

## ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

<b>Назив</b>	Семантички систем за препоручивање мера ради побољшања енергетске ефикасности и сигурности у паметним зграда
<b>Аутори</b>	Душан Попадић, Деа Пујић, Лазар Бербаков, Валентина Јанев, Сања Вранеш (Институт Михајло Пупин)
<b>Категорија</b>	Ново техничко решење у фази реализације (M85) Доказ: Протокол о тестирању
<b>Кључне речи</b>	Систем за подршку одлучивању у реалном времену, мере за унапређење енергетске ефикасности

### За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):

Техничко решење је рађено за потребе Sonnenplatz Großschönau које се бави управљањем енергијом у оквиру јавних зграда у месту Großschönau (Аустрија) као и пружањем подршке за управљање енергијом резиденцијалним корисницима.

### Година када је решење комплетирано:

2020

### Година када је почело да се примењује и од кога:

Примена техничког решења је почела у 2020. години, пуштањем у рад система за подршку управљања енергијом крајњих потрошача у резиденцијалним кућама у Großschönau (Аустрија) у циљу побољшања енергетске ефикасности.

Корисник: Sonnenplatz Großschönau (Аустрија)

### Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:

Техничко-технолошке науке; информационо-комуникационе технологије

## Технички елаборат:

- Проблем који се техничким решењем решава
- Стање решености тог проблема у свету
- Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже
- Референце

# ТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

## Проблем који се техничким решењем решава:

Semantic system for improving energy efficiency and security of the smart buildings, referred as ECM (**E**nergy **C**onservation **M**easures) is a technical solution that deals with the problem of inefficient use of energy, energy wastes and security problems that occur in both residential and non-residential buildings. From the IT perspective, it solves problems regarding great amount of collected data, working with both collected data and contextual knowledge and providing adequate communication with users.

Irrational energy consumption and waste of energy are two very big problems the world faces today. It is common thing to see people leaving their homes, or rooms within homes, leaving lights on or TV working for hours. It is also common for people to open their windows while the heating is on or the air conditioning is working. Some of these appliances can waste a lot of energy that can cost people a lot of money without them even noticing [1] [2]. If we even disregard financial aspect of this problem, it is still huge. People in general use a lot of energy every day all over the world and if continue to use it inefficiently we could face some serious problems regarding pollution and need for the energy. According to United States Department of Energy residential sector accounts for about 21% of total U.S. energy consumption [3] and according to [4] up to 35% of energy used at homes is wasted, so we could say that reducing energy wastes at homes could have a significant impact to total energy consumption.

In order to increase energy efficiency of the general population it will require change of habits to the most people which is not easy to do. ECM tends to influence the users to be more aware of the energy they waste and to encourage them to be more efficient.

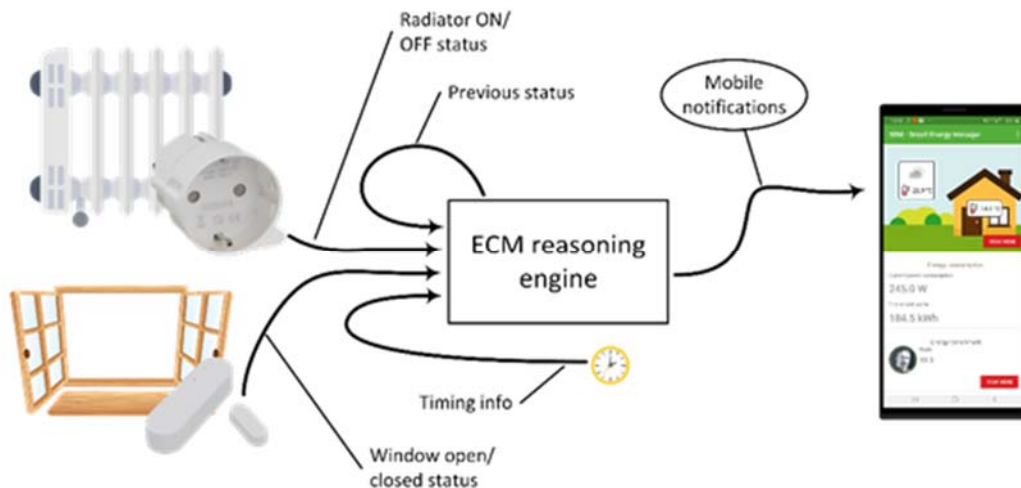
ECM also deals with some security and health problems in the buildings such as leaving your home while leaving your windows or the door open or having very poor air quality.

## Стање решености тог проблема у свету:

There are lots of ways to deal with inefficient use of energy and energy wastes such as adding and improving insulation [5] [6], buying more efficient appliances [7] [8], etc. However ECM is based on proactive approach with goal to become more efficient themselves. There are examples of Internet of Things (IoT) approaches to this problem [9] [10], however the majority of solutions allow you to see measured data as raw input or with some explanations but will not recognize problematic situations. As mentioned above, inefficient use of energy is a huge problem in the world and we see more and more approaches to it all the time. One of possible approaches is described in this technical solution.

## Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже:

ECM system has the ability to recognize potentially problematic situations and notify users about them. It helps users monitor their energy consumption and reduce waste of energy. ECM aims to be proactive by informing users about problematic situations and recommending actions to be taken (Figure 1). Due to large number of collected data as well complicated contextual data, ECM needed to be divided in several independent parts that work together. Architecture of the system will be presented later.



**Figure 1:** ECM overview

### Events

Each potentially problematic situation has its own predefined logical conditions that determine whether that situation is currently taking place. When the set of conditions is met for a problematic situation, an event is activated. There are three types of events in ECM: Energy conservation issues, Security issues and Health issues. Also, events can be divided spatially in two groups: room-related events and apartment-related events. These events are as follows:

1. Energy conservation issues
  - 1.1. Heating is turned on while at least one window is open in the same room.
  - 1.2. A room is unoccupied while the heating is on.
  - 1.3. A room is unoccupied while a multimedia device is turned on.
  - 1.4. A room is unoccupied while the lights are turned on.
  - 1.5. The temperature in the room is larger than a predefined threshold while the heating is turned on.
  - 1.6. The house is unoccupied while the heating is on.

## 2. Security issues

- 2.1. A room is unoccupied while a window is open in that room.
- 2.2. The entrance door is open while there is no one in the hall.
- 2.3. The entrance door is open while there is no one in the house.
- 2.4. The house is unoccupied while a window is open.

## 3. Health issues

- 3.1. Moderate air quality has been detected while all the windows in the room are closed.
- 3.2. Poor air quality has been detected while all the windows in the room are closed.
- 3.3. Unhealthy air quality has been detected while all the windows in the room are closed.
- 3.4. Unhealthy air quality has been detected while the windows are open.

Some of the events imply that other events are also active e.g. event 1.6 implies that several events of type 1.2 (for each of the rooms in the house) will also be active. It would bother users to get notifications that their house is unoccupied and then to get a notification for each room as well. That information would be redundant and could do more harm than good since the users will not be happy. To deal with these situations, event prioritizing is introduced. We say that the event 1.6 is of higher priority than the event 1.2, since we do not want any notifications of type 1.2 to be sent to the users while the event 1.6 is active. Also, event grouping is introduced to group several events into one when needed in order to reduce number of notifications the users receive. For example, if the room is unoccupied while the windows are open and the heating is turned on, events 1.1, 1.2 and 2.1 would be active. This is also a redundant information since 1.1 and 1.2 imply 2.1, so these events are all grouped into one event and only one notification is sent to the user.

ECM uses four types of sensors that provide needed measurements for the events described above:

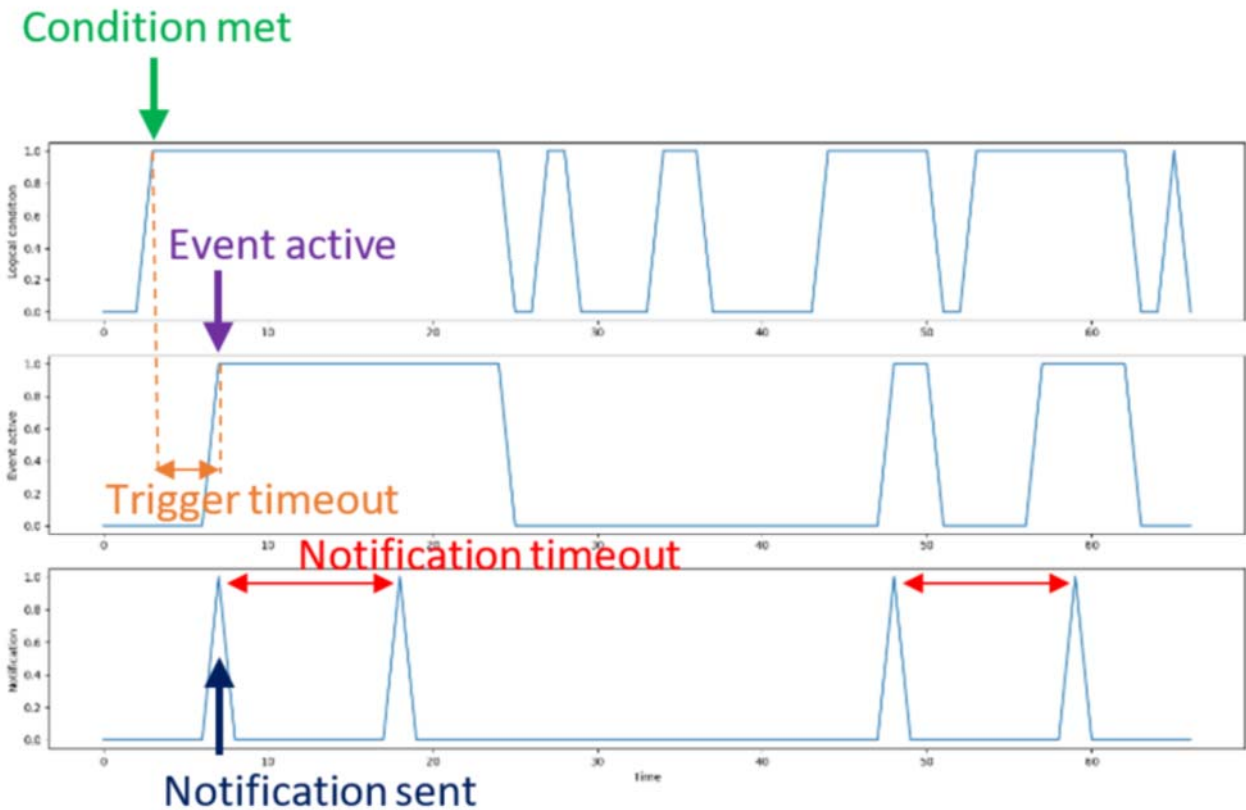
- Door/window sensors
- Motion, light, temperature (MLT) sensors
- VOC sensors
- Smart cables/plugs

Door/window sensors consists of two parts that can be joined together or separated. When a window/door is open, parts are separated and when a window/door is closed, parts are joined. In addition, window sensors also measure temperature. MLT sensors can detect motion in a room, measure illuminance and temperature. VOC sensors monitor volatile organic compound (VOC) levels in the air. Based on the level of VOCs in the air, air quality can be determined. Smart plugs/cables measure demand of the appliances that have been plugged into them. They can be also actuated upon, so the users can turn the appliances off remotely.

Instantly notifying a user about problematic situation could be problematic because the user could have, for example, opened a window just for a few seconds and then closed it, and in that situation it is not necessary to bother the user with a notification. Sending notifications too soon and too often could cause users to start disregarding them very quickly. Therefore, a new logic value, called event activity indicator is introduced. This indicator determines if the event is really active so the notification can be sent. Even if the logical conditions for certain problematic situation are met, the event will not be active for some time, called trigger timeout (Figure 2). On the other hand, if the conditions are no longer met, event will be immediately deactivated. If the user did not react after

receiving a notification, that notification will be resent after some time, called notification timeout. The notification timeout will be respected even if the event restarted in meantime (Figure 2, second half of the first diagram).

When a user receives a notification, he or she has three options: snoozing, dismissing or disabling the notification. If a user snoozes the notification, the notification could be resent after notification timeout passes if the event is still active. However, if the notification is disabled, the user will not receive a notification for the same event until it is restarted (deactivated and activated again). Disabling a notification means that notifications of the same type will not be sent to the user for that room or apartment until enabled again.

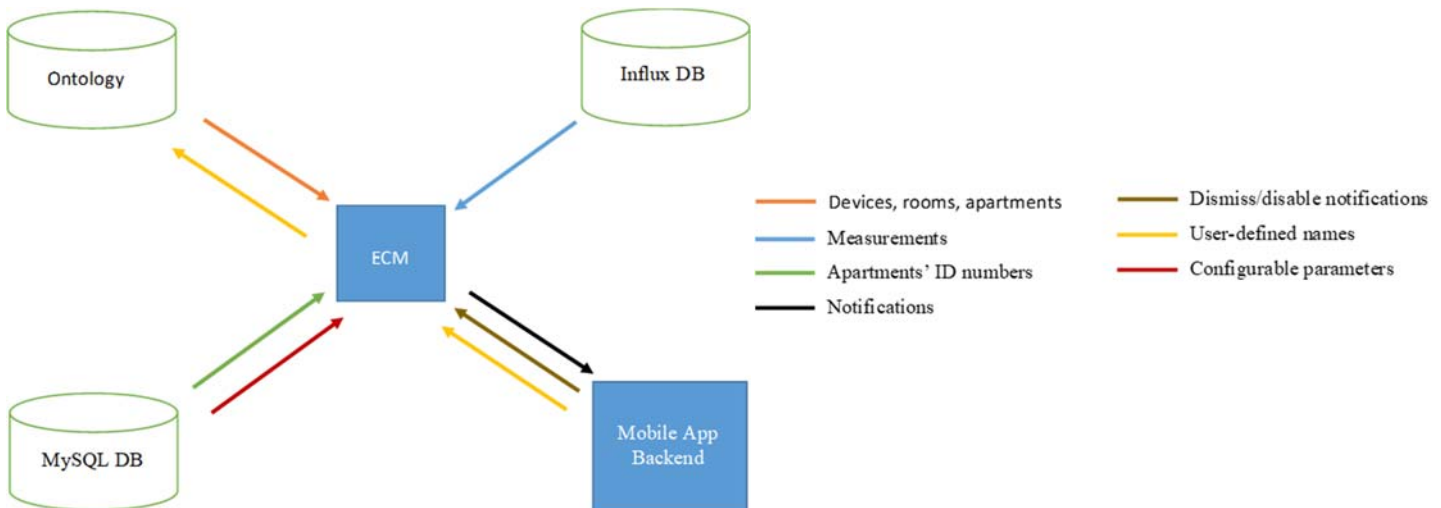


**Figure 2:** Event activity and notification diagram

This principle about timeouts caused some problems with events regarding health issues. Logical condition for them to be activated is met if the level of VOC in the air is above a threshold. The threshold for the event 3.2 ( $T_{3.2}$ ) will always be higher than the threshold for the event 3.1 ( $T_{3.1}$ ). If the condition for the event 3.1 is  $VOC > T_{3.1}$ , then if VOC level reaches  $T_{3.2}$ , the event 3.1 will still be active as well, so we will have both 3.2 and 3.1 active which we do not want. This can easily be solved by setting the condition for the event 3.1 to be  $T_{3.1} < VOC < T_{3.2}$ . This, however, causes another problem: if there is a situation where we had  $VOC > T_{3.2}$  and active event 3.2 and then VOC drops just below  $T_{3.2}$  we would expect event 3.1 to be active immediately. However, due to the trigger timeout this will not be the case, and for some time no health issue event will be active (meaning that air quality is good) when, in reality, air quality is not good. To deal with that problem, logical conditions are left as  $VOC > T_{3.n}$  ( $n = 1, 2, 3$ ), but the principle of event prioritizing is used. The event 3.n is of a higher priority than the event 3.(n-1) which means that if the event 3.n is active, the event 3.(n-1) is also active, but “hidden” behind the event of a higher priority, as described above. In this case, when VOC drops below  $T_{3.n}$ , the event 3.(n-1) will be active immediately.

## System Architecture

ECM service consists of five parts: the MySQL database [11], Influx database [12], the ontology [13], the mobile application and the reasoning engine, as shown in Figure 3.



**Figure 3:** System Architecture

The MySQL database is used to store is used as a backend of the mobile application, as well as a storage for the configurable parameters. Configurable parameters are thresholds for the health-related events, all the timeouts (trigger and notification), threshold for the event 1.5 etc. It is also stores users' data (ID numbers of their apartments) used for sending notifications by the engine.

Influx database stores real-time collected from the sensors installed on the sites. Each sensor works “on change” and sends new measurements to the database only when their current value is different from their previous value. Measurements are stored in different data groups according to the type of the measurement (e.g. temperature, VOC, etc.) This data is later used by the reasoning engine to determine whether an event should be activated. Influx database is hosted on the server and can be accessed by ECM using *influxdb-python*<sup>1</sup> library.

The ontology stores contextual knowledge about all the sites, houses, apartments, rooms, installed sensors and links between them. It provides information which sensors are installed in which rooms and apartments, which rooms are in which apartments etc. It provides the engine with the information about devices connected to the sensors and user-defined labels of the devices and rooms. The ontology can infer new knowledge based on the data that is put in it directly using its semantic reasoner. The inferred information simplifies the process of getting the data from the ontology and reduces complexity of the queries. The ontology is hosted on Apache Jena Fuseki server and can be queried by ECM using SPARQL language via HTTPS POST requests.

The mobile application (Figure 4) is used by the end users to monitor measured data, energy consumption and active events. It shows all the notification received by the reasoning engine. In the

<sup>1</sup> <https://github.com/influxdata/influxdb-python>

cases when smart plugs or cables are part of the notification it also allows users to turn the devices on or off remotely. For example, if a user receives a notification that a TV is turned on in an empty room, he or she will have the option to remotely turn the TV off. Users can customize the notifications by naming certain rooms and devices in their apartments, e.g. “Bedroom 1” or “John’s computer”. When a user sets custom names, these names are updated in the ontology. Since ECM reloads contextual data from the ontology once a day, there is a need for additional asynchronous communication between mobile application and the reasoning engine in order to allow the engine to start using new custom names immediately. For the implementation of that communication, MQTT protocol implementation is used [14]. The same protocol is used to notify the engine if the user snoozed, dismissed or disabled a notification.

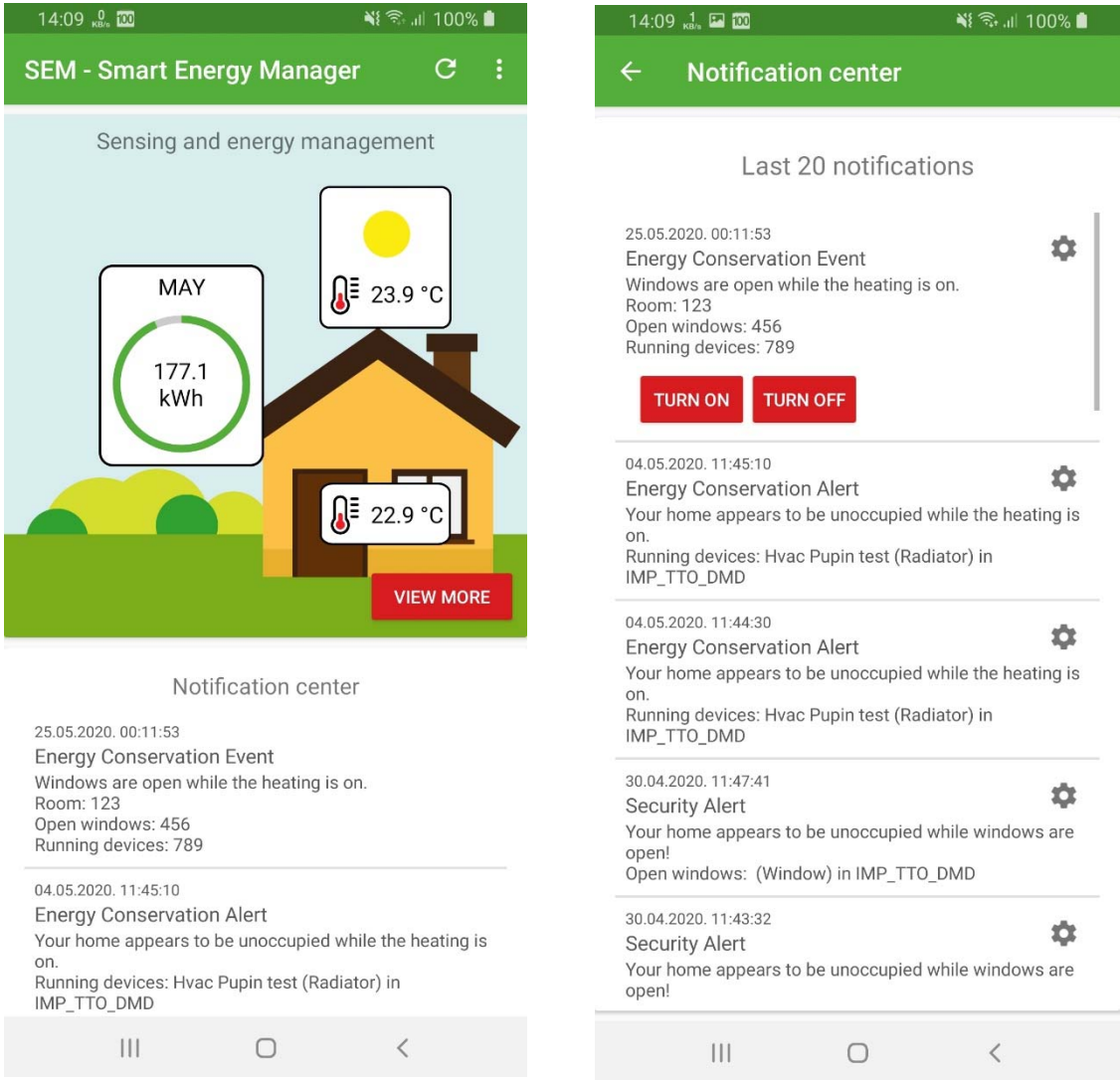


Figure 4: Mobile app

ECM reasoning engine works in a loop that is constantly checking if an event is activated. In every iteration of the loop, the engine goes through all the apartments and rooms and checks the logical conditions for all of their events. Since there could be great number of sensors in a system, it is not possible to get data for each sensor individually since querying a database is too much time consuming and the system needs to work in close to real-time. Because of that, an integral Influx query is created that gets all the measurement changes in Influx from the last few minutes. That query is then executed at the beginning of the loop iteration. Resulting data is then stored in a dictionary for easy and quick access while looping through the apartments and rooms.



Querying the ontology in every iteration of the main loop is too time consuming, so the ontology is loaded to the dynamic memory of the system once a day. It is possible that changes occur on the sites by moving a device from one room to another, replacing a sensor, including new apartments to the system etc. These changes will not be seen by the system until the ontology is reloaded. Since these new changes should not be urgent, they can wait for up to one day with no problem. This also stands for most of the configurable parameters stored in the MySQL database which is also reloaded daily. As explained above, for more urgent changes MQTT protocol is used.

The flowchart that illustrates the described algorithm is shown in Figure 5.

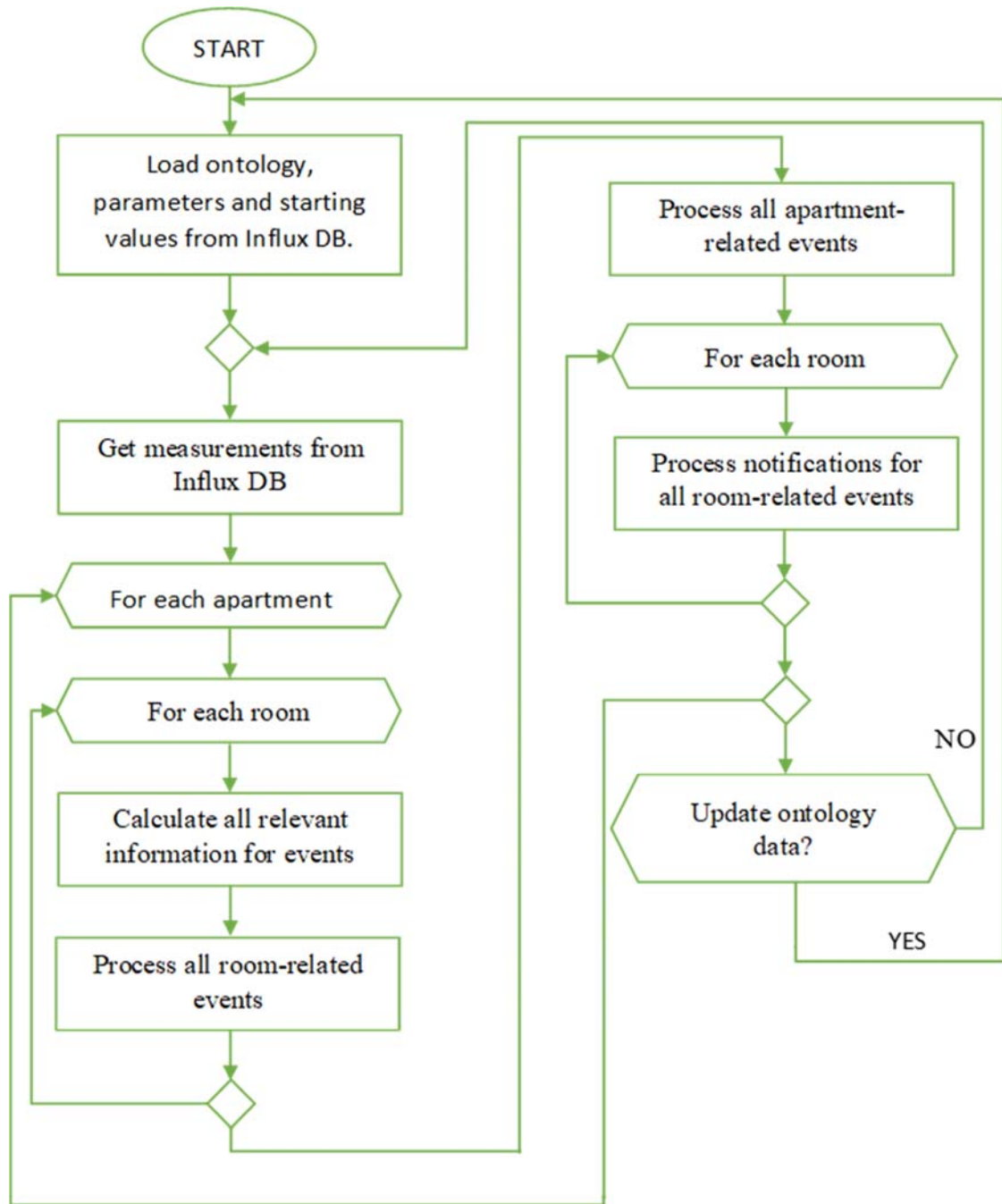


Figure 5: ECM flowchart



## Референце:

- [1] K. Avis-Riordan, “We’re wasting £4.4 billion every single year by leaving lights on at home,” *House Beautiful*, Aug. 11, 2018.  
<https://www.housebeautiful.com/uk/lifestyle/a22684252/cost-leaving-lights-on/> (accessed Dec. 29, 2020).
- [2] “7 Bad Energy Habits: It Is Surprising How Much They Are Costing You,” *ClearlyEnergy*.  
<https://www.clearlyenergy.com/blog/posts/how-much-are-your-bad-habits-costing-you> (accessed Dec. 29, 2020).
- [3] “Energy Data Facts | Residential Program Solution Center.” <https://rpssc.energy.gov/energy-data-facts> (accessed Dec. 29, 2020).
- [4] “This chart shows just how much energy the US is wasting,” *World Economic Forum*.  
<https://www.weforum.org/agenda/2018/05/visualizing-u-s-energy-consumption-in-one-chart/> (accessed Dec. 29, 2020).
- [5] E. Kucukpinar *et al.*, “Development of Transparent and Opaque Vacuum Insulation Panels for Energy Efficient Buildings,” *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 412–417, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.egypro.2015.11.685.
- [6] S. Fischer, “Insulated block with non-linear thermal paths for building energy efficient buildings,” US20080184650A1, Aug. 07, 2008.
- [7] I. Galarraga, L. M. Abadie, and S. Kallbekken, “Designing incentive schemes for promoting energy-efficient appliances: A new methodology and a case study for Spain,” *Energy Policy*, vol. 90, pp. 24–36, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2015.12.010.
- [8] D. Young, “When do energy-efficient appliances generate energy savings? Some evidence from Canada,” *Energy Policy*, vol. 36, no. 1, pp. 34–46, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.enpol.2007.09.011.
- [9] H. N. Rafsanjani and A. Ghahramani, “Towards utilizing internet of things (IoT) devices for understanding individual occupants’ energy usage of personal and shared appliances in office buildings,” *J. Build. Eng.*, vol. 27, p. 100948, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.job.2019.100948.
- [10] J. Iqbal *et al.*, “A generic internet of things architecture for controlling electrical energy consumption in smart homes,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 43, pp. 443–450, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.scs.2018.09.020.
- [11] “MySQL.” <https://www.mysql.com/> (accessed Dec. 29, 2020).
- [12] “InfluxDB: Purpose-Built Open Source Time Series Database,” *InfluxData*.  
<https://www.influxdata.com/> (accessed Dec. 29, 2020).
- [13] “Ontologies - W3C.” <https://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology> (accessed Jan. 15, 2020).
- [14] R. Light, “Mosquitto: server and client implementation of the MQTT protocol,” *J. Open Source Softw.*, vol. 2, no. 13, p. 265, May 2017, doi: 10.21105/joss.00265.

**Протокол о тестирању од стране корисника:**

**Protocol on testing of the technical solution**

**Semantic system for improving energy efficiency and security of the smart buildings**

The technical solution "Semantic system for improving energy efficiency and security of the smart buildings", developed by the Institute Mihajlo Pupin has been successfully deployed within ICT solution for improvement of energy efficiency through behavioural change, which is utilised in both residential and non-residential buildings in Großschönau, Austria.


In particular, the solution has been applied in six residential buildings and four public buildings, which are currently managed by Sonnenplatz GmbH, where it demonstrated capability to provide real-time recommendations related to energy conservation measures as well as health and security related measures.

The solution was tested across multiple types of buildings over several months period and proved its effectiveness in different use case scenarios.

Yours sincerely,

**SONNENPLATZ**  
Großschönau GmbH

Sonnenplatz 1  
3922 Großschönau  
t +43(0)2815-77270, f dw-40  
www.sonnenplatz.at

  
Martin Bruckner  
Managing Director

Душан Попадић, листа техничких решења

Нема претходних техничких решења

Деа Пујић, листа техничких решења

M85

1. Деа Пујић, Никола Томашевић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: “Спецификација, развој и интеграција система за неинтрузивни мониторинг потрошње електричне енергије”, 2019, ТР32010

Лазар Бербаков, листа техничких решења

M82

1. Марко Батић, Лазар Бербаков: "Развој мобилне апликације за управљање енергијом у интелигентним зградама", 2019, TP32010

M85

1. Деа Пујић, Никола Томашевић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Спецификација, развој и интеграција система за неинтрузивни мониторинг потрошње електричне енергије", 2019, TP32010
2. Nikola Tomašević, Marko Batić, Lazar Berbakov: "Implementacija integrativne platforme zasnovane na servisno-orijentisanoj arhitekturi za poboljšanje interoperabilnosti sistema u okviru koncepta inteligentnih kuća", 2018, TP32010
3. Марко Батић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Унапређена софтверска компонента за позиционирање у затвореном простору у ванредним ситуацијама", 2016, TP32010
4. Никола Томашевић, Марко Батић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Унапређење репликабилности и скалабилности SOFIA система за управљање ванредним ситуацијама", 2016, TP32010
5. Алгоритамска компензација разлике компоненти JFET-а за контролу појачања у напонски контролисаном појачавачу, 2016
6. Марко Батић, Никола Томашевић, Јелена Јовановић, Огњен Стаменковић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Спецификација и архитектура система за прикупљање, размену и ажурирање података након ванредне ситуације, током фазе спасавања", 2015, TP32010
7. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Урош Милошевић, Огњен Стаменковић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Софтверска компонента за праћење и анализу ланца снабдевања на мобилним уређајима", 2015, TP32010
8. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Софтверски модул за прецизну навигацију у затвореном простору", 2015, TP32010
9. Марко Батић, Никола Томашевић, Урош Милошевић, Тамара Јовановић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Обједињени систем за синхронизацију времена и података након ванредне ситуације, током фазе спасавања", 2015, TP32010
10. Марко Батић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Вук Мијовић, Никола Томашевић, Сања Вранеш: "Анализа и спецификација комуникационих мрежа потребних након ванредне ситуације, током фазе спасавања", 2014, TP32010
11. Валентина Јанев, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Марко Батић, Младен Станојевић, Јелена Јовановић-Васовић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Спецификација техничког решења система за управљање ванредним ситуацијама", 2014, TP32010

Валентина Јанев, листа техничких решења

M81

1. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Симулационо и тренинг окужење за обуку особља аеродрома", 2013, TP32010

M85

1. Валентина Јанев, Јелена Јовановић: "Развој сервиса за помоћ одлучивању у процесној и прерађивачкој индустрији", 2019, TP32010
2. Никола Томашевић, Валентина Јанев, Сања Вранеш: "Развој система за управљање критичним инфраструктурама у ванредним ситуацијама заснован на парадигми обраде комплексних догађаја", 2018, TP32010
3. Валентина Јанев, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Развој генеричког модела за оцену квалитета великих количина повезаних података (Big Linked Data)", 2018, TP32010
4. Валентина Јанев, Стефан Стојков, Марко Нанковски: "Развој архитектуре и имплементација софтверског сервис/алата за анализу квалитета великих количина повезаних података", 2018, TP32010
5. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Стефан Стојков, Марко Нанковски, Јелена Кљајић, Сања Вранеш: "Примена Linked Open Data у оквиру електронске управе (e-government) и у домену управљања ванредним ситуацијама (emergency management)", 2017, TP32010
6. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Методологија развоја Linked Data апликација помоћу SOFIA алата", 2017, TP32010
7. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Вук Мијовић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Унапређење применљивости и функционалности компоненте за просторно-временску анализу Linked Data", 2016, TP32010
8. Валентина Јанев, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "LinkedData.rs Садржаји за електронско учење", 2016, TP32010
9. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Урош Милошевић, Огњен Стаменковић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Софтверска компонента за праћење и анализу ланца снабдевања на мобилним уређајима", 2015, TP32010
10. Никола Томашевић, Марко Батић, Јелена Јовановић, Валентина Јанев, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Емулатор мерног окружења за тестирање система за оптимизацију токова енергије међусобно повезаних ентитета са различитим изворима енергије", 2015, TP32010
11. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Софтверски модул за прецизну навигацију у затвореном простору", 2015, TP32010
12. Валентина Јанев, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Марко Батић, Младен Станојевић, Јелена Јовановић-Васовић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Спецификација техничког решења система за управљање ванредним ситуацијама", 2014, TP32010
13. Младен Станојевић, Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Софтверска компонента за просторно-семантичку визуализацију и претраживање на мобилним уређајима", 2014, TP32010
14. Вук Мијовић, Богдан Павковић, Валентина Јанев, Јелена Јовановић-Васовић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Разрада сценарија за тестирање решења за управљање ванредним ситуацијама", 2014, TP32010
15. Марко Батић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Вук Мијовић, Никола Томашевић, Сања Вранеш: "Анализа и спецификација комуникационих мрежа потребних након ванредне ситуације, током фазе спасавања", 2014, TP32010

16. Вук Мијовић, Валентина Јанев, Урош Милошевић, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Софтверска компонента за просторно-временску анализу Linked Data", 2014, TP32010
17. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Симулационо и тренинг окужење за обуку особља аеродрома", 2013, TP32010
18. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Урош Милошевић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Linked data статистичко окружење", 2013, TP32010
19. Вук Мијовић, Валентина Јанев, Урош Милошевић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "RDF Data Cube валидациони алат", 2013, TP32010
20. Валентина Јанев, Урош Милошевић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Српски SKAN", 2013, TP32010
21. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Никола Томашевић, Јелена Јовановић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Оперативни сценарији за аеродром", 2012, TP32010
22. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Никола Томашевић, Јелена Јовановић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Систем за подршку одлучивању у кризним ситуацијама на аеродрому", 2012, TP32010
23. Марко Батић, Дејан Пауновић, Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Сања Вранеш: "Интегрисани, системски модел микро-мреже, који укључује изворе, складишта и спрегу са спољашњом електромрежом", 2012, TP32010
24. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Марко Батић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Развој семантичког web портала за е-колаборацију и дисеминацију резултата", 2011, TP32010
25. Никола Томашевић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Марко Рибарић, Марко Батић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Развој генеричке онтологије просторних и функционалних компоненти комплексних објеката (CO2 – Complex Object Ontology)", 2011, TP32010
26. Марко Батић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Марко Рибарић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Проширење генеричке CO2 онтологије за управљање објектима са микромрежама локалних обновљивих извора енергије", 2011, TP32010
27. Никола Томашевић, Вук Мијовић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Проширење генеричке CO2 онтологије за управљање аеродромима", 2011, TP32010
28. Сања Вранеш, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Валентина Јанев, Младен Станојевић: "Развој метамодела података и "mark-up" језика за потребе комуникације са SCADA системима", 2011, TP32010
29. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Анализа захтева и израда UML модела софистицираног графичког корисничког интерфејса", 2011, TP32010
30. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Дефинисање могућих сценарија примене SOFIA окружења на аеродрому „Никола Тесла", 2011, TP32010
31. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Марко Рибарић, Марко Батић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Развој новог, мултипарадигматичног CEP/ECA језика за управљање комплексним објектима", 2011, TP32010
32. Сања Вранеш, Младен Станојевић, Валентина Јанев, Вук Мијовић, Никола Томашевић, Lydia Kraus: "Спецификација захтева и израда UML модела архитектуре SOFIA окружења", 2011, TP32010
33. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Lydia Kraus, Младен Станојевић, Валентина Јанев, Сања Вранеш: "Развој прве верзије прототипа архитектуре SOFIA окружења", 2011, TP32010
34. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Марко Батић, Сања Вранеш: "Развој прототипа система за управљање документима на аеродромима", 2011, TP32010



35. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Марко Рибарић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Развој прве верзије демонстрационог прототипа примене SOFIA окружења на аеродрому "НиколаТесла", 2011, TP32010

## Сања Вранеш, листа техничких решења

### M81

1. Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Предикција перформанси студената у оквиру OpenCourseWare платформи применом "data-mining" техника", 2019, TP32010
2. Марко Батић, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Систем за симулацију и планирање дистрибуиране микро-мреже базиране на обновљивим изворима енергије", 2013, TP32010
3. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Симулационо и тренинг окужење за обуку особља аеродрома", 2013, TP32010

### M82

1. Марко Батић, Никола Томашевић, Марко Јелић, Сања Вранеш: "Развој интегрисаног оптимизационог алгорита за анализу утицаја флексибилности потрошње на оптималну конфигурацију хибридних микро-мрежа", 2019, TP32010

### M85

1. Деа Пујић, Никола Томашевић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Спецификација, развој и интеграција система за неинтрузивни мониторинг потрошње електричне енергије", 2019, TP32010
2. Марко Батић, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Развој интегрисаног софтверског система за више-критеријумско управљање хибридних микро-мрежама", 2018, TP32010
3. Марко Батић, Никола Томашевић, Јелена Кљајић, Сања Вранеш: "Спецификација и развој софтверске компоненте за аналитику потрошње електричне енергије крајњег потрошача", 2018, TP32010
4. Никола Томашевић, Валентина Јанев, Сања Вранеш: "Развој система за управљање критичним инфраструктурама у ванредним ситуацијама заснован на парадигми обраде комплексних догађаја", 2018, TP32010
5. Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Примена технике колаборативног филтрирања ради препоруке материјала за учење у оквиру OpenCourseWare платформи", 2018, TP32010
6. Валентина Јанев, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Развој генеричког модела за оцену квалитета великих количина повезаних података (Big Linked Data)", 2018, TP32010
7. Никола Томашевић, Марко Батић, Сања Вранеш: "Сервисно-оријентисана архитектура за интеграцију и интероперабилност система у оквиру концепта интелигентних кућа", 2017, TP32010
8. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Стефан Стојков, Марко Нанковски, Јелена Кљајић, Сања Вранеш: "Примена Linked Open Data у оквиру електронске управе (e-government) и у домену управљања ванредним ситуацијама (emergency management)", 2017, TP32010
9. Марко Батић, Никола Томашевић, Милан Ђуровић, Сања Вранеш: "Развој иновативних апликативних сценарија за повећање енергетске ефикасности кроз ангажовање крајњих потрошача", 2017, TP32010
10. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Методологија развоја Linked Data апликација помоћу SOFIA алата", 2017, TP32010
11. Марко Батић, Никола Томашевић, Сања Вранеш: "Евалуација ефеката управљања потрошњом на дугорочну исплативости хибридних микро-мрежа са обновљивим изворима енергије уз помоћ SOFIA платформе", 2017, TP32010
12. Никола Томашевић, Марко Батић, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Спецификација канонског модела података за комуникацију системских компоненти у оквиру концепта интелигентних кућа", 2017, TP32010

13. Марко Батић, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Огњен Стаменковић, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Квалитативно унапређење система за контролу и управљање енергетским ресурсима комплексних инфраструктура са различитим изворима енергије", 2016, ТР32010
14. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Вук Мијовић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Унапређење применљивости и функционалности компоненте за просторно-временску анализу Linked Data", 2016, ТР32010
15. Валентина Јанев, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "LinkedData.rs Садржаји за електронско учење", 2016, ТР32010
16. Марко Батић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Унапређена софтверска компонента за позиционирање у затвореном простору у ванредним ситуацијама", 2016, ТР32010
17. Никола Томашевић, Марко Батић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Унапређење репликабилности и скалабилности SOFIA система за управљање ванредним ситуацијама", 2016, ТР32010
18. Марко Батић, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Огњен Стаменковић, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Систем за контролу и управљање на бази софтверског модула за оптимизацију комплексних инфраструктура са различитим изворима енергије", 2015, ТР32010
19. Марко Батић, Никола Томашевић, Јелена Јовановић, Огњен Стаменковић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Спецификација и архитектура система за прикупљање, размену и ажурирање података након ванредне ситуације, током фазе спасавања", 2015, ТР32010
20. Никола Томашевић, Марко Батић, Јелена Јовановић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Интерфејс система за надзор и контролу инфраструктуре аеродрома према софтверском модулу за оптимизацију производње и потрошње енергије", 2015, ТР32010
21. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Урош Милошевић, Огњен Стаменковић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Софтверска компонента за праћење и анализу ланца снабдевања на мобилним уређајима", 2015, ТР32010
22. Никола Томашевић, Марко Батић, Јелена Јовановић, Валентина Јанев, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Емулатор мерног окружења за тестирање система за оптимизацију токова енергије међусобно повезаних ентитета са различитим изворима енергије", 2015, ТР32010
23. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Софтверски модул за прецизну навигацију у затвореном простору", 2015, ТР32010
24. Марко Батић, Никола Томашевић, Урош Милошевић, Тамара Јовановић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Сања Вранеш: "Обједињени систем за синхронизацију времена и података након ванредне ситуације, током фазе спасавања", 2015, ТР32010
25. Младен Станојевић, Никола Томашевић, Марко Батић, Јелена Јовановић, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Програмски интерфејс за екстракцију знања из онтологије аеродрома за потребе повећања енергетске ефикасности", 2014, ТР32010
26. Валентина Јанев, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Марко Батић, Младен Станојевић, Јелена Јовановић-Васовић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Спецификација техничког решења система за управљање ванредним ситуацијама", 2014, ТР32010
27. Младен Станојевић, Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Софтверска компонента за просторно-семантичку визуализацију и претраживање на мобилним уређајима", 2014, ТР32010
28. Вук Мијовић, Богдан Павковић, Валентина Јанев, Јелена Јовановић-Васовић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Разрада сценарија за тестирање решења за управљање ванредним ситуацијама", 2014, ТР32010

29. Младен Станојевић, Марко Батић, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Софтверски модул за оптимизацију производње и потрошње енергије аеродрома у реалном времену", 2014, ТР32010
30. Марко Батић, Богдан Павковић, Лазар Бербаков, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Вук Мијовић, Никола Томашевић, Сања Вранеш: "Анализа и спецификација комуникационих мрежа потребних након ванредне ситуације, током фазе спасавања", 2014, ТР32010
31. Вук Мијовић, Валентина Јанев, Урош Милошевић, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Софтверска компонента за просторно-временску анализу Linked Data", 2014, ТР32010
32. Младен Станојевић, Никола Томашевић, Марко Батић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Софтверски модул за препоруку профила потрошње енергије у комплексном систему са различитим изворима енергије", 2014, ТР32010
33. Марко Батић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Софтверски симулатор микро-мреже за производњу енергије из обновљивих извора", 2013, ТР32010
34. Марко Батић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Софтверски модул за елемент микро-мреже за складиштење енергије", 2013, ТР32010
35. Марко Батић, Дејан Пауновић, Сања Вранеш: "Софтверски симулатор потрошње енергије у микро-мрежи", 2013, ТР32010
36. Марко Батић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Тамара Јовановић, Сања Вранеш: "Симулатор за дневно подешавања контролера енергетске микро-мреже", 2013, ТР32010
37. Никола Томашевић, Марко Батић, Сања Вранеш: "Генеричка онтологија аеродрома моделована за потребе повећања енергетске ефикасности аеродрома", 2013, ТР32010
38. Никола Томашевић, Марко Батић, Сања Вранеш: "Проширење и популација инстанци генеричке онтологије аеродрома за потребе повећања енергетске ефикасности аеродрома", 2013, ТР32010
39. Урош Милошевић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Rozeta – Вишејезички алат за обраду природних језика и Linked Data", 2013, ТР32010
40. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Урош Милошевић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Linked data статистичко окружење", 2013, ТР32010
41. Вук Мијовић, Валентина Јанев, Урош Милошевић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "RDF Data Cube валидациони алат", 2013, ТР32010
42. Валентина Јанев, Урош Милошевић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Српски SKAN", 2013, ТР32010
43. Никола Томашевић, Марко Батић, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Спецификација енергетских карактеристика аеродрома као отвореног простора", 2012, ТР32010
44. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Никола Томашевић, Јелена Јовановић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Оперативни сценарији за аеродром", 2012, ТР32010
45. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Никола Томашевић, Јелена Јовановић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Систем за подршку одлучивању у кризним ситуацијама на аеродрому", 2012, ТР32010
46. Никола Томашевић, Марко Батић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Техничка карактеризација и системска архитектура аеродрома", 2012, ТР32010
47. Марко Батић, Дејан Пауновић, Урош Милошевић, Сања Вранеш: "Модел за елементе микро-мреже за производњу енергије из обновљивих извора", 2012, ТР32010
48. Марко Батић, Дејан Пауновић, Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Сања Вранеш: "Интегрисани, системски модел микро-мреже, који укључује изворе, складишта и спрегу са спољашњом електромрежом", 2012, ТР32010

49. Марко Батић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Модел потрошње енергије у комплексним објектима разних намена", 2012, ТР32010
50. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Марко Батић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Развој семантичког web портала за е-колаборацију и дисеминацију резултата", 2011, ТР32010
51. Никола Томашевић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Марко Рибарић, Марко Батић, Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Развој генеричке онтологије просторних и функционалних компоненти комплексних објеката (CO2 – Complex Object Ontology)", 2011, ТР32010
52. Марко Батић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Марко Рибарић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Проширење генеричке CO2 онтологије за управљање објектима са микромрежама локалних обновљивих извора енергије", 2011, ТР32010
53. Никола Томашевић, Вук Мијовић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Проширење генеричке CO2 онтологије за управљање аеродромима", 2011, ТР32010
54. Сања Вранеш, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Валентина Јанев, Младен Станојевић: "Развој метамодела података и "mark-up" језика за потребе комуникације са SCADA системима", 2011, ТР32010
55. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Анализа захтева и израда UML модела софистицираног графичког корисничког интерфејса", 2011, ТР32010
56. Вук Мијовић, Сања Вранеш: "Развој 3D модела за потребе визуализације и корисничког интерфејса", 2011, ТР32010
57. Валентина Јанев, Вук Мијовић, Lydia Kraus, Никола Томашевић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Сања Вранеш: "Дефинисање могућих сценарија примене SOFIA окружења на аеродрому „Никола Тесла", 2011, ТР32010
58. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Марко Рибарић, Марко Батић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Развој новог, мултипарадигматичног CEP/ECA језика за управљање комплексним објектима", 2011, ТР32010
59. Сања Вранеш, Младен Станојевић, Валентина Јанев, Вук Мијовић, Никола Томашевић, Lydia Kraus: "Спецификација захтева и израда UML модела архитектуре SOFIA окружења", 2011, ТР32010
60. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Lydia Kraus, Младен Станојевић, Валентина Јанев, Сања Вранеш: "Развој прве верзије прототипа архитектуре SOFIA окружења", 2011, ТР32010
61. Валентина Јанев, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Марко Батић, Сања Вранеш: "Развој прототипа система за управљање документима на аеродромима", 2011, ТР32010
62. Вук Мијовић, Никола Томашевић, Валентина Јанев, Марко Рибарић, Дејан Пауновић, Јелена Јовановић, Младен Станојевић, Сања Вранеш: "Развој прве верзије демонстрационог прототипа примене SOFIA окружења на аеродрому "НиколаТесла", 2011, ТР32010