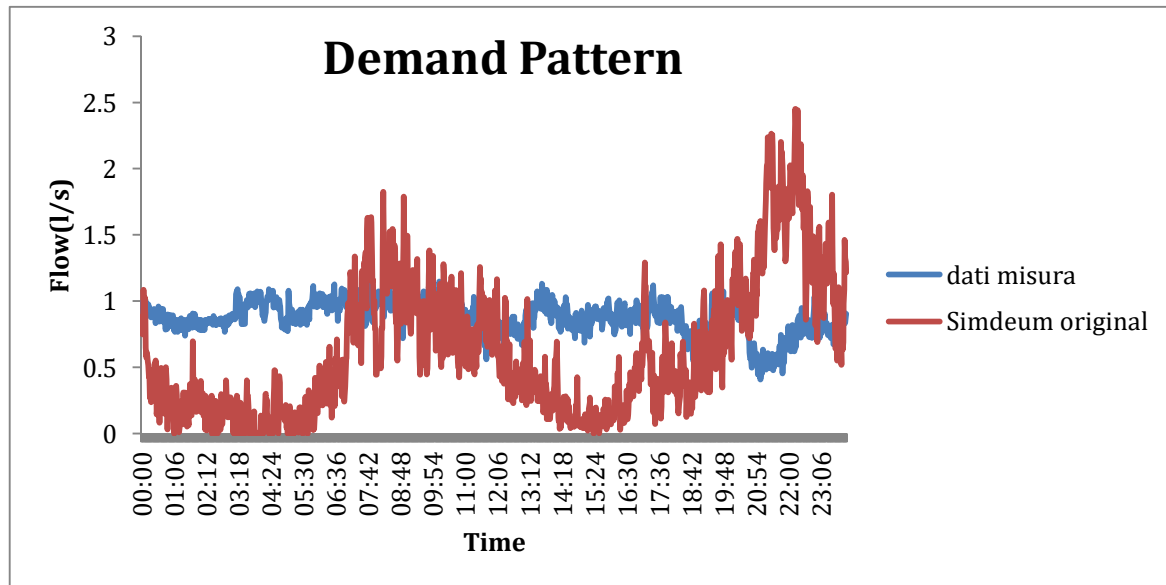


Figure 57.Demand pattern SIMDEUM original

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	ochten d (6-9)	ochten d (9-12)	middag d (12-15)	ag (15- 18)	avond (18-21)	avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,97								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	9,86								
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,03	0,28	0,05	0,04	0,05	0,40	0,15	fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,45								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,10	0,30	0,10	0,00	0,20	0,20	0,10	fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,3								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag	4,8								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,7								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1949,97								duur is afgevoerd gemiddelde obv enquête
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1			0,25	0,5	0,25			fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fiets/motor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fiets/motor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1			0,30	0,00	0,20	0,50	0,00	fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 58. Input SIMDEUM original

SIMDEUM 2

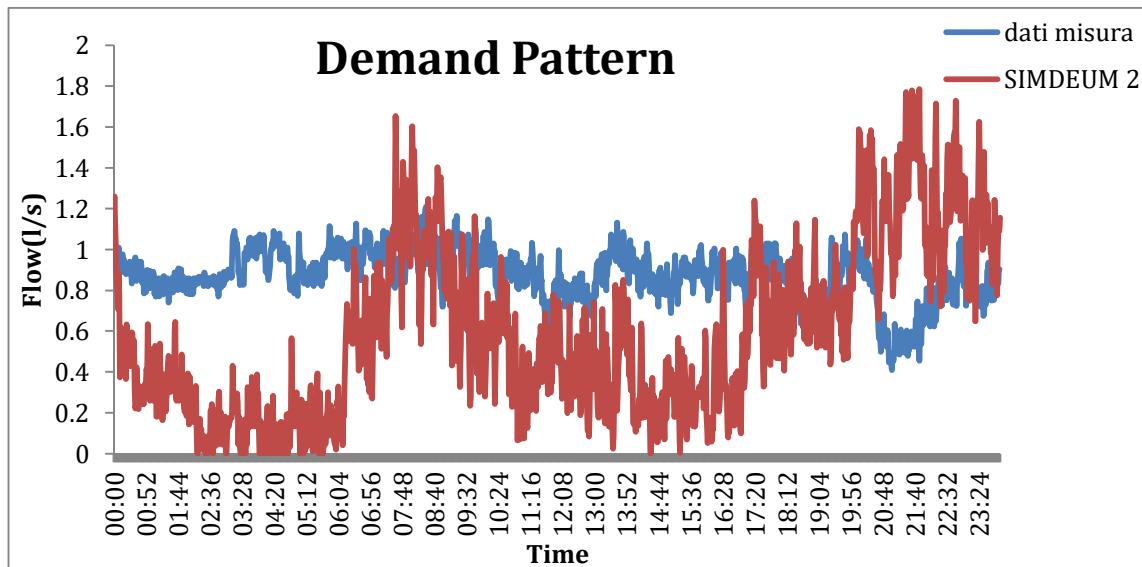


Figure 59. Demand pattern SIMDEUM 2

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	ochten d (6-9)	ochten d (9-12)	middag (12-15)	ag (15- 18)	avond (18-21)	avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,57								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	9,86								
Douche	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,03	0,28	0,05	0,24	0,05	0,20	1,000 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
vasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,45								aantal keer vasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
vasmachine	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,25	0,20	0,10	0,00	0,20	0,20	1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,3								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / r	4,8								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,7								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1945,57								duur is afgevoegen gemiddelde obv enquête
tuin sproeien	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,00	0,30	0,00	0,00	0,90	0,00	1,000 fractie per dagdeel
kindervembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1			0,25	0,5	0,25			1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kindervembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kindervembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot vembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot vembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot vembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,000 fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	350								duur is een aanname
auto wassen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fiets/motor alspoeien	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor alspoeien	duur	sec per keer	350								duur is een aanname
fiets/motor alspoeien	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1		0,00	0,00	0,30	0,00	0,20	0,50	1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	350								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 60. Input SIMDEUM 2

SIMDEUM 5

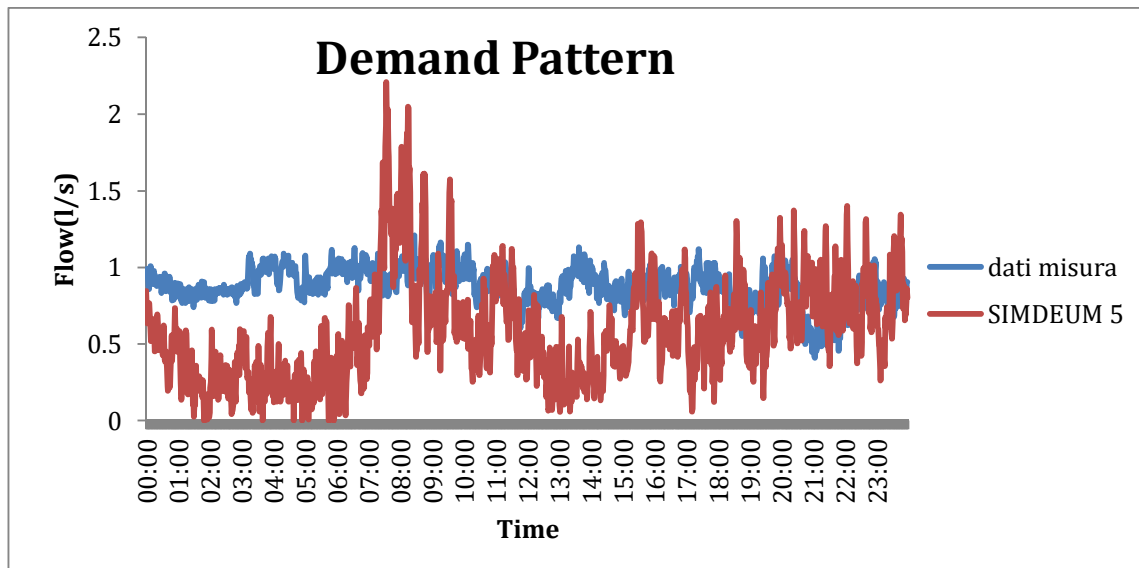


Figure 61. Demand pattern SIMDEUM 5

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-5)	ochtend (6-9)	ochtend (9-12)	middag (12-15)	ag (15- 18)	avond (18-21)	avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,9								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	9,86								
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,10	0,25	0,05	0,24	0,10	0,13	0,970 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
vasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,45								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
vasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,30	0,20	0,05	0,00	0,20	0,05	1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,3								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / x 4,8									frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuint sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,7								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuint sproeien	duur	sec per keer	1949,37								duur is afgevoegen gemiddelde obv enquête
tuint sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,20	0,00	0,50	0,00	1,000 fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1			0,25	0,5	0,25			1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,000 fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1		0,00	0,00	0,30	0,00	0,20	0,50	1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 62. Input SIMDEUM 5

SIMDEUM 7

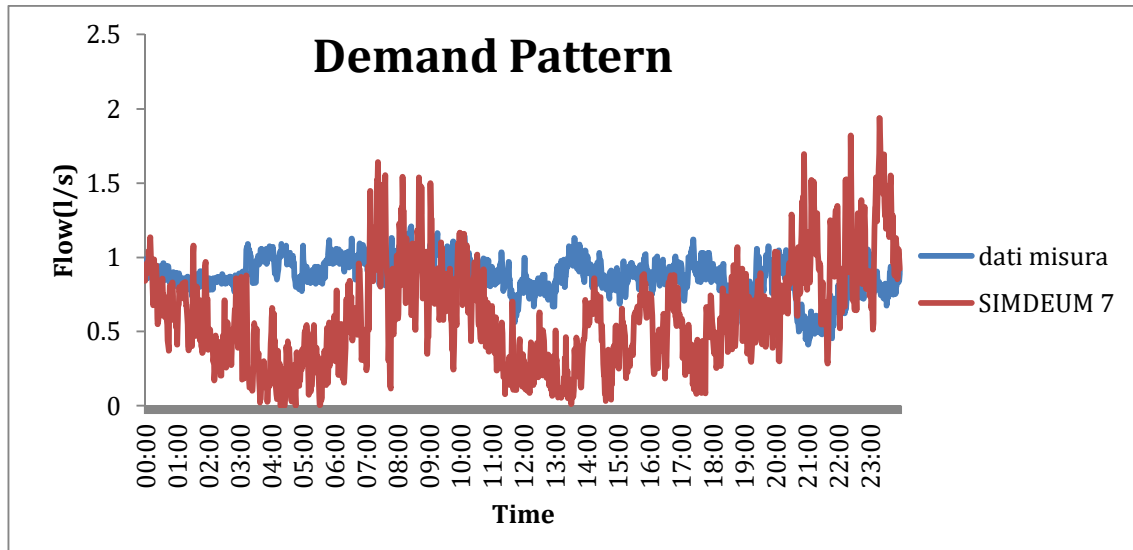


Figure 63.Demand pattern SIMDEUM 7

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	ochtend (6-9)	ochtend (9-12)	middag (12-15)	ag (15- 18)	avond (18-21)	avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,95								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	9,86								
bad	frequentie	per persoon per dag	0	0,13	0,17	0,02	0,15	0,20	0,10	0,23	1,000 fractie per dagdeel
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok									aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
vasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,45								1,000 fractie per dagdeel
vasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,20	0,20	0,05	0,00	0,20	0,20	0,05	aantal keer vasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,3								1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / 4,6									fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,71								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1343,57								duur is afgevoerd gemiddelde obv enquête
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,30	0,00	0,60	0,00	1,000 fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1			0,25	0,5	0,25			1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,1								1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,000 fractie per dagdeel
auto vassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto vassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto vassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,1	0,00	0,00	0,30	0,00	0,20	0,50	0,00	1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
andere buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
andere buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
andere buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 64.Input SIMDEUM 7

V.4 STEDELIJK 2

The town of Stedelijk is characterized by fairly cheap apartments and many workers. In the study, initially the fact that most people prefer to stay at home over the weekend is taken into account.

V.4.1 WEEKAND WITH TROPICALLY CLIMATE Stedelijk 2

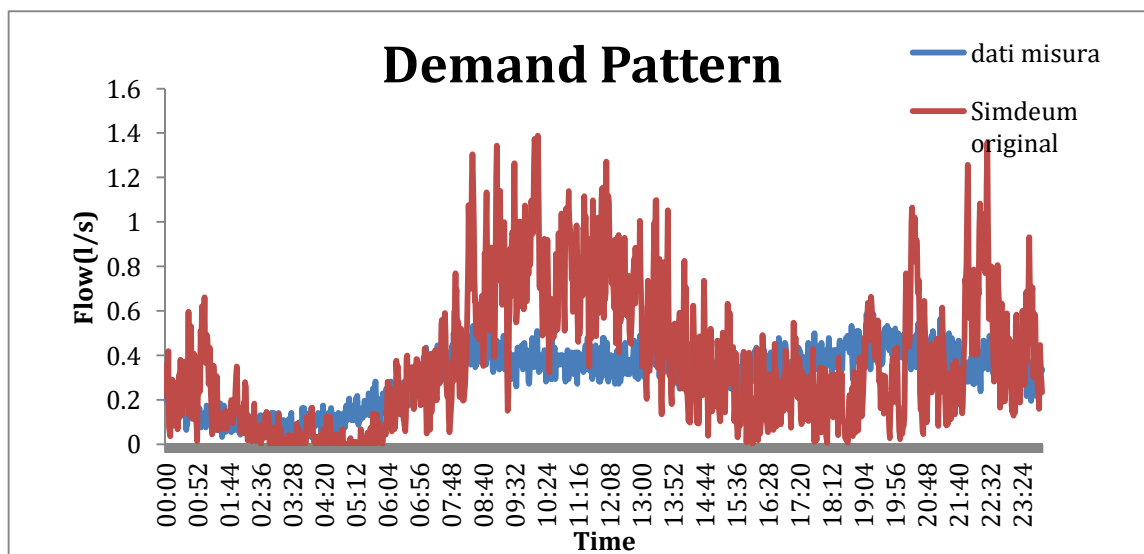


Figure 65.Demand pattern SIMDEUM original

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochten	late ochten	middag (12-15)	namidd ag (15-18)	avond (18-21)	late avond	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,85								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	10								
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,02	0,13	0,21	0,10	0,16	0,22	1,000 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,1								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishouders met bad
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,67	1,000 fractie per dagdeel
vasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,43								aantal keer vasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
vasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,00	0,05	0,30	0,25	0,17	0,10	1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per da	0,25								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag	1,4								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per da	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1022,1								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok			0,00	0,10	0,00	0,00	0,80	0,10	1,000 fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per da	0,2								1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300				0,25	0,25			duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per da	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per da	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fiets/motor afspoelen	frequentie	per huishouden per da	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fiets/motor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fiets/motor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per da	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok			0	0	0	0	1	0	0
andere buitenkraan	frequentie	per huishouden per da	0								fractie per dagdeel
andere buitenkraan	duur	sec per keer	300								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
andere buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									duur is een aanname
											fractie per dagdeel

Figure 66.Input SIMDEUM original

SIMDEUM 2

In the first simulation the habitats respect to water consumption for the shower, the bath and the washing machine have been changed. The parameter of the shower duration has been modified.

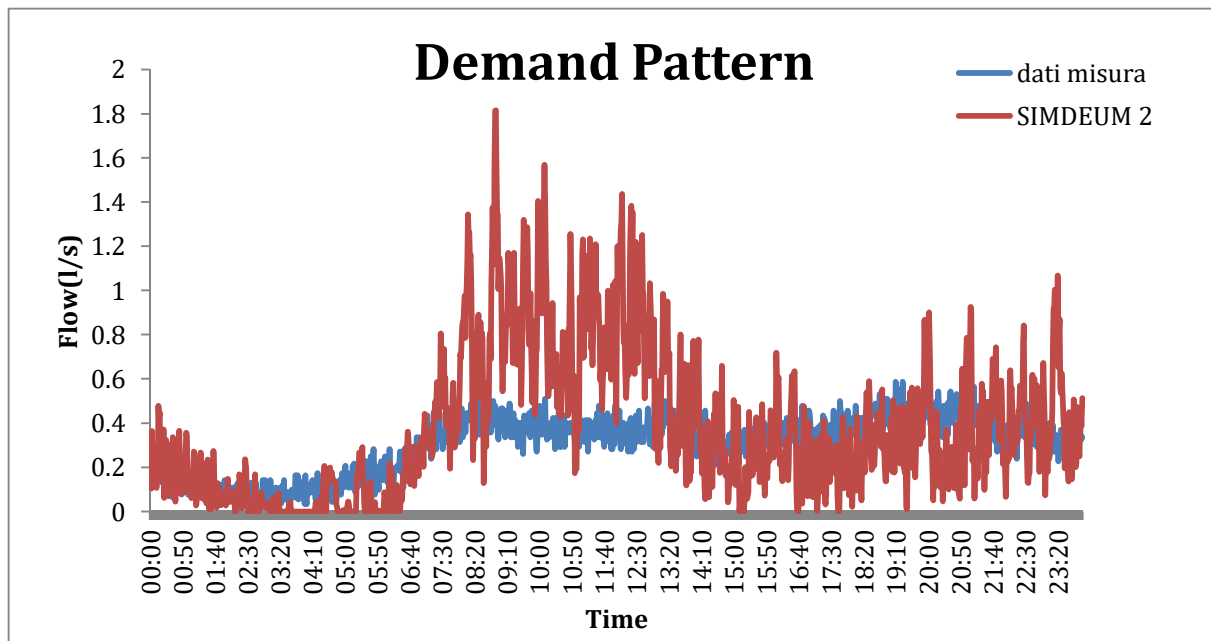


Figure 67. Demand pattern SIMDEUM 3

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochtend (6-9)	late ochtend (9-15)	midag (12-15)	namiddag (15-18)	avond (18-21)	late avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,85								aantal keer douchen gedeeld door
Douche	duur	minuten	9								
Douche	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,02	0,19	0,21	0,10	0,16	0,22	0,10	fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,1								aantal keer bad gedeeld door gezl
bad	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,67	0,00	fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,43								aantal keer wasmachine gedeeld c
wasmachine	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,00	0,03	0,30	0,27	0,17	0,10	0,13	fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,25								fractie buitenkraan (geen infc
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag	4								fractie buitenkraan gedeeld d
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenacti
tuin sproeien	duur	sec per keer	1022,12								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkeursmoment	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,80	0,10	fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2			0,25	0,5	0,25			fractie van totaal aantal buitenacti
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenacti
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenacti
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fiets/motor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenacti
fiets/motor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname

Figure 68.Input SIMDEUM 3

SIMDEUM 4

In the following simulation, the values of water consumption for the shower were lowered in the morning, privileging the late afternoon and the consumption of the washing machine was increased in the late afternoon and in the evening.

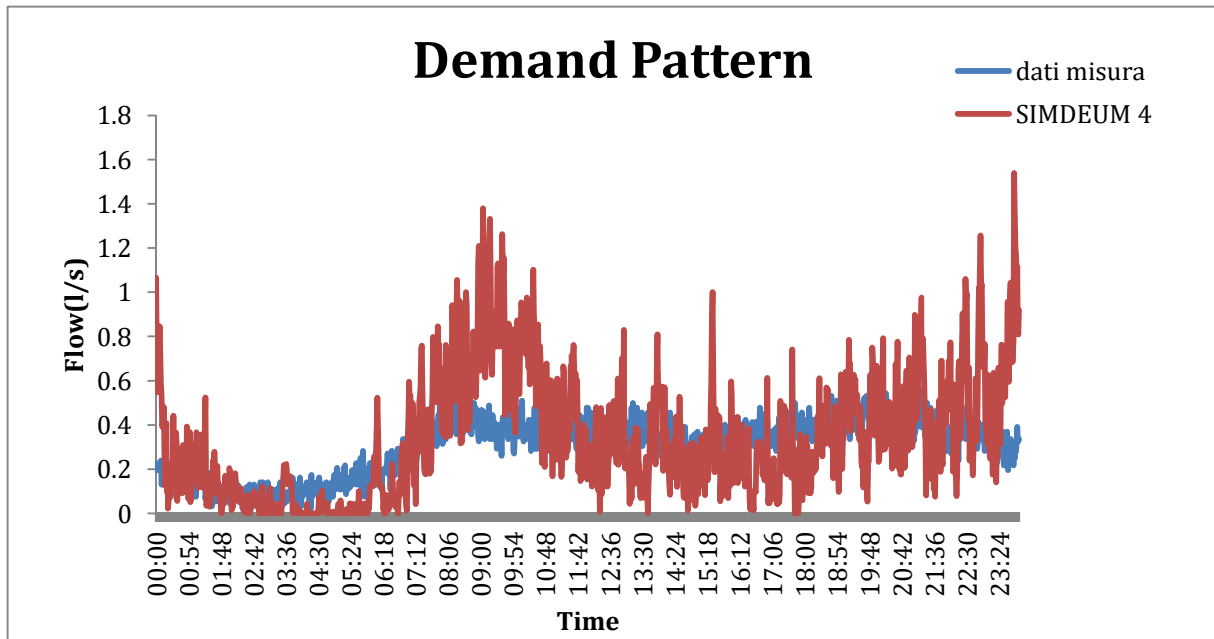


Figure 71. Demand pattern SIMDEUM 4

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochtend	late ochtend	mid ag	namid dag (15-18)	avond (18-21)	late avond	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,85								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	9								
Douche	voorkuursmome	per tijdsblok		0,01	0,19	0,00	0,10	0,26	0,32	0,12	1,000 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,1								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmome	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00	1,000 fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,43								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmome	per tijdsblok		0,00	0,03	0,00	0,27	0,17	0,40	0,13	1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,25								fractie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / ref. dag	4								fractie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1022								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkuursmome	per tijdsblok		0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,80	0,10	1,000 fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2								1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300				0	0,5	0,5		duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmome	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmome	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto vassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto vassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto vassen	voorkuursmome	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkuursmome	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmome	per tijdsblok									fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0		0	0	0	0	1	0	fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmome	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 72. Input SIMDEUM 4

SIMDEUM 5

From the result of the previous simulation it emerged that even changing the peremptory values slightly, the simdeum responded incorrectly, for this reason, considering the location characterized by relatively economic, external water consumption was not considered.

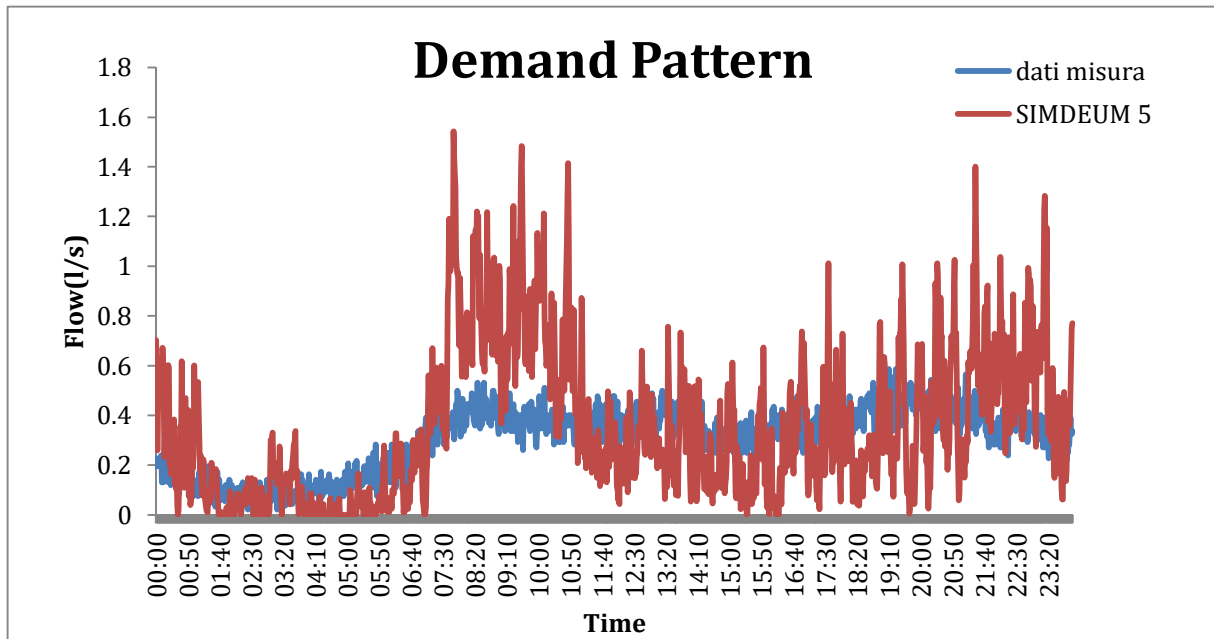


Figure 73. Demand pattern SIMDEUM 7

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroeg ochtend	late ochtend	midd ag	namidd ag (15-18)	avond (18-21)	late avond	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,05								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	9								
Douche	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,01	0,19	0,00	0,10	0,26	0,32	1,000 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,1								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	1,000 fractie per dagdeel
vasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,43								aantal keer vasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
vasmachine	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,00	0,03	0,00	0,27	0,17	0,40	1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,25								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / ref. dag	4								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,8								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1022								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkeursmoment	per tijdsblok			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000 fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto vassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto vassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto vassen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/amen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/amen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/amen schoonmaken	voorkeursmoment	per tijdsblok			0	0	0	0	1	0	fractie per dagdeel
andere buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
andere buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
andere buitenkraan	voorkeursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 74. Input SIMDEUM 7

V.4.2 WERKAND WITH TROPICALLY CLIMATE Stedelijk 2

SIMDEUM original

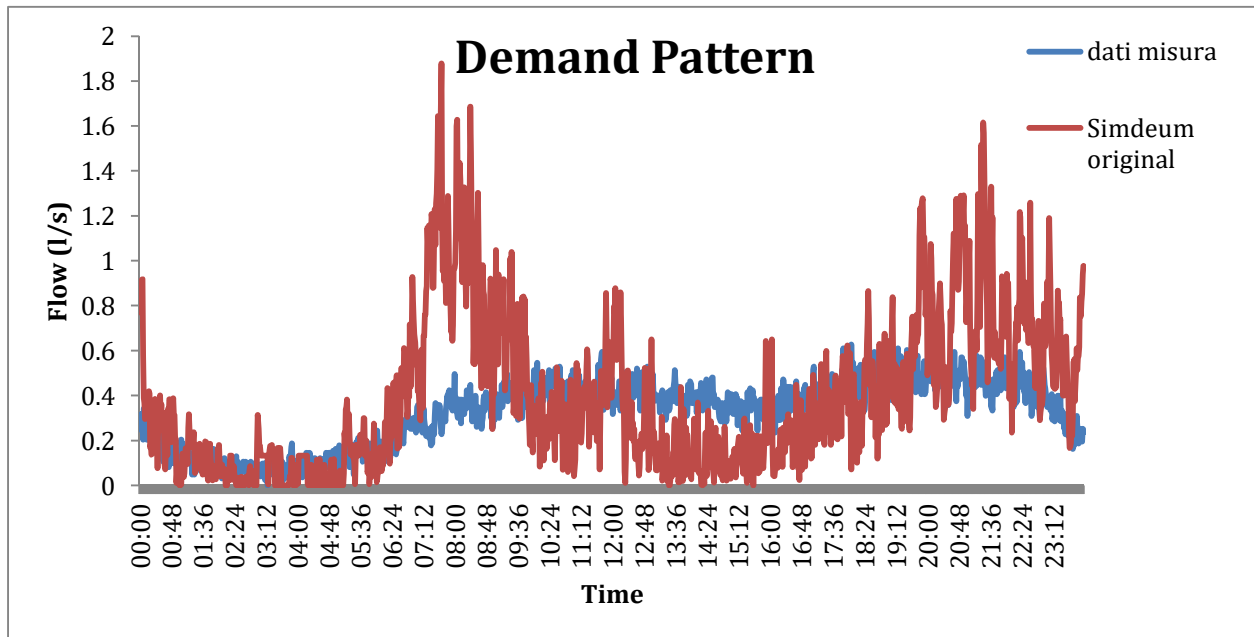


Figure 75.Demand pattern SIMDEUM original

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	ochtend (6-9)	ochtend (9-12)	middag (12-15)	ag (15- 18)	avond (18-21)	avond (21-24)	toelichting
Deutsche	frequentie	per persoon per dag	0,92								santal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douches	duur	minuten	5,0								
Douches	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,03	0,40	0,06	0,00	0,00	0,39	0,10	fractie per dsgeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0								santal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dsgeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,33								santal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,03	0,30	0,10	0,00	0,24	0,23	0,10	fractie per dsgeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,2								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag	3,2								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tein sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,75								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tein sproeien	duur	sec per keer	333,38								duur is afgewogen gemiddelde obv enquête
tein sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,51	0,23	fractie per dsgeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dsgeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,125								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	fractie per dsgeel
sato wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
sato wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
sato wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dsgeel
fietsof motor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsof motor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsof motor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dsgeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dsgeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dsgeel

Figure 76.Input SIMDEUM original

SIMDEUM 2

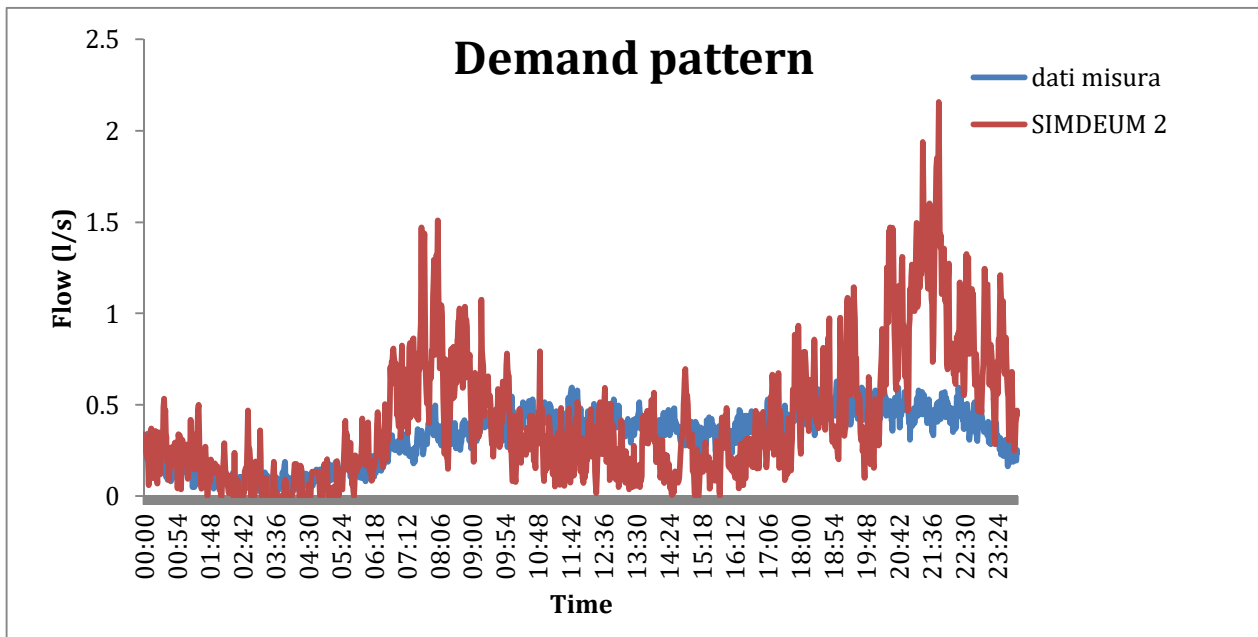


Figure 77.Demand pattern SIMDEUM 2

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochtend	late ochtend	middag (12-15)	namiddag (15-18)	avond (18-21)	late avond	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,32								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	8								
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,03	0,20	0,08	0,15	0,10	0,39	0,05	1,000 fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok									1,000 fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,33		0,03	0,30	0,10	0,00	0,24	0,23	aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok									1,000 fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,2								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / n	3,2								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,75								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1000								duur is afgevoegd gemiddelde obv enquête
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,50	0,30	1,000 fractie per dagdeel
kinderzwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzwembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,125								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,000 fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegelsramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,000 fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegelsramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegelsramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 78.Input SIMDEUM 2

SIMDEUM 3

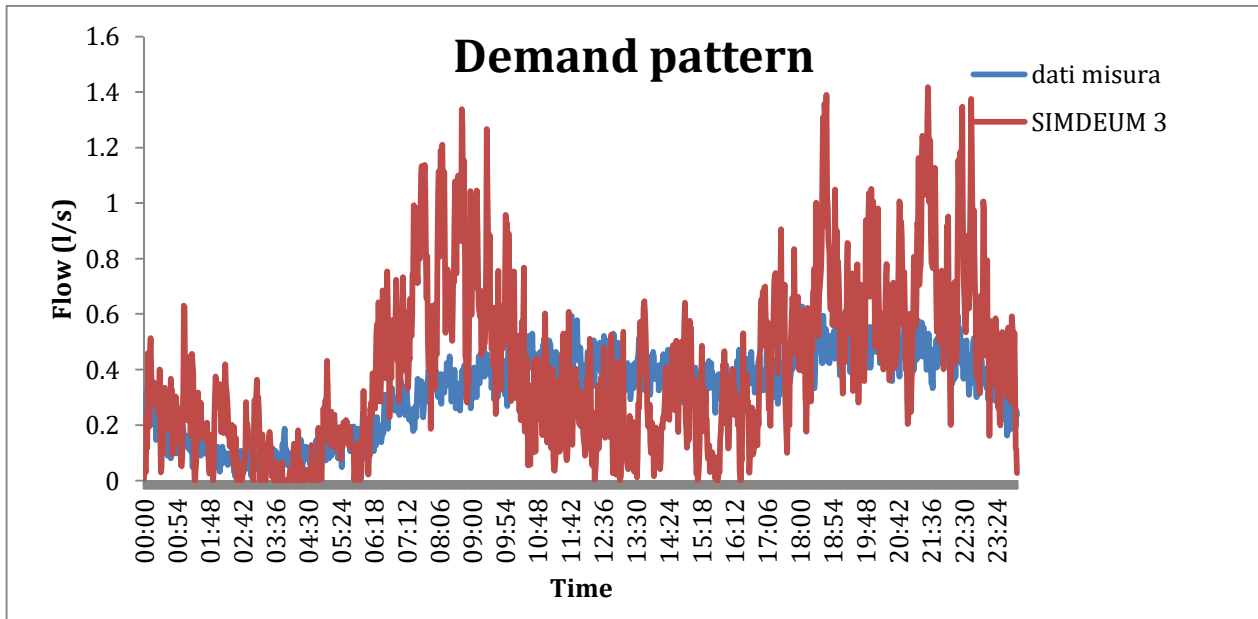


Figure 79.Demand pattern SIMDEUM 3

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroeg ochtend (6-9)	late ochtend (9-12)	middag (12-15)	namiddag (15-18)	avond (18-21)	late avond (21-24)	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,32								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	8								
Douche	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,05	0,15	0,05	0,15	0,25	0,30	0,05	fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,33								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	0,26	0,10	fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,2								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag / ref. dag	3,2								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,75								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1000								duur is afgevoerd gemiddelde obv enquête
tuin sproeien	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,50	0,30	fractie per dagdeel
kindervembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kindervembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kindervembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zwembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,125								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zwembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zwembad vullen	voorkuursmoment	per tijdsblok		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	fractie per dagdeel
auto vassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto vassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto vassen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaken	frequentie	per huishouden per dag	0,125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaken	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaken	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel
anders buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
anders buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
anders buitenkraan	voorkuursmoment	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 80.Input SIMDEUM 3

■ VOORSTEDELIJK 2

This area is characterized mainly by luxury houses, with a garden in which families with children generally live. These are luxury homes with double family income.

As the original input file for SIMDEUM , the same file was taken from the Landelijk location because it is a place with a very similar living standards and habitats.

➤ WEEKAND WITH TROPICALLY CLIMATE

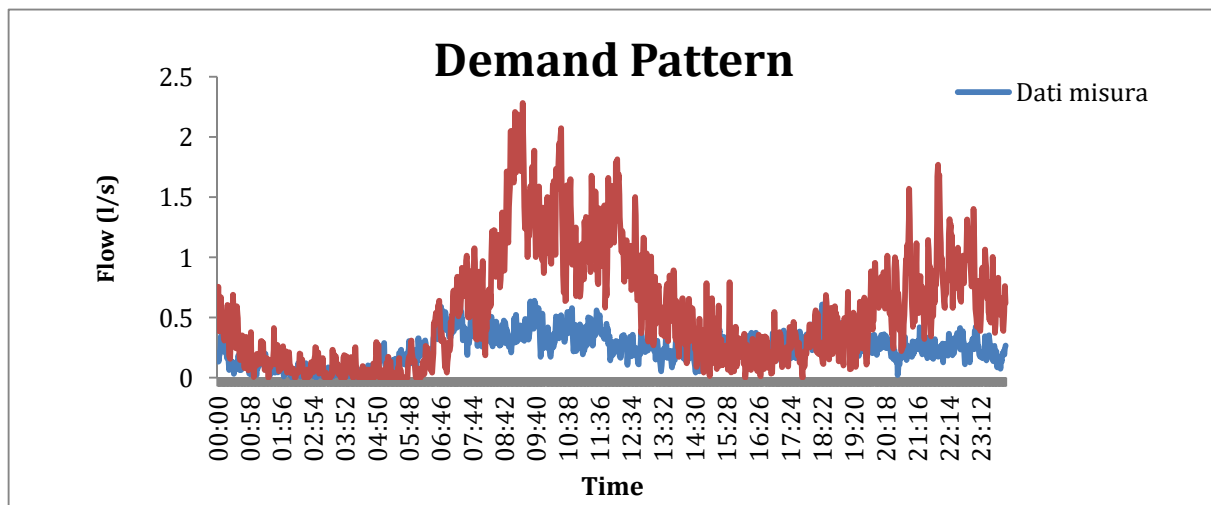


Figure 81. Demand pattern SIMDEUM original

verbruik	aspect	eenheden	info	nacht (0-6)	vroege ochtend	late ochtend	midag (12-15)	namidd ag (15-18)	avond (18-21)	late avond	toelichting
Douche	frequentie	per persoon per dag	0,83								aantal keer douchen gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
Douche	duur	minuten	3,86								
Douche	voorkeursmomenten	per tijdsblok			0,02	0,22	0,30	0,04	0,13	0,20	fractie per dagdeel
bad	frequentie	per persoon per dag	0,11								aantal keer bad gedeeld door gezinsgrootte van huishoudens met bad
bad	voorkeursmomenten	per tijdsblok			0,00	0,14	0,15	0,08	0,10	0,36	fractie per dagdeel
wasmachine	frequentie	per persoon per dag	0,44								aantal keer wasmachine gedeeld door gemiddelde gezinsgrootte
wasmachine	voorkeursmomenten	per tijdsblok			0,02	0,20	0,35	0,10	0,10	0,20	fractie per dagdeel
buitenkraan (totaal)	frequentie	per huishouden per dag	0,35								frequentie buitenkraan (geen info over aanwezigheid buitenkraan)
buitenkraan (totaal)	factor	per huishouden per dag	5,5								frequentie buitenkraan gedeeld door frequentie buitenkraan van referentiedag
tuin sproeien	frequentie	per huishouden per dag	0,9								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tuin sproeien	duur	sec per keer	1368,53								duur is een aanname
tuin sproeien	voorkeursmomenten	per tijdsblok			0,00	0,10	0,00	0,00	0,90	0,00	fractie per dagdeel
kinderzembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0,2				0,25	0,5	0,25		fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
kinderzembad vullen	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
kinderzembad vullen	voorkeursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
groot zembad vullen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
groot zembad vullen	duur	sec per keer	750								duur is een aanname
groot zembad vullen	voorkeursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
auto wassen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
auto wassen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
auto wassen	voorkeursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
fietsmotor afspoelen	frequentie	per huishouden per dag	0								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
fietsmotor afspoelen	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
fietsmotor afspoelen	voorkeursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
tegels/ramen schoonmaker	frequentie	per huishouden per dag	0,1								fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
tegels/ramen schoonmaker	duur	sec per keer	150								duur is een aanname
tegels/ramen schoonmaker	voorkeursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel
andere buitenkraan	frequentie	per huishouden per dag	0		0	0	0	0	1	0	fractie van totaal aantal buitenactiviteiten
andere buitenkraan	duur	sec per keer	300								duur is een aanname
andere buitenkraan	voorkeursmomenten	per tijdsblok									fractie per dagdeel

Figure 82. Input SIMDEUM original

CAPITOLO VI. CONCLUSION

Based on the measurements made on the analyzed locations, the seasonal and demographic influence was studied. The study showed that the total daily consumption varies according to the temperature (ice, cool, cold, warm, summer, tropical) and the type of day (weekend and workday). These are different for the different areas analyzed: Landelijk, Stedelijk and Voorstedelijk which represent rural, urban and suburban areas respectively. To understand which factors are closely related to seasonal influences, surveys were conducted. The surveys analyzed the presence of people in homes and the respective changes in end uses (for example for the shower, frequency, duration and time of day).

The SIMDEUM is a model used in order to interpret the water request from the users. In SIMDEUM, consumer cluster relating to temperature and type of day are used, bearing in mind the area considered (type of home, house or apartment, with garden or without garden) and the type of people who are in homes (families with many children, elderly, workers, etc). However, from the simulations it emerged that the SIMDEUM manages very well to interpret the water demand by users, with a very small error. For the so-called tropical days, the SIMDEUM instead has major errors. This is because for tropical days, which have atypical temperatures in the Netherlands, the measurement data are not many.

Climate change on water consumption is a topic of particular interest in the literature, mostly under the threat of current and future changes in the climate. This study used household characteristics, consumption and weather data from nine locations in the Netherlands to investigate the differences found for different periods and for different consumers.

BIBLIOGRAPHY

CBS. (sd). Opgehaald van <http://www.cbsinuwbuurt.nl/#pageLocation=index>.

Di Nardo, A., Giudicianni, C., Greco, R., Herrera, M., Santonastaso, G. F., & Scala, A. (2018). Sensor placement in water distribution networks based on spectral algorithms. *13th International Conference on Hydroinformatics*.

Gargano. (2016). *Overall Pulse model*.

Marques, J., & Cunha, M. (2018). Multi-objective simulated annealing algorithm for the design of water distribution networks. *13th International Conference on Hydroinformatics*.

Peak residential water demand. (sd).

Perelman, L., & Ostfeld, A. (2012). Extreme Impact Contamination Events Sampling for Real-Sized Water Distribution Systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 138, 581-585.

Perelman, L., Arad, J., Housh, M., & Ostfeld, A. (2012). Event Detection in Water Distribution Systems from Multivariate Water Quality Time Series.

Environmental Science & Technology, 46, 8212-8219.

Wells, B. a. (1996).

Poisson rectangular pulse(PRP) Box, G. E. P., and Jenkins, G. M. _1976_. *Time series analysis: Forecasting and control*, Holden-Day, San Francisco.

Bruce, J. P., and Clark, R. H. _1966_.

Introduction to hydrometeorology, Pergamon, Oxford, U.K.

Campbell, M. J. and Machin, D. _1999_. "Medical statistics: A commonsense approach." *The p-value (level of significance)*, [http:// hsc.uwe.ac.uk/dataanalysis/quant_iss_pval.htm](http://hsc.uwe.ac.uk/dataanalysis/quant_iss_pval.htm) _Jul. 25, 2005_.

Devore, J. L. _1990_. "Tests of hypotheses based on a single sample." *Probability and statistics for engineering and the sciences*, 3rd Ed., Duxbury Press, Wadsworth, Inc., Belmont, Calif., 313–317. Gato, S., Jayasuriya, N., and Hadgraft, R. _2003_.

"A simple time series approach to modelling urban water demand." *28th Int. Hydrology and Water Resources Symp.*, Institution of Engineers, Australia.

APPENDIX

For each location the demand pattern has been compared for every kind of weather to understand how the water demand changes according to temperature.

- COMPARISON OF DEMAND PATTERNS FOR DIFFERENT CLIMATES FOR WEEKDAYS

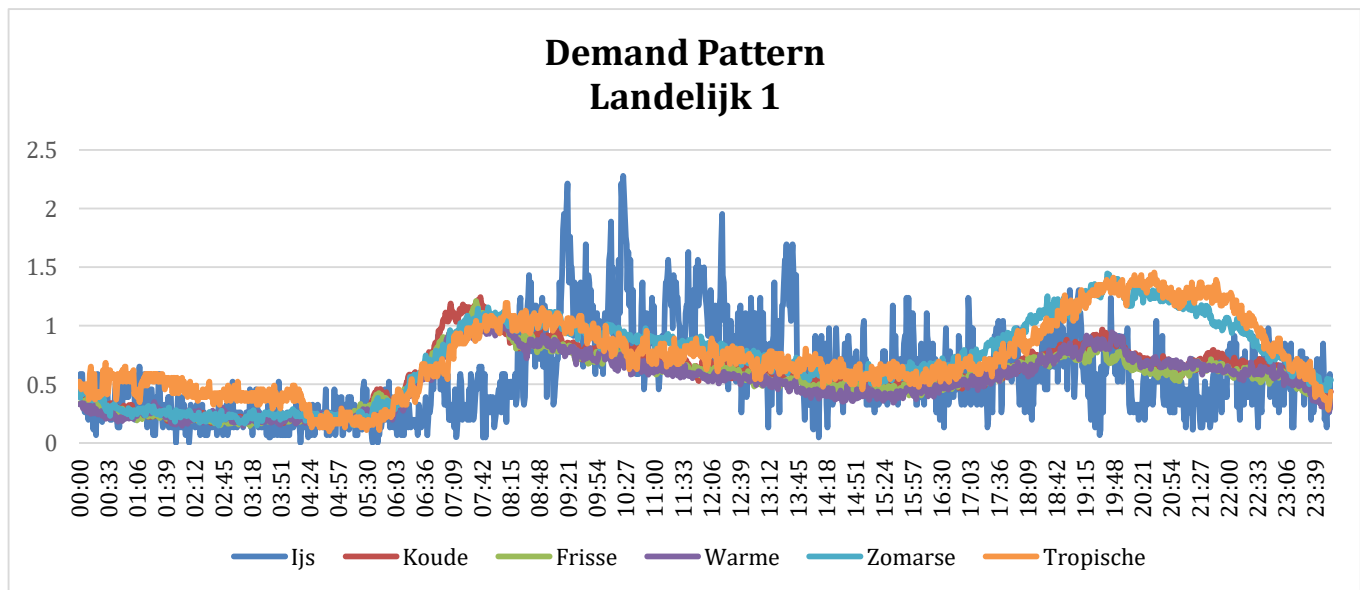


Figure 83. Demand Pattern landelijk 1

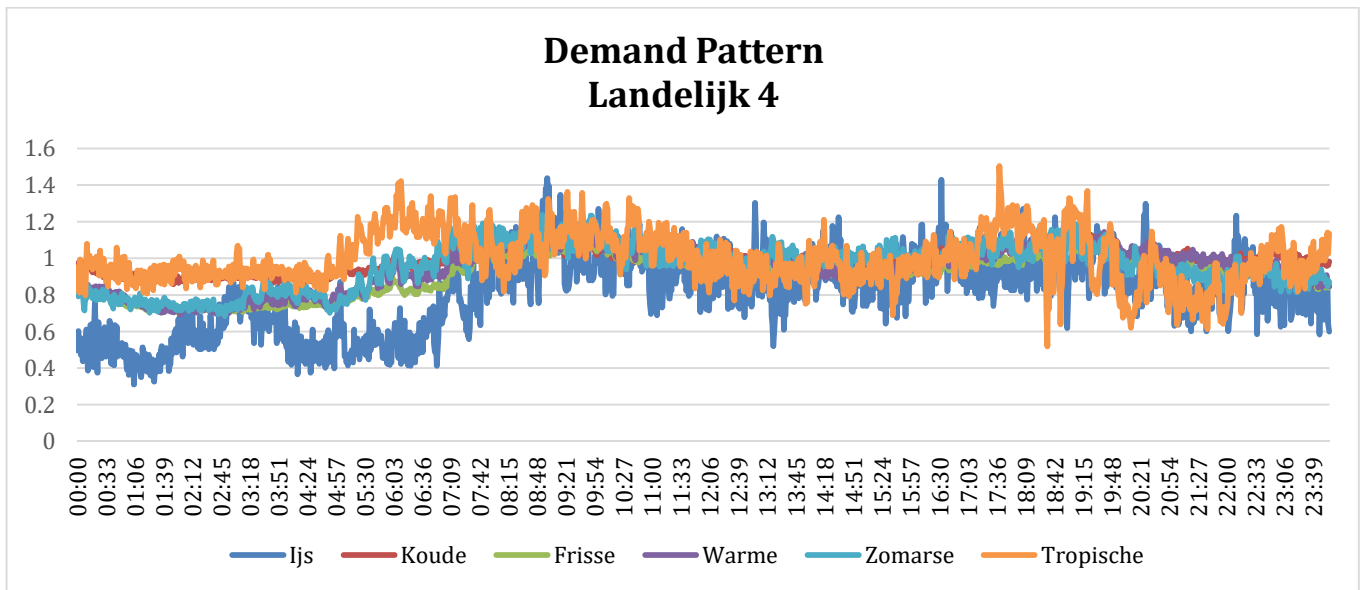


Figure 84.Demand Pattern landelijk 4

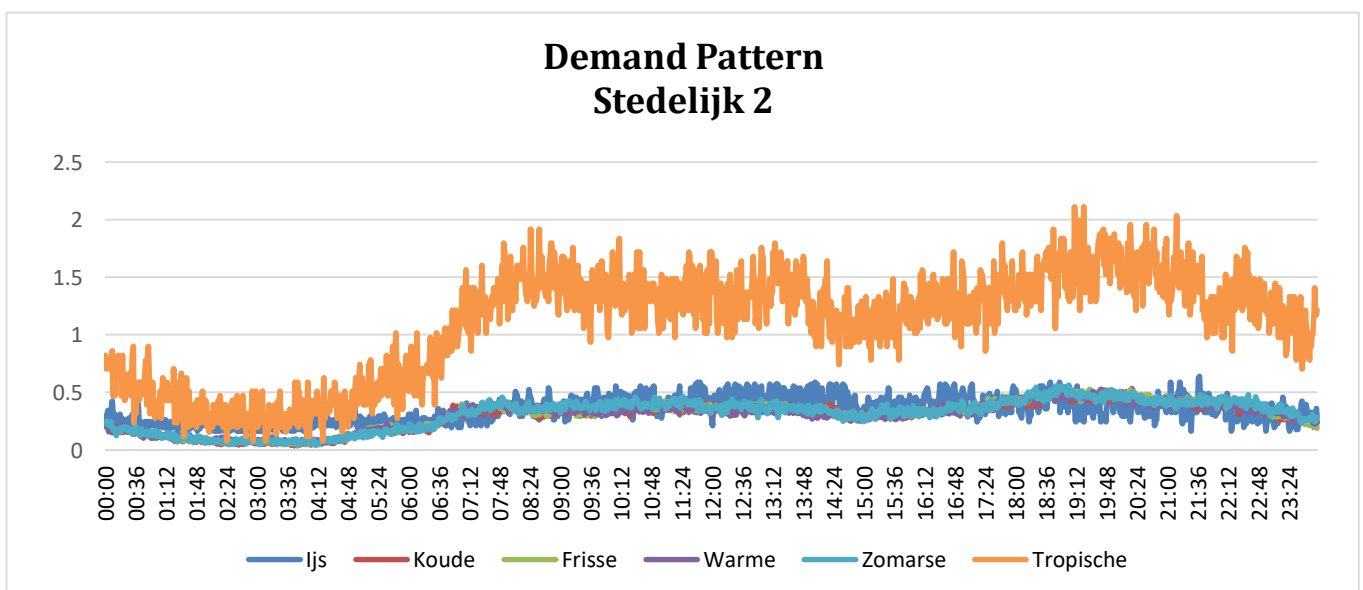


Figure 85.Demand Pattern stedelijk 2

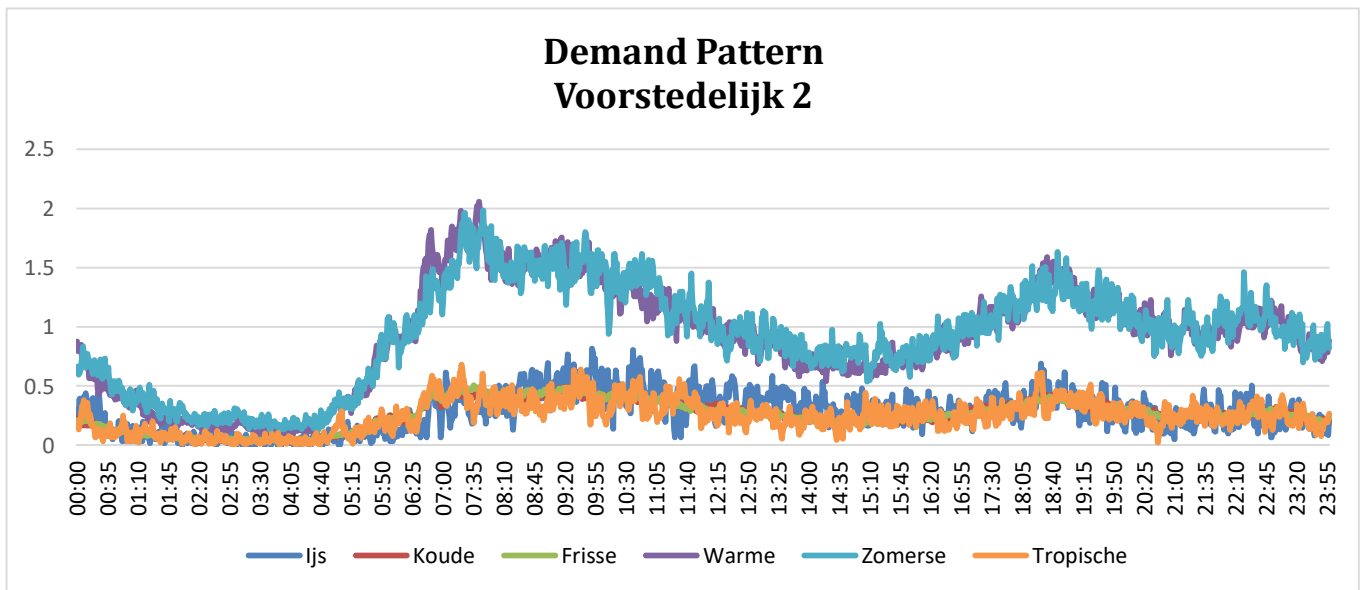


Figure 86.Demand Pattern voorstedelijk 2

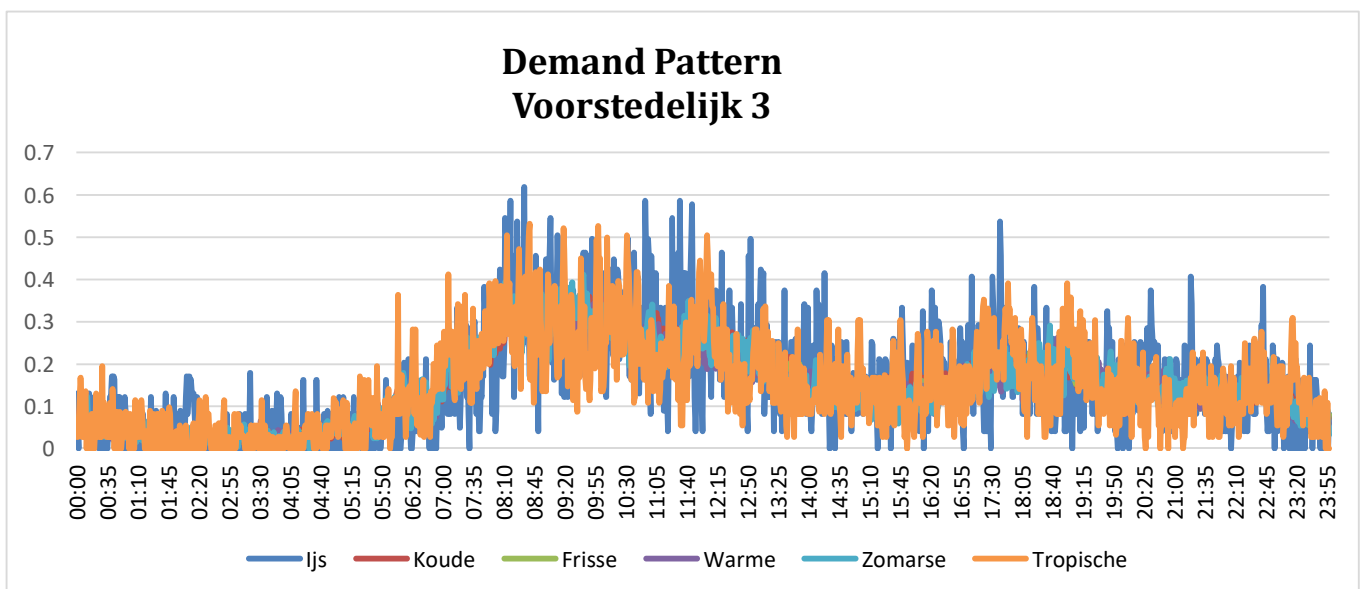


Figure 87.Demand Pattern voorstedelijk 3

- COMPARISON OF DEMAND PATTERNS FOR DIFFERENT CLIMATES FOR WORKDAYS

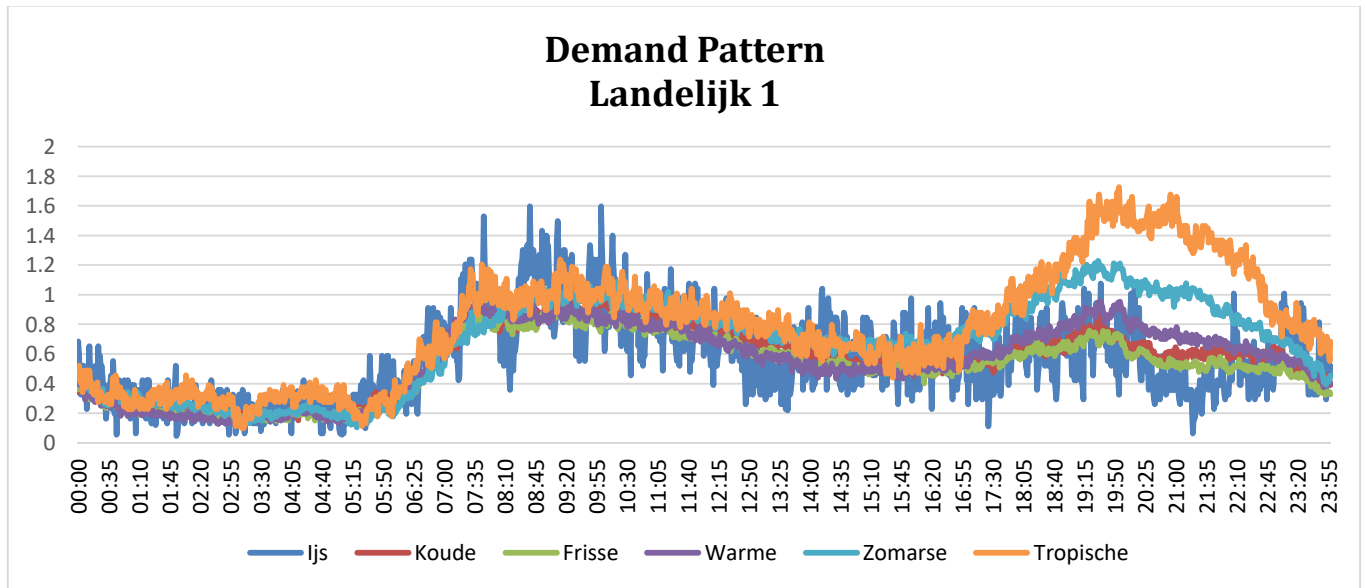


Figure 88. Demand Pattern landelijk 1 work day

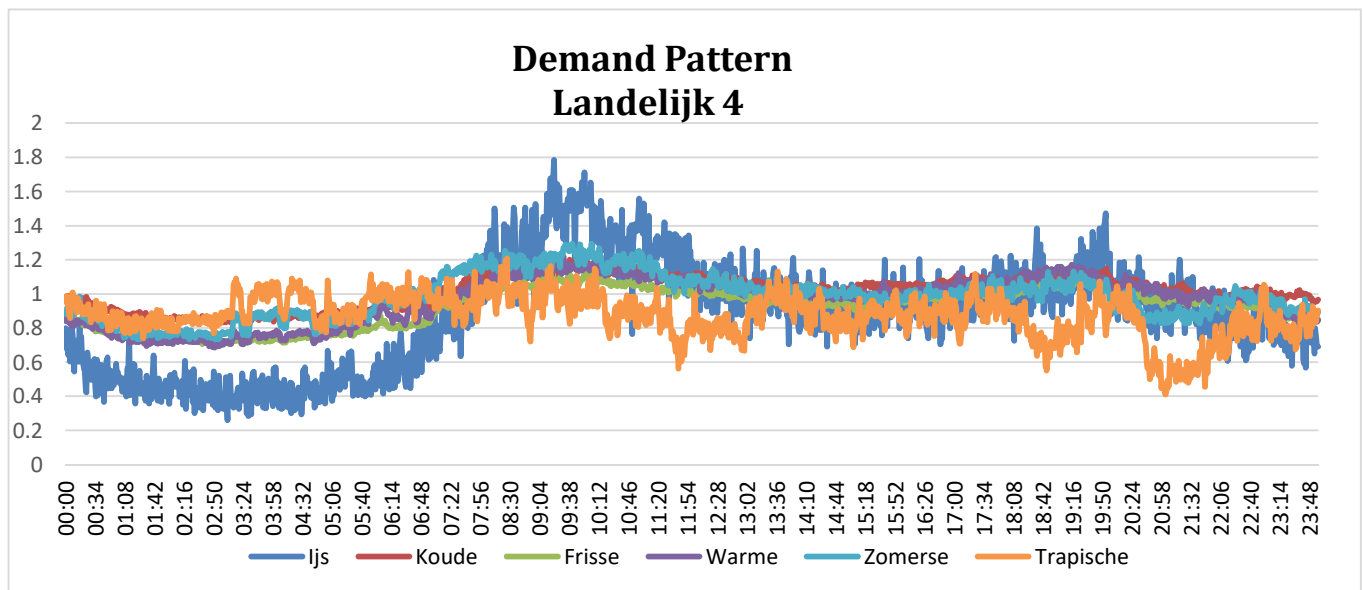


Figure 89.Demand Pattern landelijk 4 work day

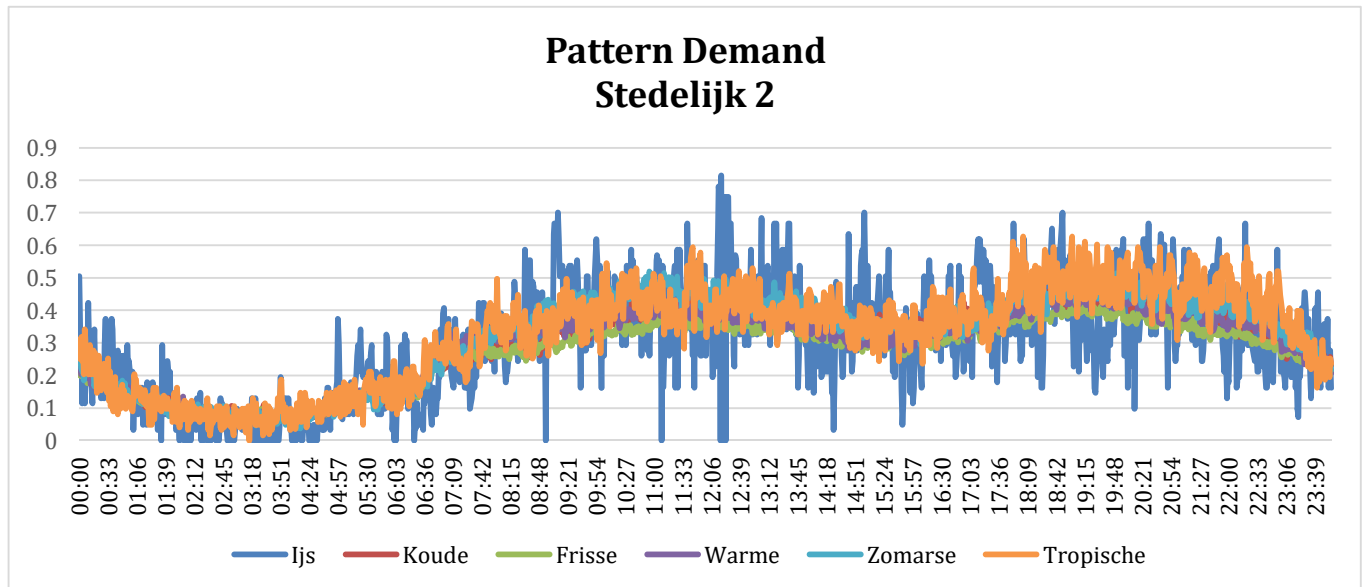


Figure 90.Demand Pattern stedelijk 2 work day

Ringraziamenti

Grazie, mamma e papà, per aver sempre creduto in me. Per avermi permesso di fare esperienze indimenticabili, per darmi sempre la forza necessaria ad affrontare le mie sfide quotidiane.

Grazie, Giangio, amore mio smisurato.

Grazie, amiche mie. Grazie Taisia, amica mia. Grazie per la tua presenza nella mia vita. Grazie per la mano che mi tieni sempre, grazie per le nostre eterne, infinite promesse, mantenute. Grazie per i tuoi occhi sinceri e per questo legame inspiegabile che ci lega. Siamo solo per pochi perché noi non ci prendiamo per caso ma ci scegliamo! Tati Mia.

Grazie alla zia Mary, la mia h24. Grazie per esserci stata quando ho cercato la tua mano. La mia è sempre presente. E come diciamo noi "mi casa es tu casa"!!! Non servono parole, sappiamo tutto quello che c'è da sapere! Maria Mia.

Grazie Francesca, amica mia. Grazie per la nostra amicizia sincera, per il tuo esserci sempre, per essere patto, promessa, fiducia ed eterna presenza. Mi troverai sempre dalla tua parte, sempre. Perché siamo una squadra, un'alleanza una cosa sola. Io e te sopra ogni cosa. Francy Mia. Grazie piccolo principe Gabry per essere il mio piccolo amore. Ti auguro di inseguire tutti i tuoi sogni.

Grazie amore, amica, sorella, Debora. Grazie! Grazie! Grazie! Grazie per essere entrata nella mia vita in punta di piedi, ed aver conquistato ogni millimetro del mio cuore. Grazie per la tua purezza, per la tua bellezza d'animo. Grazie per l'amore infinito che sprigioni dal mio cuore. Grazie per essere il motivo della mia determinazione, grazie per la motivazione che mi dai ogni giorno. Grazie amore, amica, sorella per la mano che mi tieni da ormai troppi anni, a dire il vero io non ricordo neanche più che forma abbia la mia mano senza la tua. Costante della mia vita. Debby Mia.

Amiche mie,

siete bellezza e luce nella mia vita!

Vi auguro di guardarvi dentro e di vedere tutta la meraviglia che vi rende speciali e che mi fa ogni giorno sentire fortunata ad avervi nella mia vita.

Grazie alle vecchie e alle nuove amicizie. Grazie Mirco e Valerio mi fate sentire amata ed io vi amo tantissimo. Grazie ai miei amici dell'università, Stefano il mio supporto, Galaxy con i suoi modi stupendi e il suo "In che senso?" ormai persone della mia vita. In particolare, grazie al mio amico speciale Francesco, mi hai tenuto la mano dal primo giorno di questo percorso, mi hai motivata ed hai sempre creduto in me. Ed io ti voglio bene, sinceramente e completamente.

Ed infine, ringrazio la mia Marialuisa e le persone meravigliose che grazie a lei, ho conosciuto. Daniela, Ksenia, Nadia e la mia Ramona. Siete la mia seconda famiglia. In particolare, a te Marialuisa, dico grazie perché hai saputo comprendere i miei momenti e senza dire una parola mi sei stata vicina e mi hai supportata. A volte la vita decide di farti un regalo e tu devi essere pronta ad abbracciarlo, ecco Marialuisa tu sei il mio regalo. Non sai quanto importante sei nella mia vita.

Grazie persone della mia vita!

Vanessa Paniccia