



Немачка
сарадња

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Sprovedeno od strane:
Implemented by:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Универзитет у Београду - Архитектонски факултет
University of Belgrade - Faculty of Architecture



Република Србија
Министарство грађевинарства,
саобраћаја и инфраструктуре



Република Србија
Министарство рударства
и енергетике

Национална типологија зграда предшколских установа Србије National Typology of Kindergartens in Serbia

Милица Јовановић Поповић, Душан Игњатовић, Александар Рајчић, Љиљана Ђукановић,
Милош Недић, Бојана Станковић, Наташа Ђуковић Игњатовић, Бранислав Живковић,
Александра Сретеновић, Жељко Ђуришић, Димитрије Котур

Milica Jovanović Popović, Dušan Ignjatović, Aleksandar Rajčić, Ljiljana Đukanović,
Miloš Nedić, Bojana Stanković, Nataša Ćuković Ignjatović, Branislav Živković,
Aleksandra Sretenović, Željko Đurišić, Dimitrije Kotur



Национална типологија зграда предшколских установа Србије National Typology of Kindergartens in Serbia

Милица Јовановић Поповић, Душан Игњатовић, Александар Рајчић,
Љиљана Ђукановић, Милош Недић, Бојана Станковић,
Наташа Ђуковић Игњатовић, Бранислав Живковић,
Александра Сретеновић, Жељко Ђуришић, Димитрије Котур

Milica Jovanović Popović, Dušan Ignjatović, Aleksandar Rajčić,
Ljiljana Đukanović, Miloš Nedić, Bojana Stanković,
Nataša Ćuković Ignjatović, Branislav Živković,
Aleksandra Sretenović, Željko Đurišić, Dimitrije Kotur

Импресум

Издавач

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn, Germany

Пројекат српско-немачке развојне сарадње ‘Енергетска ефикасност у јавним зградама’
Теразије 23, 5. спрат
Београд, Република Србија

Аутор

Универзитет у Београду

Уредници

Проф. др Милица Јовановић Поповић
В. проф. др Душан Игњатовић

Рецензенти

Проф. др Бранка Димитријевић
Проф. др Тилман Клајн
Проф. др Ана Радивојевић
Др Мила Пуцар

Лектор за српски текст

Ивана Радовановић Вуја

Лектор за енглески текст

Тамара Николић

Дизајн

Алекса Бијеловић, Милица Максимовић

Тираж

300 примерака

Штампа

Цицеро, Београд

Октобар 2018.

Impressum

Published by the

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn, Germany

Serbian-German Development Cooperation Project
‘Energy Efficiency in Public Buildings’
23 Terazije Street, 5th floor
Belgrade, Republic of Serbia

Author

University of Belgrade

Editors

Full Professor Milica Jovanović Popović
Associate Professor Dušan Ignjatović

Reviewers

Professor Branka Dimitrijević
Professor Tillmann Klein
Professor Ana Radivojević
Mila Pucar

Proofreading for Serbian text

Ivana Radovanović Vuja

Proofreading for English text

Tamara Nikolić

Design

Aleksa Bijelović, Milica Maksimović

Circulation

300 copies

Printed by

Cicero, Belgrade

October 2018

Ауторски тим

Милица Јовановић Поповић
Душан Игњатовић
Александар Рајчић
Љиљана Ђукановић
Милош Недић
Бојана Станковић
Наташа Ђуковић Игњатовић
Бранислав Живковић
Александра Сретеновић
Жељко Ђуришић
Димитрије Котур

Сарадници

Никола Мацут
Анђела Дубљевић
Невена Лукић
Владимир Бојовић

Фотографије репрезентата типова

Срђан Боснић

Authors

Milica Jovanović Popović
Dušan Ignjatović
Aleksandar Rajčić
Ljiljana Đukanović
Miloš Nedić
Bojana Stanković
Nataša Ćuković Ignjatović
Branislav Živković
Aleksandra Sretenović
Željko Đurišić
Dimitrije Kotur

Associates

Nikola Macut
Anđela Dubljević
Nevena Lukić
Vladimir Bojović

Photographs of building type representatives

Srđan Bosnić

Садржај

1. УВОД	6
2. ЗГРАДЕ ПРЕДШКОЛСКИХ УСТАНОВА	9
У БРОЈЕВИМА	
2.1. Архитектонске карактеристике	13
2.2. Термотехничке инсталације	26
2.3. Електроенергетске инсталације	31
3. ДЕФИНИСАЊЕ ТИПОЛОГИЈЕ ЗГРАДА	35
ПРЕДШКОЛСКИХ УСТАНОВА	
4. ЗГРАДЕ ПРЕДШКОЛСКИХ УСТАНОВА	41
У КАРАКТЕРИСТИЧНИМ ПЕРИОДИМА ГРАДЊЕ	
Период до 1945. године	41
Период 1946-1970. године	51
Период 1971-1990. године	61
Период после 1991. године	71
5. ПОБОЉШАЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ	81
И СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ УГЉЕН-ДИОКСИДА	
УНАПРЕЂЕЊЕМ ЗГРАДА ПРЕДШКОЛСКИХ	
УСТАНОВА (ВРТИЋА)	
А – Период до 1945.	96
Б – Период 1946-1970.	122
Ц – Период 1971-1990.	160
Д – Период после 1991.	198
Литература	224
Извори	225

Contents

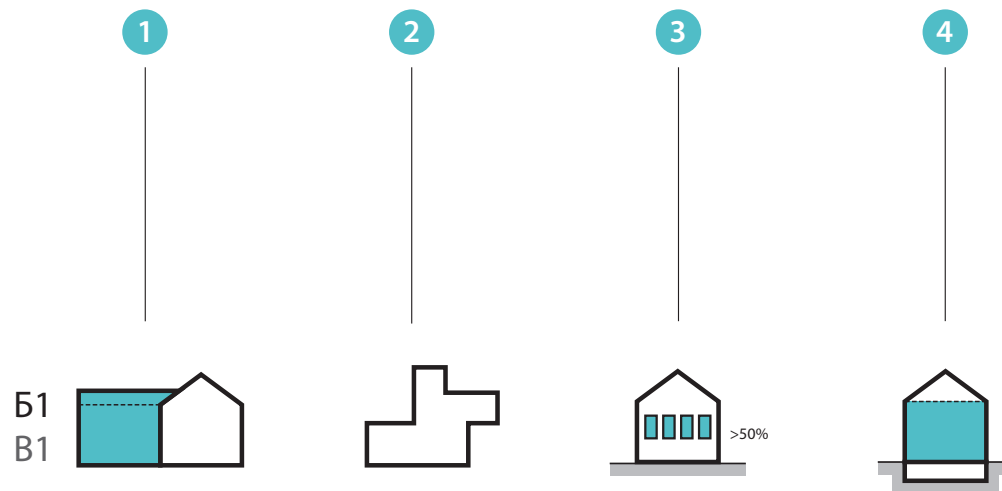
1. INTRODUCTION	6
2. KINDERGARTENS IN FIGURES	9
2.1. Architectural characteristics	13
2.2 HVAC and DHW systems	26
2.3. Electrical power and energy systems	31
3. DEFINING THE TYPOLOGY	35
OF KINDERGARTEN BUILDINGS	
4. KINDERGARTENS IN CHARACTERISTIC	41
PERIODS OF CONSTRUCTION	
Period before 1945	41
Period 1946-1970	51
Period 1971-1990	61
Period after 1991	71
5. INCREASING ENERGY EFFICIENCY	81
AND REDUCING CO ₂ EMISSIONS	
BY IMPROVING PRESCHOOL BUILDINGS	
(KINDERGARTENS)	
A – Period before 1945	96
B – Period 1946-1970	122
C – Period 1971-1990	160
D – Period after 1991	198
References	224
Bibliography	225

Легенда симбола

- 1 Тип зграде
- 2 Основа зграде
- 3 Прозори
- 4 Тип крова и коришћење таванског и подрумског простора

Legend of the symbols

- 1 Building type
- 2 Building layout
- 3 Windows
- 4 Roof type and use of attic and basement



1. УВОД

Обимно проучавање материјално-техничких карактеристика грађевинског фонда Србије, уз посебни осврт на аспекте енергетске ефикасности, обавио је истраживачки тим Архитектонског факултета у Београду у периоду 2011–2013. године. Фокус проучавања је наменски усмерен на фонд стамбених зграда и резултирао је формирањем Националне типологије стамбених зграда Србије, уз детаљно сагледавање енергетских перформанси постојећег стања и варијантних могућности за њихово унапређење.

1. INTRODUCTION

Between 2011 and 2013, the research team from the Faculty of Architecture in Belgrade conducted a comprehensive study into the material and technical characteristics of the building stock in Serbia, with particular reference to the aspects of energy efficiency. The focus of the study was specifically targeted at the housing stock, and it resulted in the formation of the National Typology of Residential Buildings of Serbia, with a detailed evaluation of its current energy performance and the variant possibilities for its improvement.

Обимни резултати овог истраживања су публиковани у три монографије¹.

Формирани методолошки приступ, уз уважавање одређених специфичности, примењен је и на фонд јавних зграда, то јест на сегмент који чине школске и предшколске установе. Уз подршку истраживача са Машинског и Електротехничког факултета проучавање је детаљно обухватило како грађевинске, тако и техничко-технолошке карактеристике зграда, уз сагледавање могућности унапређења перформанси и повећања нивоа енергетске ефикасности у процесу свеобухватне рехабилитације. Развој типологије школских и предшколских зграда је подржао ГИЗ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH) а резултати су, због обимног материјала и разноликости појединих аспеката, структурирани у виду три монографије:

- Књига 1 *Зграде школских и предшколских установа – методолошки оквир формирања типологије и побољшања енергетске ефикасности* представља историјски преглед развоја зграда школских и предшколских установа², развој регулативе ове области, методологију вршења пописа и формирања типологије зграда, прорачун потенцијалне уштеде енергије и смањења емисије угљен-диоксида кроз процесе енергетске обнове зграда на нивоу Републике Србије,
- Књига 2 *Типологија школских зграда*
- Књига 3 *Типологија зграда предшколских установа*

¹ Видети монографије групе аутора (Јовановић Поповић М, Игњатовић Д, Радивојевић А, Рајчић А, Ћуковић Игњатовић Н, Ћукановић Љ. и Недић М) у издању ГИЗ-а и Архитектонског факултета: *Атлас породичних кућа Србије/Atlas of Family housing in Serbia* (2012), *Атлас вишепородичних зграда Србије/Atlas of Family housing in Serbia* (2013) и *Национална типологија стамбених зграда Србије/National Typology of Residential Buildings in Serbia* (2013).

² По важећој законској регулативи под зградама предшколских установа се подразумевају све установе намењене деци предшколског узраста. У оквиру овог истраживања обухваћене су зграде дечијих установа - вртића и јаслица.

The extensive results of this research were published in three monographs.¹

With certain modifications to recognize the underlying distinctions, the established methodological approach was then also applied to the stock of public buildings, i.e., to its segment comprising of school and preschool institutions². With the support of the researchers from the Faculties of Mechanical and Electrical Engineering, the study provided a detailed insight into the construction and technical and technological characteristics of buildings, at the same time considering how the performance and energy efficiency could be improved in the process of comprehensive rehabilitation. The development of the typology of school and preschool buildings was supported by the GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH). On the account of the extensive scope of the research and the distinctiveness of certain aspects, the results were reported in three monographs:

- Book 1 *School and Kindergarten Buildings – A methodological framework for the formation of typology and the improvement of energy efficiency*, which provides a historical overview of the development of school and kindergarten buildings, the advancement of the regulations in this field, the methodology of the inventory and the formation of the typology of buildings, and the calculations of potential energy savings and the reduction of carbon dioxide emissions through the processes of energy-efficient renovation of the buildings
- Book 2 *Typology of School Buildings*
- Book 3 *Typology of Kindergartens*

¹ See monographs by a group of authors (Jovanović Popović M., Ignjatović D., Radivojević A., Rajčić A., Ćuković Ignjatović N., Đukanović Lj. & Nedić M.) published by GIZ and Faculty of Architecture: *Atlas of Family Housing in Serbia* (2012), *Atlas of Family Housing in Serbia* (2013) and *National Typology of Residential Buildings in Serbia* (2013).

² According to current legislation in Serbia, under the preschool institutions, all institutions intended for children of preschool age are assumed. Within this research are included buildings of children's institutions - kindergartens and nurseries, in following text kindergartens

Подстицај за истраживање квалитета зграда јавне намене јесте у чињеници да, уз стамбене зграде, оне чине највећи део грађевинског фонда, а њиховом енергетском обновом се може, у великој мери, смањити потрошња енергије, као и емисија угљендиоксида у Србији. Такође, чланством у Енергетској заједници, Србија је преузела на себе обавезе у области унапређења енергетске ефикасности зграда, а Директиве Енергетске заједнице су, при том, преузете и усклађене са Директивама Европске уније³.

Књига 3 *Типологија зграда предшколских установа* класификује анализирани сегмент фонда предшколских установа, првенствено према површини и периоду градње, уз идентификацију типичних представника. Истовремено, у оквиру типологије се утврђују и енергетске перформансе и анализирају могући нивои енергетске обнове, не само омотача зграде већ и машинских и електроенергетских система. Перформансе појединачних типова се, у складу са степеном заступљености, обједињавају дефинишући и потенцијалне уштеде енергије на нивоу Републике Србије. Изабрани и приказани репрезенти идентификованих типова представљају реалне зграде које одговарају моделским карактеристикама утврђеним на основу пописа и применом принципа кластер анализе. Значај типолошке класификације зграда предшколских установа се огледа у универзалности утврђених метода обнове, то јест широкој применљивости неопходној при доношењу стратешких одлука како на нивоу локалних самоуправа, тако и на нивоу Србије.

- The incentive to research the quality of public buildings was provided by the fact that they, along with residential buildings, account for the largest share of the building stock and that their energy-efficient renovation can greatly reduce energy consumption and carbon dioxide emissions in Serbia. Moreover, by joining the Energy Community, Serbia has assumed obligations that are concerned with the improvement of the energy efficiency of buildings. The Energy Community Directives have been adopted from and harmonized with the European Union Directives.³

Book 3 *Typology of Kindergartens* puts forward the classification of the analyzed segment of the building stock based primarily on the floor area and the period of construction, and identifies the typical representatives. In addition, the typology includes the evaluation of energy performance and the analysis of the potential scope of energy-efficient renovation of not only the envelope of the buildings but also their mechanical and electrical installation systems. The performance of the individual types was combined relative to their distribution so that potential energy savings could be defined at the level of the Republic of Serbia. The selected and presented samples of the identified types represent real buildings that correspond to the model characteristics determined upon the inventory and the cluster analysis results. The significance of the typological classification of kindergarten buildings is reflected in the universal presence of the established renovation methods and their wide applicability needed in strategic decision-making at both local self-government and national levels.

³ Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast) - 19 May 2010 и Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance

³ Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast) - 19 May 2010 and Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance

2. ЗГРАДЕ ПРЕДШКОЛСКИХ УСТАНОВА У БРОЈЕВИМА

Попис зграда предшколских установа (вртића) је вршен истовремено са пописом школских зграда током 2016-2017. године. Идентификација је обухватила само зграде у целости намењене предшколским установама, тако да установе лоциране, на пример, у приземљима великих зграда нису обухваћене. Такође, нису пописиване ни предшколске установе у приватном власништву. Попис зграда предшколских установа је препознао и специфичну структуру самих установа знатно различиту од школских. У општинама се, у зависности од величине, налази најчешће једна предшколска установа коју може да чини велики број посебних јединица, а самим тим и објеката. Неке општине поседују и преко 30 јединица на својој територији.

Како би се омогућила лакша обрада података и њихова анализа, креирана је одговарајућа база података и за ту сврху наменски написан софтвер. Процедура формирања базе и софтвера детаљно је објашњена у књизи *Зграде школских и предшколских установа – методолошки оквир формирања типологије и побољшања енергетске ефикасности*.

Будући да не постоји база података о јавним зградама, како на националном тако и локалном нивоу, упитници су намењени попису на нивоу локалне самоуправе. Они су структурирани на више нивоа како би се прикупили подаци о што већем броју јавних зграда на анализираној територији.

Анализа ових података је вршена коришћењем развијеног софтвера који је омогућио претраживање базе по свим релевантним питањима распоређеним у оквиру три нивоа упитника⁴:

- први ниво упитника обухвата пет питања чиме се врши основна идентификација институције јавне намене,
- други ниво упитника чини 14 питања намењених ужем сегменту јавних зграда: административне

⁴ У Књизи 1 *Зграде школских и предшколских установа – методолошки оквир формирања типологије и побољшања енергетске ефикасности* дато је прецизно објашњење структуре и начина формирања упитника

2. KINDERGARTENS IN FIGURES

The inventory of kindergartens was compiled in 2016-2017, concurrently with the inventory of school buildings. Only the buildings entirely intended for preschool institutions were identified, so that the establishments located within other premises, e.g. on the ground floor of large buildings, were not included; privately owned kindergartens also did not enter the list. The compilation of the inventory of preschool buildings had to take into account the specific structure of these institutions, which is significantly different from that of schools. Depending on its size, a municipality can have one preschool institution with a large number of separate units in its organization that operate in a corresponding number of buildings. Thus, some municipalities have over thirty such units in their territory.

The data processing and analysis were facilitated by a specially created database and purpose-written software. The procedures for creating the database and the software are explained in detail in *School and Kindergarten Buildings – A methodological framework for the formation of typology and the improvement of energy efficiency*.

Given the lack of a database on public buildings at either the national or the local level, the questionnaires were intended for the inventory at a local self-government level. They were structured on several levels in order to gather, with varying degrees of detail, the data on as many public buildings as possible in the given territory.

The data were analyzed using the software developed to enable searching the database on all relevant questions within the three levels of the questionnaire:⁴

- The first level contained five basic questions, used for primary identification of public bodies;
- The second level contained 14 questions, intended for a narrow segment of public buildings: administrative buildings, schools, and kindergartens. The

⁴ *School and Kindergarten Buildings – A methodological framework for the formation of typology and the improvement of energy efficiency* offers a precise explanation of the structure and the method of forming the questionnaire

зграде, школе и зграде предшколских установа. Питањима на овом нивоу се дефинише положај (адреса, катастарска парцела), пружају основни подаци о згради (време грађења, намена у периоду градње, постојање елабората енергетске ефикасности или извештаја о енергетском прегледу, као и сертификата о енергетским својствима зграда, тј. енергетског пасоша),

- трећи, и најобимнији, ниво упитника садржи 48 питања намењених само за зграде школских и предшколских установа. Он детаљно описује архитектонске карактеристике зграда, али и инсталационе системе из домена машинских и електроинсталација.

Након спроведеног пописа, уношења података у формирану базу, извршена је валидација прикупљених података, што је довело до знатног смањења узорка који чине 563 зграде дечијих установа.

Број зграда предшколских установа у Србији

Укупан број зграда предшколских установа у Србији анализиран је на основу јавно доступних података.

1. Подаци Републичког завода за статистику Србије који редовно објављује публикације из различитих области па тако и образовања. Завод сваке године спроводи попис дечијих установа да би се утврдио број установа, број група, обухват деце, пол, језик на коме се врши васпитно-образовни рад... Број зграда предшколских установа се помиње у неколико публикација којима је могуће приступити и преко сајта Завода:
 - *Статистички годишњак Републике Србије – образовање*⁵ који се објављује годишње,
 - Саопштења: *Основно школско образовање у Републици Србији*⁶ која се објављују почетком и крајем сваке школске године,

⁵ http://www.stat.gov.rs/WebSite/repository/documents/00/02/72/33/16_Образованје.pdf

⁶ <http://beta.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/obrazovanje/predskolsko-vaspitanje-i-obrazovanje/>

questions at this level specified the location (address, cadastral parcel) and basic data on the building (period of construction, purpose at the time of construction, the existence of an energy efficiency study, an energy audit report, or a certificate of energy performance of the buildings, i.e. the energy passport); and,

- The third and most comprehensive level contained 48 questions, intended exclusively for school and kindergartens. It listed the architectural characteristics of the buildings as well as the mechanical and electrical installation systems.

After the compilation of the inventory, the data were entered into the database and validated, upon which the sample was significantly reduced to 563 buildings of childcare institutions (kindergartens).

The number of kindergartens in Serbia

The total number of kindergarten buildings in Serbia was analyzed upon publicly available data.

1. The data from the Statistical Office of the Republic of Serbia, which regularly issues publications from various fields, including education. Every year, the Office compiles a list of kindergartens in order to establish the number of institutions, the number of groups, availability, gender breakdown, the language of instruction, etc. The number of the buildings of preschool institutions can be found in several publications accessible through the Office website:
 - *Statistical Yearbook of the Republic of Serbia – Education*,⁵ published annually;
 - The Communiqués: *Primary School Education in the Republic of Serbia*,⁶ published at the beginning and end of each school year;
 - The profile of the Republic of Serbia for 2017;⁷

⁵ http://www.stat.gov.rs/WebSite/repository/documents/00/02/72/33/16_Образованје.pdf

⁶ <http://beta.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/obrazovanje/predskolsko-vaspitanje-i-obrazovanje/>

⁷ http://devinfo.stat.gov.rs/SerbiaProfileLauncher/files/profiles/sr/1/DI_Profil_Republika%20Srbija_EURSRB.pdf

- публикација која даје профил Републике Србије за 2017. годину⁷.
2. Листе свих предшколских установа у државном и приватном власништву по општинама доступних на интернету⁸. Потребно је нагласити да велики број локалних самоуправа, то јест градова, на интернет презентацијама, приказује попис предшколских установа са свим индивидуалним јединицама који су део те предшколске установе.⁹
 3. Министарство просвете, науке и технолошког развоја, на својој интернет презентацији, пружа информације о релевантним прописима који се тичу предшколског образовања и васпитања. Презентација не пружа детаљније информације о предшколским установама, будући да овај облик социјалне заштите спада у делокруг рада локалних самоуправа, то јест градова.

Прегледом ових извора констатовано је да се релевантан број зграда намењених дечијим установама предшколског образовања може наћи само у подацима Републичког завода за статистику. Други извори пружају најчешће податке о броју установа и појединих јединица не разматрајући њихове просторне карактеристике, то јест постојање засебних зграда или смештај у друге, по намени, различите, објекте. Будући да се број зграда предшколских установа мења сваке године, мада те промене нису значајне и износе мање од 5% укупног броја, за даљу анализу усвојен је број од 2.580 зграда на основу података за 2016. годину.

Карактеристике зграда предшколских установа наменски изграђених на територији Србије, или оних које су адаптиране и користе се за ту намену, на основу извршеног истраживања могу се исказати кроз већи број аспеката обрађених у даљем тексту.

2. The lists of all preschool institutions in state and private ownership by municipalities, available on the internet.⁸ It should be emphasized that, on their Internet presentations, a large number of local self-governments or cities provide a list of kindergartens in their territory with all their separate operating units;⁹
3. The information provided by the Ministry of Education of Science and Technological Development on its website on relevant regulations concerning preschool education and childcare. The presentation does not provide detailed data on preschool institutions since this form of social protection falls within the scope of work of local self-governments or cities.

The overview of all the sources suggested that the relevant number of buildings intended for kindergartens could be found only in the data of the Statistical Office of the Republic of Serbia. Generally, the other sources provide the information on the number of institutions and individual units without considering their spatial characteristics, i.e., whether the facilities are located in dedicated buildings or accommodated in premises intended for other purposes. Taking into consideration the fact that the annual variations in the number of preschool institutions generally do not exceed 5% of the overall number, the total of 2,580 buildings from the 2016 data was adopted for further analysis.

The characteristics of the kindergartens on the territory of Serbia, both those that were purpose-built and those that were adapted and repurposed, can be expressed through a number of aspects discussed below.

⁷ http://devinfo.stat.gov.rs/SerbiaProfileLauncher/files/profiles/sr/1/DI_Profil_Republika%20Srbija_EURSRB.pdf

⁸ <http://osnovneskole.edukacija.rs/drzavni-vrtici>

⁹ <http://www.beograd.rs/lat/gradska-vlast/2370-ustanove-decje-zastite/>

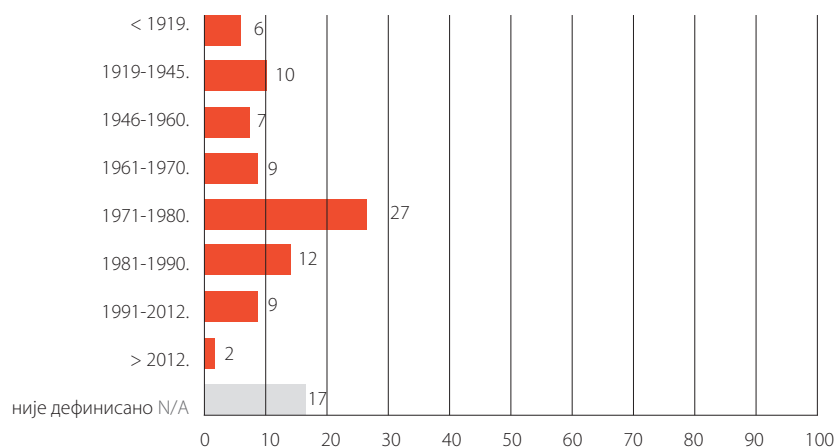
⁸ <http://osnovneskole.edukacija.rs/drzavni-vrtici>

⁹ <http://www.beograd.rs/lat/gradska-vlast/2370-ustanove-decje-zastite/>

Период изградње

Основна периодизација изградње зграда предшколских установа је усвојена у складу са периодизацијом стамбене изградње, то јест школских зграда, с обзиром на то да су трендови изградње веома слични. Класификацијом пописаних зграда, према времену када су изграђене, уочава се да је сачуван релативно велики број зграда из периода пре Првог светског рата. Овај податак ипак треба узети са резервом зато што се, по првилу, ради о стамбеним вилама или зградама других намена касније адаптираним у дечије установе. У наредном периоду 1919–1945. се уочава идентичан тренд, то јест јављају се слични типови објеката. Најинтензивнија изградња наменских објеката предшколских установа уочава се у периоду између 70-их и 80-их година 20. века. Поредићи са подацима доступним у типологији стамбених зграда констатује се да изградња дечијих установа прати трендове стамбене изградње, будући да је управо у том периоду изграђен највећи фонд стамбених зграда како по броју, тако и по површини.¹⁰ Процентуална расподела пописаних зграда предшколских установа по временској класификацији датај у упитнику приказана је на Графикону 2.1.

Графикон 2.1. Заступљеност зграда предшколских установа према периоду изградње [%]



¹⁰ Национална типологија стамбених зграда Србије/
National Typology of Residential Buildings in Serbia (2013)

Period of construction

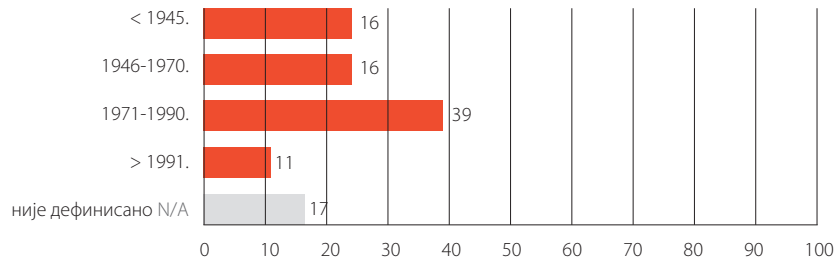
Owing to the similarity in trends, the basic periodization of kindergarten building construction was adopted in accordance with the periods of the construction of schools and housing. The classification of the buildings from the inventory by the period of construction may suggest that a relatively large number of buildings from the period prior to the First World War were preserved. However, this information needs to be taken with great reserve because these are generally residential villas or buildings of other purposes that were later adapted to accommodate childcare facilities. In the period that followed, 1919–1945, the identical trend was observed, and similar types of buildings occurred. The most intensive construction of purpose-built preschool facilities occurred between the 1970s and 1980s. In comparison to the data available in the typology of residential buildings, it can be noted that the construction of childcare facilities followed the trends of housing construction, since it was during this period that the largest portion of the residential building stock was built in both the number and the floor area.¹⁰ The percentage distribution of the kindergartens listed in the inventory according to the time classification given in the questionnaire is shown in Figure 2.1.

Figure 2.1. Distribution of preschool buildings by period of construction [%]

¹⁰ National Typology of Residential Buildings in Serbia (2013)

Приказана временска периодизација представља иницијално стање те је током рада на формирању типологије редуциран броја временских класа. Поступак је спроведен према основним материјално-техничким карактеристикама зграда које нису биле предмет честих промена, као што је то случај код стамбених објеката. Такође, промена законске и подзаконске регулативе, која би условила битно различите карактеристике зграда вртића, није била честа. Анализом трендова, појавних облика и материјалних карактеристика је констатовано да четири временске класе у потпуности одражавају битна обележја овог типа зграда. (Графикон 2.2.)

Графикон 2.2. Заступљеност зграда предшколских установа према периодизацији усвојеној за потребе формирања типологије [%]



The above time periodization was done at the initial state of the research; however, the number of time classes was reduced during the formation of the typology. The reduction procedure took into account the basic material and technical characteristics of the buildings that may not have been subject to changes as frequently as in housing. Similarly, the laws and by-laws did not change so often that it would cause the characteristics of preschool buildings to differ significantly. The analysis of the trends, manifested forms and material properties indicated that four time classes fully reflected the essential features of this type of buildings (Figure 2.2).

Figure 2.2. Distribution of kindergartens according to the periodization used to form the typology [%]

2.1. Архитектонске карактеристике

Површина зграда предшколских установа (брuto развијена грађевинска површина)

Према величини, највећи број зграда дечијих установа у Србији припада групи средње величине (42%), а затим са 33% преовлађују мале зграде, док је великих зграда изузетно мало. (Графикон 2.3.). Оваква расподела може се тумачити просторном дистрибуцијом образовних институција према густини популације, то јест пројектовањем и изградњом зграда предшколских установа са тенденцијом да се смање растојања од места становања до најближе институције. Изградња великих дечијих установа је заступљена само тамо где постоји велика концентрација становништва на малом простору, карактеристична за период усмерене стамбене изградње. Развој потпуно

2.1. Architectural characteristics

Gross floor area of kindergartens

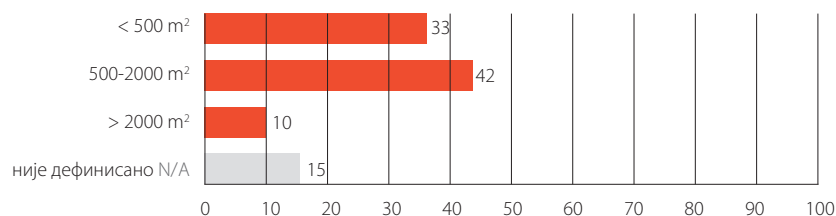
According to the size of preschool facilities in Serbia, medium-sized buildings account for the largest proportion (42%), followed by small buildings (33%), while large buildings are rare (Figure 2.3). Such proportions can be interpreted by the spatial distribution of educational and childcare institutions relative to the density of the population, i.e. by the tendency to design and construct kindergartens so that the distance from the place of residence to the nearest institution is reduced. The need for large childcare facilities arose only in spatially restricted but densely populated areas, which was characteristic of the period of targeted housing construction and the development of completely new parts of cities organized

нових делова градова организованих по принципу отворених блокова, као што је случај, на пример, код стамбених блокова на Новом Београду условио је изградњу великих предшколских установа.

according to the principle of the open block, such as New Belgrade housing developments.

Графикон 2.3. Заступљеност зграда предшколских установа према бруто површини [%]

Figure 2.3. Distribution of preschool buildings by the gross floor area [%]



Компактност зграде

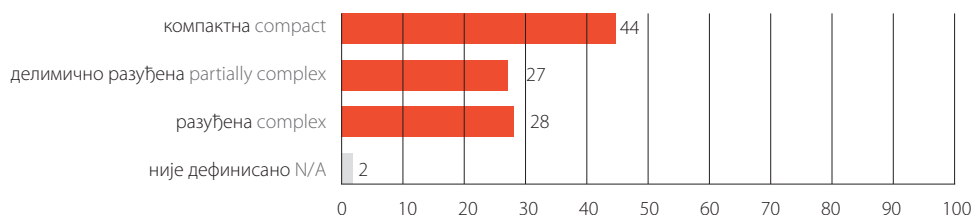
Compactness of floor plan

Највећи део фонда зграда предшколских установа чине зграде компактне форме, чак 44%. Зграде делимичне разуђености форме и потпуно разуђене подједнако су заступљене према резултатима овог истраживања. Очекивано, с обзиром на то да 75% фонда чине зграде мањих и средњих површина. Велика компактност форме такође је повезана и са релативно мањим урбанистичким парцелама предшколских установа у односу на школске. На Графикону 2.4. приказана је процентуална расподела броја зграда према компактности.

Most of the building stock of kindergartens, as much as 44%, is comprised of buildings with a compact floor plan. The present research found that the distributions of partially and fully complex layouts were similar; this was not surprising, as small and medium-sized buildings accounted for 75% of the total inventory. High compactness can also be linked with the fact that kindergartens were built on relatively smaller urban plots than school buildings. Figure 2.4 shows the percentage distribution of the number of buildings according to the compactness of the floor plan.

Графикон 2.4. Заступљеност броја зграда предшколских установа према компактности [%]

Figure 2.4. Distribution of preschool buildings by the compactness of floor plan [%]



Спратност зграда предшколских установа

Number of floors

Далеко највећи број зграда предшколских установа у Србији, половина овог дела грађевинског фонда,

An overwhelming majority of the kindergartens in Serbia, a half of the total inventory, was built as one-story

грађене су као приземне зграде, тек око 35% има две надземне етаже (П+1), што је приказано на Графику 2.5. Број зграда предшколских установа са више етажа је изузетно мали. Оваква спратност произлази из њихове функције: циљ је омогућити контакт са природом, обезбедити деци боравак напољу, у дворишту вртића; такође, циљ је и испунити настојање да деца имају добар визуелни контакт са спољном средином. Тако, у највећем броју случајева, према просторној дистрибуцији, можемо уочити раздвајање деце према старости па се у приземље смештају деца старосне доби која похађају вртић, док се јаслене групе смештају на спратове, уз могућност коришћења тераса за боравак на отвореном.

Дечије установе се у највећем броју случајева граде без подрумских просторија (скоро 60% случајева) или са једном подрумском етажом (око 35%) у коју се смештају помоћне просторије, најчешће оставе за огрев, док већи број подземних етажа уопште није уочен. (Графикон 2.6.)

Графикон 2.5. Заступљеност зграда предшколских установа према спратности – у односу на број надземних етажа [%]

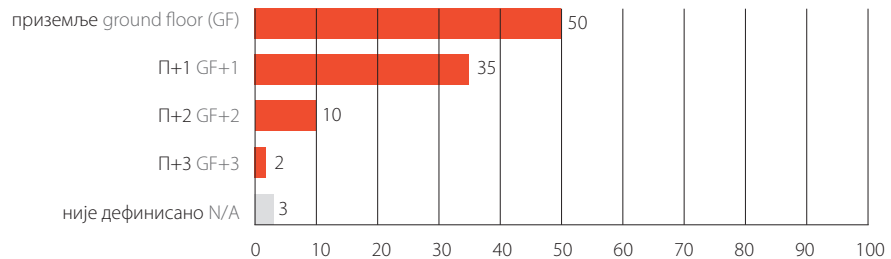


Figure 2.5. Distribution of preschool buildings by the number of floors, relative to aboveground levels [%]

Графикон 2.6. Заступљеност зграда предшколских установа према спратности – у односу на број подземних етажа [%]

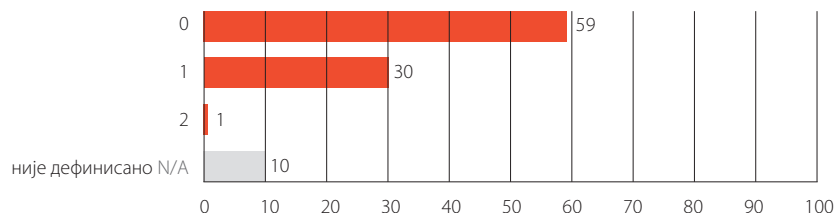


Figure 2.6. Distribution of kindergartens by the number of floors, relative to underground levels [%]

Тип крова и коришћење поткровне етаже

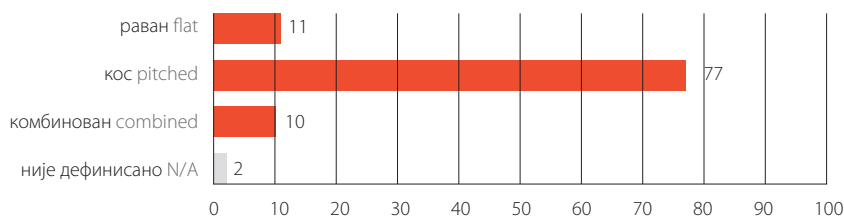
Према облику крова, далеко највећи број зграда дечијих установа има кос кров, чак 77%. (Графикон 2.7.). Раван кров, или комбинација ова два типа крова, заступљен је врло ретко. Добијени резултати истраживања приказују тренутно стање ових зграда које се често разликује од пројектованог. Уобичајена је пракса, током експлоатације зграда, да се недостатак простора или проблем цурења равних кровова решава надоградњом косих кровова уз често активирање таванског простора. На појединим зградама је приметна и санација изградњом плитког косог крова.

Графикон 2.7. Заступљеност зграда предшколских установа према типу крова [%]

Roof type and attic use

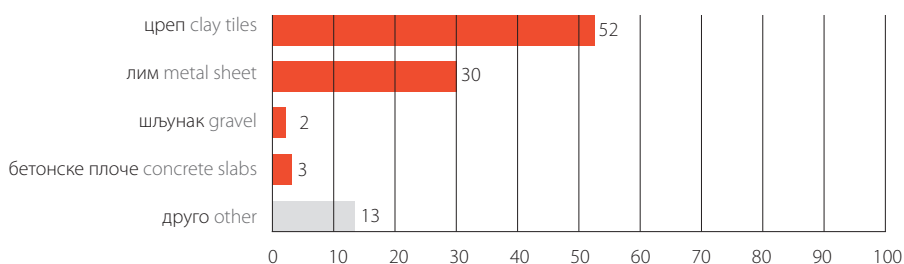
Most childcare facilities, as many as 77%, have a pitched roof, while flat roofs or combinations of these two types are rare (Figure 2.7). The research results indicate that the current condition of the buildings frequently differs from the original design. It was common practice to provide a solution to the lack of usable space or a leakage problem on the flat roof by upgrading to a pitched roof and, at the same time, frequently activating the attic area. Also, a number of buildings were rehabilitated by the addition of a low-pitched roof.

Figure 2.7. Distribution of preschool buildings by the roof type [%]



Графикон 2.8. Заступљеност различитих кровних покривача [%]

Figure 2.8. Distribution of roofing materials [%]



Заступљеност различитих кровних покривача приказана је на Графикону 2.8. Констатујемо да је, у складу са нашом традицијом, највећи број зграда покривен црепом, а код кровова мањег нагиба најчешће се користи лим. Равни кровови су покривени шљунком у случају када су непроходни или бетонским плочама када се користе као кровне терасе.

Тавански простор се, у највећем броју случајева, функционално не користи, док је смештај групних

The distribution of the roofing materials is shown in Figure 2.8. It can be noted that most buildings were traditionally clad in clay tiles while metal sheets were used mostly for low-pitched roofs. The flat roofs were either clad in gravel or in concrete slabs if they were used as roof terraces.

The attic space is generally not functionally used, while group accommodation areas in the attic are very rare (Figure 2.9). The use of the attic is most common in

простора за децу у поткровљу зграда изузетно ретко заступљен. (Графикон 2.9.) Коришћење поткровља се најчешће среће приликом адаптације стамбених вила у дечије установе и то када недостаје корисни простор, а висина таванског простора то омогућава.

Графикон 2.9. Коришћење таванског простора у зградама предшколских установа [%]

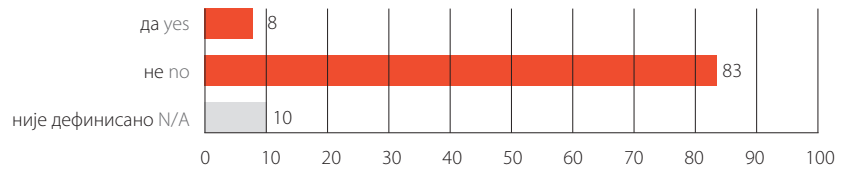
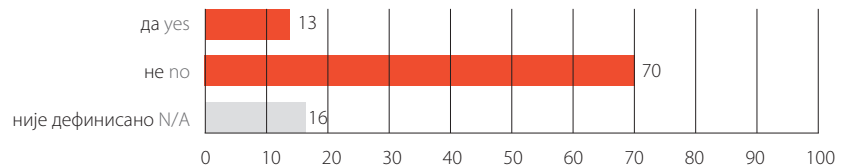


Figure 2.9. The use of the attic in kindergartens [%]

Код објеката код којих се не користи тавански простор, међуспратна конструкција према негрејаном тавану у највећој мери није изолована. (Графикон 2.10.)

Графикон 2.10. Постојање термоизолације у склопу таванице ка негрејаном тавану [%]



In buildings with unused attic space, the floor construction to the unheated attic generally was not thermally insulated (Figure 2.10).

Figure 2.10. The existence of thermal insulation in the floor construction to the unheated attic [%]

Коришћење подрумских простора

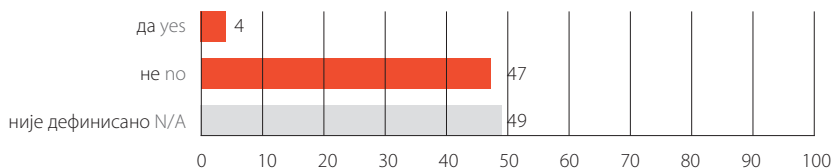
Већ поменута чињеница да највећи број зграда дечијих установа нема подрум утицала је и на мали узорак на основу кога се дефинише коришћење подрумске етажне зграда тамо где она постоји. У случајевима када зграда има подрум, слично третману таванског простора, користи се као помоћни простор који се не греје, а таваница ка подруму у свом склопу нема слој термичке заштите, што је илустровано на Графикону 2.11. Само у 4% случајева постоји термоизолујући слој у таваницама ка подруму. На основу ових података се претпоставља да је коришћење подрума за примарну функцију почело накнадно, услед

Basement use

The fact that most of the buildings of childcare institutions did not have a basement had its bearing on the small sample upon which the use of the underground levels was defined in the buildings where they existed. Like the attic, the basement is used as an unheated auxiliary space with the uninsulated construction to the ground floor, as illustrated in Figure 2.11. A thermal insulation layer in the floor to the basement was found in only 4% of cases. It can be assumed that the use of the basement for the primary function began as spatial requirements increased and, possibly, after connecting the building to the district heating system. However, these

повећаних просторних захтева и, вероватно, по прикључењу зграде на даљински систем грејања. Ипак, ове констатације се, без даљег истраживања на терену, сматрају претпоставкама.

Графикон 2.11. Постојање термоизолације у склопу таванице ка негрејаном подруму [%]



findings can be regarded as assumptions until further field research.

Figure 2.11. The existence of thermal insulation in the floor construction to the unheated basement [%]

Број и величина прозорских отвора и тип прозора на фасади

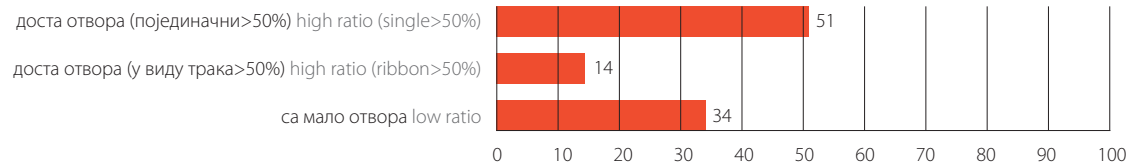
Анализа заступљености прозора на фасади је урађена према основним архитектонским карактеристикама зграда, према доминантним начинима третмана прозорских отвора карактеристичних за различите историјске периоде. У ранијим периодима пројектовања и изградње у нашој архитектонској пракси, прозори су третирани појединачно, као мањи отвори, са већим бројем подеоних пречки, узрокујући често и недовољан осветљај у простору. Са напретком индустрије и појавом квалитетнијих прозора и могућношћу уградње већих стаклених површина, као и увођењем прописа са дефинисаним нивоима осветљаја и висине парапета у односу на намену простора, и прозорски отвори су постали већи обезбеђујући квалитетан осветљај, али и бољи визуелни контакт са спољном средином. Више од 50% вртића има велику површину фасаде под прозорима, али су то и даље појединачни отвори, док се прозори постављени у виду трака не могу сматрати карактеристиком зграда дечијих установа. (Графикон 2.12). Око 35% зграда са мало отвора на фасади процентуално одговара и класификацији према години изградње, те се може сматрати да су то старији објекти, зидани у ранијим периодима, адаптиране зграде које су првобитно имале другу намену.

Number, size and type of windows and window-to-wall ratio

The facade window-to-wall ratio was analyzed with respect to the basic architectural characteristics of the buildings or the predominant treatment of this feature throughout the periods. In the early design and construction periods, windows were treated as small single openings with a number of muntins, which frequently provided insufficient lighting of the space. With the advancement in window manufacturing that enabled the installation of large glass surfaces, as well as the introduction of regulations that defined the illumination levels and parapet heights relative to the purpose of the space, the window openings became larger, providing not only good lighting conditions, but also better visual contact with the outside environment. More than 50% of the kindergartens have a high window-to-wall ratio, with windows organized as single openings rather than as ribbons, which is a feature that cannot be viewed as characteristic of kindergarten buildings (Figure 2.12). The 35% of buildings with a low window-to-wall ratio corresponds with the periodical classification; these buildings can be considered as old structures either built in the earlier periods, or later adapted and repurposed.

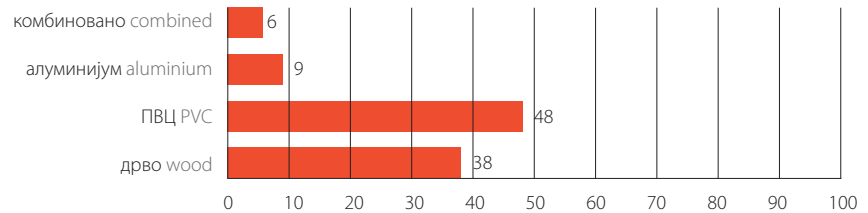
Графикон 2.12. Удео прозорских отвора на фасади предшколских установа [%]

Figure 2.12. Facade window-to-wall ratio in preschool buildings [%]



Графикон 2.13. Заступљеност врста прозора према материјалу прозорског оквира [%]

Figure 2.13. Distribution of window types by frame materials [%]



Анализом примењених материјала за израду прозора добијени су интересантни, на први поглед неочекивани, резултати. Наиме, у највећем броју случајева, скоро 50%, заступљени су PVC прозори. Посматрано са историјског аспекта, у нашој пракси је деценијама био једино доступан и коришћен дрвени, а тек касније појавили су се и други типови прозора. Уопштено посматрајући, не узимајући у обзир тип објекта, може се констатовати да су у почетку коришћени прозори са једноструким застакљењем, касније преовлађује двоструки прозор са широком или уском кутијом, потом прозор крило на крило, све до појаве једноструког прозора застакљеног термоизолационим стаклом. Поред дрвених, коришћени су и метални рамови, такозвана црна браварија, израђени од гвоздених кутијастих профила, углавном на помоћним просторима, степеништима, холловима. Алуминијумски прозори су ретко уграђивани код зграда вртића. (Графикон 2.13.)

The analysis of the materials used for windows yielded interesting and seemingly unexpected results: PVC windows accounted for almost 50% of the sample. Historically, wooden windows had been the only available type in the building practice for decades, with a more recent addition of other types of window. The general development shows that, regardless of the type of the building, the earliest wooden windows with single glazing were succeeded by double-framed units in a wide or a narrow box, windows with connected double frames, and, ultimately, single-frame insulating glass units. Metal casing (iron) was also used in addition to the wooden frames, mostly in the auxiliary spaces, stairways, or halls. Aluminium windows were rarely installed in kindergarten buildings (Figure 2.13).

Велика заступљеност PVC прозора резултат је, у највећој мери, процеса санације зграда. У ранијим периодима градње PVC прозори нису били доступни. Санација је најчешће обухватала замену дотрајалих дрвених и металних прозора и, евентуално, поправку крова, док су остале мере ретко примењиване. PVC прозори са двоструким стаклопакетом по коефицијенту пролаза топлоте далеко су ефикаснији од старих, дотрајалих дрвених прозора, а и далеко боље заптивају, тако да је заменом прозора унапређена енергетска ефикасност зграда предшколских установа.

Иако је примена ове мере обнове у великом броју случајева довела до побољшања енергетског разреда за једну класу, како је нашим прописима о термичкој заштити објеката условљено¹¹, PVC прозори уграђивани при реконструкцији најчешће не одговарају данашњим захтевима регулативе¹². Зато се, као једна од мера унапређења зграда дечијих установа, примењује и мера која дефинише само замену прозора, али са карактеристикама које захтевају савремени прописи.

Треба истаћи да, код зграда предшколских установа где су прозори замењени, мера поновне замене може довести до жељеног побољшања само ако су прозори изузетно квалитетни и уграђени тако да се постигне још боља заптивеност.

Застори

Спољашњи застори се сматрају најефикаснијим средством које спречава прегревање настало као последица директног утицаја Сунца, али су они ретко пројектовани и уграђени у зграде предшколских установа. (Графикон 2.14). Више од половине зграда има унутрашње засторе који, у сваком случају, доприносе комфору деце спречавајући непотребни бљесак, али не утичу значајније на појаву прегревања. Ипак, више од трећине објеката нема никакве засторе, па се може

¹¹ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр. 61/2011)

¹² За прозоре у постојећим зградама које се обнављају коефицијент пролаза топлоте прозора износи највише $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр. 61/2011)

The high proportion of PVC windows is mostly the result of the renovation processes, as they were not available in the earlier construction periods. Usually, renovation included the replacement of deteriorated wooden and metal windows and sometimes roof repairs, while other measures were rarely applied. Relative to the heat transfer coefficient and sealing properties, PVC double-glazed glass packages are far better than the old, deteriorated wooden windows so that window replacement has improved the energy efficiency of kindergarten buildings.

Although in many cases this renovation measure led to an improvement of one energy class according to our regulations on thermal protection of buildings,¹¹ the PVC windows installed often do not comply with the current requirements.¹² For this reason, as one of the measures for the improvement of kindergartens, there is a proposal that defines only the replacement of windows the performance of which will then be in accordance with the current regulations.

It should be noted that in kindergartens in which windows have already been replaced, the repeated replacement measure can lead to the desired performance only if the windows are of high quality and installed so that air-sealing is even more solid.

Blinds

Although external blinds are the most effective measure to prevent overheating caused by direct sunlight, they were rarely designed and installed in kindergarten buildings (Figure 2.14). More than half of the buildings have internal blinds, which certainly contributes to the children's comfort by preventing unnecessary reflection but does not significantly affect overheating. However, more than a third of the buildings have no blinds, which can lead to a conclusion that such institutions do not

¹¹ The Rulebook on Energy Efficiency of Buildings (*Official Gazette of the RS*, No. 61/2011)

¹² For windows in existing buildings to undergo renovation, the heat transfer coefficient for windows is at least $U=1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, according to the Rulebook on Energy Efficiency of Buildings (*Official Gazette of the RS*, No. 61/2011)

констатовати да у оваквим установама није обезбеђен потребан ниво комфора за боравак деце. Како је спољне засторе тешко уградити, нарочито када се ради о разним типовима фиксних сенила, потребно је да се у оквиру санације зграда предвиде унутрашњи застори као једна од мера побољшања топлотног, али и светлосног комфора.

Графикон 2.14. Постојање застора на зградама предшколских установа [%]

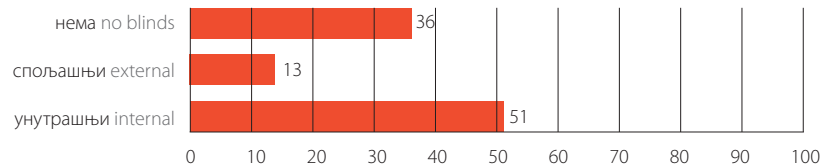


Figure 2.14. The existence of blinds in preschool buildings [%]

reach a comfort level satisfactory for children's accommodation. As external, especially fixed blinds are difficult to install, it is necessary for the renovation of buildings to include internal blinds as one of the measures for improving the thermal and lighting performance.

Примењени материјали фасадног зида

У складу са грађевинском праксом у Србији, најчешће примењивани материјал за зидање зграда предшколских установа јесте опека. У пракси, прво је коришћена пуна, затим ошупљена опека и потом опкарски блок. Ови материјали заступљени су у фасадним зидовима у више од 80% испитаних зграда што је илустровано на Графикону 2.15. Заступљеност осталих материјала је готово незнатна. Армирани бетон је у новије време коришћен углавном као део конструктивног система зграде, али је у мањој мери заступљен и као део завршних слојева фасадног зида.

У анализираној бази зграда предшколских установа нема довољно података о осталим примењеним материјалима, али треба напоменути да се спорадично уочавају и зграде грађене традиционалним техникама, као што су бондрук или ћерпич. Ове историјске зграде би требало чувати и кад изгубе првобитну намену дечије установе. Њихово обнављање треба, у том случају, извршити у складу са захтевима за очување наше културне баштине.

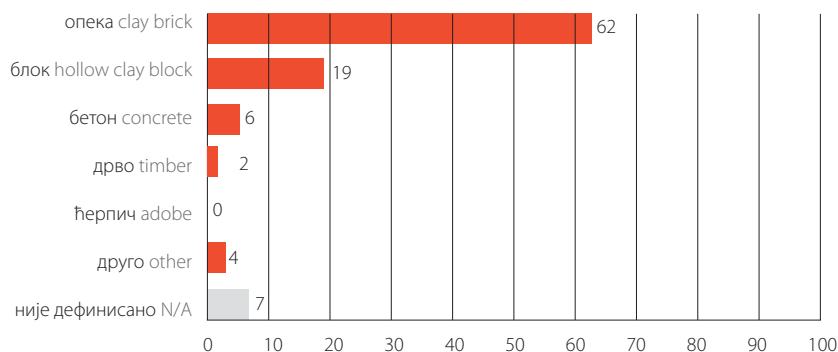
Facade wall materials

Following the common practice in building construction in Serbia, clay brick was used most often as the construction material in kindergartens. The use of solid brick preceded hollow brick and the hollow clay block. These materials can be found in facade walls of more than 80% of the surveyed buildings, while the proportion of other materials is extremely low, as illustrated in Figure 2.15. In recent years, reinforced concrete has been used, mainly as part of the construction system, and to a lesser degree in the final layers of the facade wall.

The analyzed sample of kindergarten buildings does not provide enough information on other construction materials, but sporadic use of traditional techniques such as post and petrail or adobe was noted. These historic buildings should be preserved even if their original use as childcare facilities were to be discontinued. In this case, they should be renovated in accordance with the requirements for the preservation of our cultural heritage.

Графикон 2.15. Процентуална заступљеност примењених материјала фасадног зида [%]

Figure 2.15. Distribution of the materials used for the facade wall [%]



Термоизолација фасадног зида

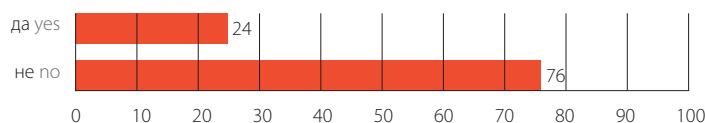
Thermal insulation of the facade wall

Најзначајнији прописи о термичкој заштити зграда који су обухватили све типове зграда, па и зграде предшколских установа, објављени су 1980. године¹³. Ако се упореди број изграђених зграда, у периоду после 1980. године до данас, са бројем зграда које имају термоизолациони слој у саставу фасадног зида, може се констатовати да се ради о истим објектима (у оба случаја 24%, Графикон 2.16) а ова чињеница наводи и на закључак да су старије зграде изграђене без термоизолације.

The most significant regulations on thermal protection of buildings, including preschool facilities, were issued in 1980.¹³ If the percentage of all buildings built after 1980 is compared with the percentage of buildings with thermally insulated facades, it can be noted that these are the same structures (24% in both occurrences, Figure 2.16). It can be concluded that the earlier buildings were built without thermal insulation.

Графикон 2.16. Постојање термоизолације у склопу фасадног зида [%]

Figure 2.16. The existence of thermal insulation in the facade wall construction [%]



Будући да мали број зграда предшколских установа има уграђену термоизолацију, то је анализа везана за дебљину овог слоја рађена на веома малом узорку. Ипак, зможе се закључити да је дебљина примењене термоизолације у највећем броју случајева, што је одговарало тадашњој пракси, до 5cm (у више од 60%

Owing to the low percentage of kindergartens with installed thermal insulation, the analysis of the thickness of the thermal layer could only be done on a very small sample. However, in most cases (more than 60%) the applied thermal insulation was up to 5 cm thick, which corresponded to the practice at the time. Thicker layers of

¹³ ЈУС У.Ј5.600

¹³ ЈУС У.Ј5.600

случајева, Графикон 2.17). Дебљи слојеви термоизолације примењују се у каснијим периодима, нарочито по ступању на снагу савремених прописа¹⁴; констатовано је да има зграда са уграђеном изолацијом и од 15cm, мада у изузетно малом броју. (Графикон 2.17)

Графикон 2.17. Заступљеност различитих дебелина примењене термоизолације фасадног зида [%]

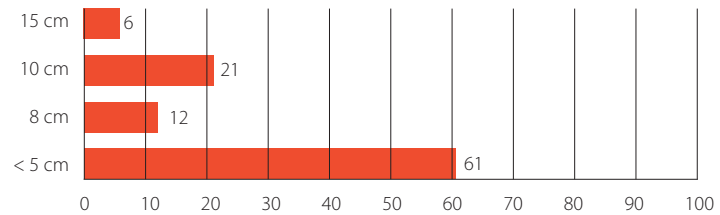


Figure 2.17. Distribution of facade thermal insulation thickness [%]

Преовлађујући тип фасаде

Према завршној обради фасаде, на зградама предшколских установа преовлађује малтер, што одговара традиционалном третману у нашој пракси. Ипак, у више од 20% узорка, на овим објектима се уочава и фасадна опека, док је примена осталих типова фасада занемарљива. (Графикон 2.18).

Зарад могуће обнове фасадних склопова, најчешће примењени материјал, малтер, омогућава лако постављање термоизолационог слоја и нове завршне обраде која у потпуности одговара првобитном изгледу зграде. У случају фасадне опеке, преко постављене термоизолације, уколико се жели да се задржи оригинални изглед зграде, неопходно је поставити додатни завршни слој који својим изгледом подсећа на опеку: опекарске плочице или фасадни панели са завршним слојем који имитира опеку.

Predominant facade types

With respect to facade finishes, most buildings of kindergartens were treated with plaster, traditionally the most commonly used material in our practice. However, facade brick was also used in more than 20% of the sample, while the use of other types of facade finishes is negligible (Figure 2.18).

From the aspect of potential facade renovation, the predominantly used plaster finishing enables easier installation of a new thermal insulation layer and the final rendering that will retain the original appearance of the building. On the other hand, if the original architectural expression is to be kept with a face brick finish, it is necessary to top the thermal insulation with an additional layer that will resemble brickwork, such as brick tiles or faux brick facade panels.

¹⁴ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр. 61/2011)

¹⁴ The Rulebook on Energy Efficiency of Buildings (*Official Gazette of the RS*, No. 61/2011)

Графикон 2.18. Заступљеност различитих типова материјализације завршне обраде фасаде [%]

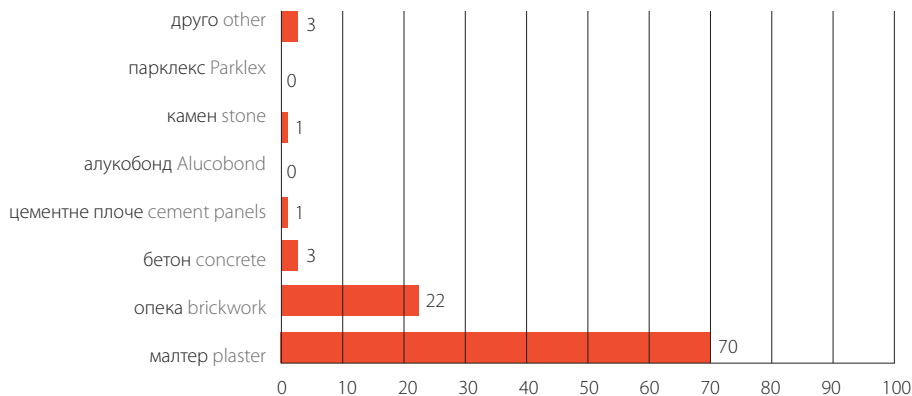


Figure 2.18. Distribution of different facade finishing materials [%]

Стање исправности зграде

У вези са проценом стања исправности зграде, на постављено питање о потреби за одређеним интервенцијама, понуђено је пет могућих одговора у складу са стањем исправности које се најчешће среће у пракси. То су следеће могућности:

1. исправна
2. потребна поправка или делимична замена
3. потребна реконструкција, адаптација или замена елемената термичког омотача
4. дотрајала
5. недовршена

Више од половине зграда у којима су смештени објекти предшколских установа, према спроведеном истраживању, захтева неку врсту интервенције. Сматра се исправним 30% зграда, док је око 10% објеката дотрајало. Највећи број интервенција које су потребне при обнови зграда односе се на поправку фасаде, крова или замену прозора. Стање исправности зграда дечијих установа у Србији приказано је на Графикону 2.19.

Condition assessment of the building

In order to assess the condition of the building, five possible responses were offered to the question whether any improvements were required that were in accordance with the conditions most often encountered in practice, as follows:

1. In good condition
2. In need of repair or partial replacement
3. In need of reconstruction, renovation, or replacement of elements of the thermal envelope
4. In disrepair
5. Unfinished

According to the survey, more than half of the buildings of preschool facilities required some interventions, 30% of the buildings were considered to be in good repair, while approximately 10% were assessed to be in disrepair. Most interventions required for the renovation referred to facade and roof repairs, or window replacement. The condition assessment of the kindergarten buildings in Serbia is shown in Figure 2.19.

Графикон 2.19. Стање исправности школских зграда [%]

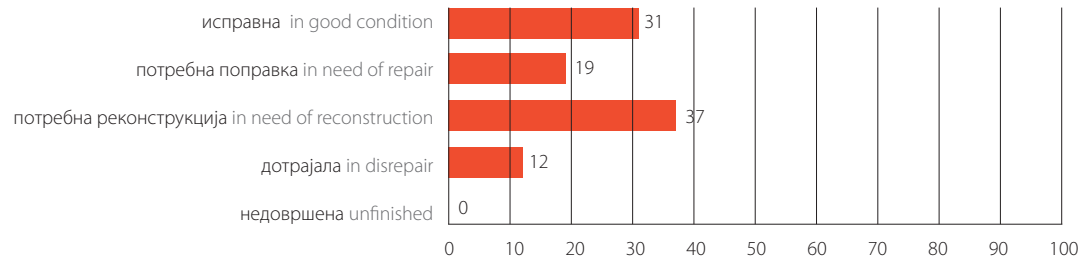


Figure 2.19. Condition assessment of kindergartens [%]

Будући да је готово 12% зграда класификовано као дотрајало, намеће се питање доношења исправних стратешких одлука приликом њиховог третмана. Зграде које се не могу, на одговарајући начин, обновити и нису више за даље коришћење сигурно не треба чувати. Истовремено, зграде које више немају намену предшколских установа се могу обновити и рехабилитовати уз промену намене, поготово када је реч о зградама које имају историјски значај.

The fact that nearly 12% of the buildings were assessed to be in disrepair gives rise to the issue of making correct strategic decisions as to their treatment. The buildings that are beyond adequate repair and are not suitable for further use should certainly not be preserved. However, the buildings that can be restored even if they are no longer intended for kindergartens should be rehabilitated and re-purposed, especially if they have historical significance.

Режим коришћења зграда предшколских установа

Зграде предшколских установа се већином користе, за разлику од школских зграда, током целе године, док се изузетно мали број употребљава са летњом, то јест зимском паузом. (Графикон 2.20)

Working time patterns in preschool facilities

In contrast to school buildings, kindergartens are mostly used throughout the year, with very few buildings closing for the summer or winter breaks (Figure 2.20).

Графикон 2.20. Годишњи режим коришћења зграде [%]

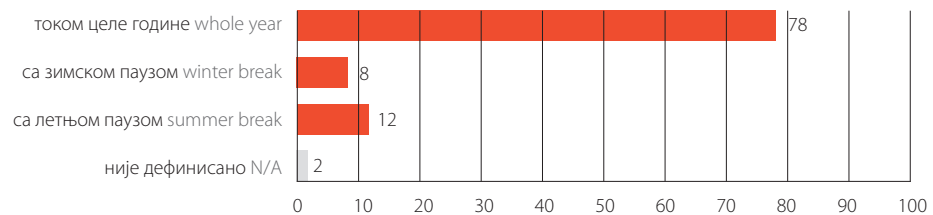


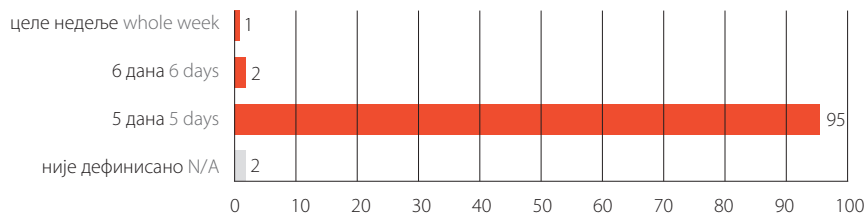
Figure 2.20. Annual working time patterns in preschool facilities [%]

Анализа недељног режима коришћења указује да се зграде скоро искључиво користе пет дана недељно, што одговара нашој пракси да боравак деце у овим установама није организован у данима викенда. (Графикон 2.21.)

An analysis into the weekly working time pattern indicates that the facilities are generally used five days per week, which corresponds to the practice to organize childcare service during the weekdays only (Figure 2.21).

Графикон 2.21. Недељни режим коришћења зграде [%]

Figure 2.21. Weekly working time patterns in preschool facilities [%]



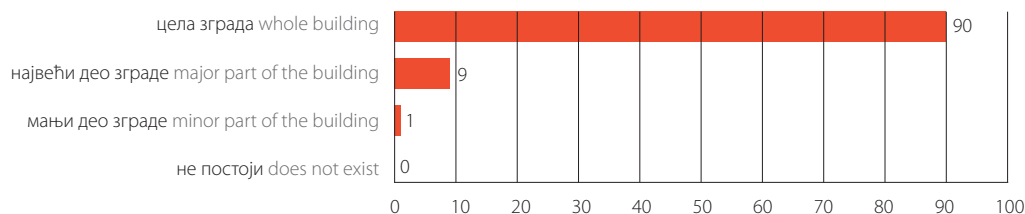
2.2. Термотехничке инсталације

У склопу процеса прикупљања података о зградама предшколских установа, одређени број питања је посвећен стању термотехничких инсталација у њима¹⁵. На жалост, на изванредан број питања нису дати одговори, па је за поједине анализе коришћен нешто мањи узорак од укупног броја анкетираних вртића (563). Узрок треба тражити у недоступности тражених података, као и потребном нивоу обучености и техничког знања анкетара.

Грејање, вентилација, климатизација

Већини зграда предшколских установа (90%) постоје инсталације грејања у целој или највећем делу зграде, што је и очекивано и у складу са климатским карактеристикама Србије. (Графикон 2.22.)

Графикон 2.22. Расподела покривености зграда предшколских установа грејањем [%]



¹⁵ Зграде школских и предшколских установа – методолошки оквир формирања типологије и побољшања енергетске ефикасности

2.2. HVAC and DHW systems

The survey of the buildings accommodating preschool institutions included a number of questions related to the current state of the systems installed for heating, ventilation, air conditioning and domestic hot water preparation.¹⁵ Unfortunately, there were no responses to some of the questions, so that certain analyses had to be done on a sample slightly smaller than the total number of the analyzed buildings (563). This was probably caused by the unavailability of data or the required technical expertise of the interviewers.

Heating, ventilation, air conditioning

Most schools (90%) had a heating system installed in the whole building or in the major part of the building. This was quite expected considering the climatic conditions of Serbia (Figure 2.22).

Figure 2.22. Distribution of heating in preschool buildings [%]

¹⁵ School and Kindergarten Buildings – A methodological framework for the formation of typology and the improvement of energy efficiency

Графикон 2.23. Расподела покривености зграда предшколских установа вентилацијом [%]

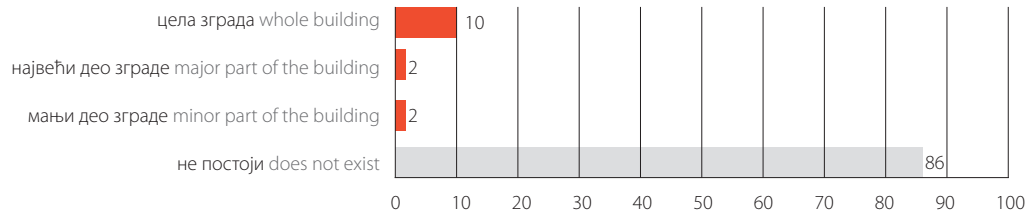


Figure 2.23. Distribution of ventilation in preschool buildings [%]

Највећи број зграда предшколских установа, с обзиром на период изградње, пројектован је и изграђен без инсталација вентилације и климатизације. За разлику од школа које углавном не раде за време летњег распуста, предшколске установе су у функцији током целе године. Инсталације вентилације и климатизације поседује релативно мали број зграда и у функцији су само у мањем делу зграде што илуструју Графикон 2.23. и Графикон 2.24. Треба истаћи да је у последње време примећена појава климатизовања целокупног простора предшколске установе што несумњиво доприноси повећању комфора.

With respect to the period of construction, most preschool facilities were designed and built without any HVAC systems. In contrast to schools, which generally do not work during the summer break, preschool facilities are operational throughout the year. Ventilation and air conditioning systems were applied in a relatively small number of facilities, and are functional only in the minor part of the building (Figures 2.23 and 2.24). It should be noted that there has been a recent trend of covering the entire space of the preschool facility by air conditioning, which certainly increases their comfort.

Графикон 2.24. Расподела покривености зграда предшколских установа климатизацијом [%]

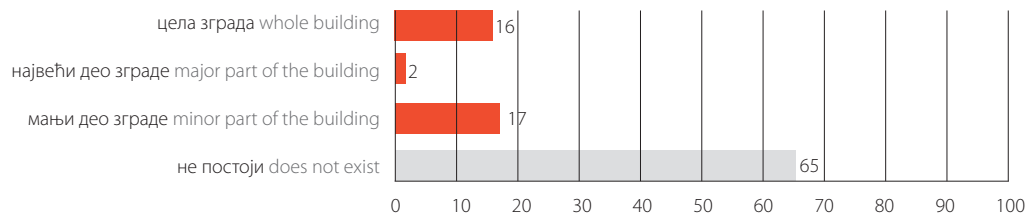


Figure 2.24. Distribution of air conditioning in preschool buildings [%]

Старост система грејања

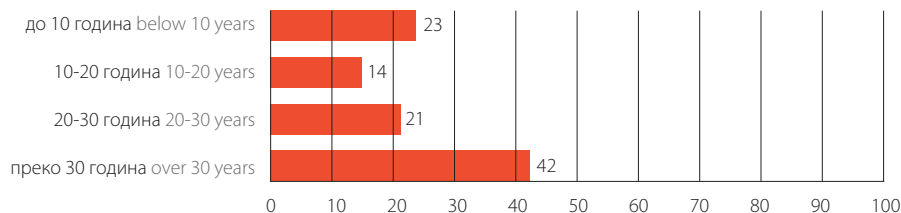
У већини зграда предшколских установа преовлађују старе инсталације грејања које углавном раде с малим степеном искоришћења горива. Заступљеност система за грејање који су тренутно у функцији, према старости, може се јасно видети на Графикону 2.25. Уочава се да се у последње време гради доста нових зграда, док се постојеће реновирају уз уградњу нових инсталација за грејање.

Age of HVAC systems

The majority of preschool facilities had old heating systems, usually working with small efficiency. The percentage distribution by the age of the currently used heating systems can be seen in Figure 2.25. It should be noticed that recently there have been a considerable number of new buildings under construction, while the existing ones have been renovated with new heating systems reinstalled.

Графикон 2.25. Старост система за грејање у зградама предшколских установа [%]

Figure 2.25. The age of heating systems in preschool buildings [%]

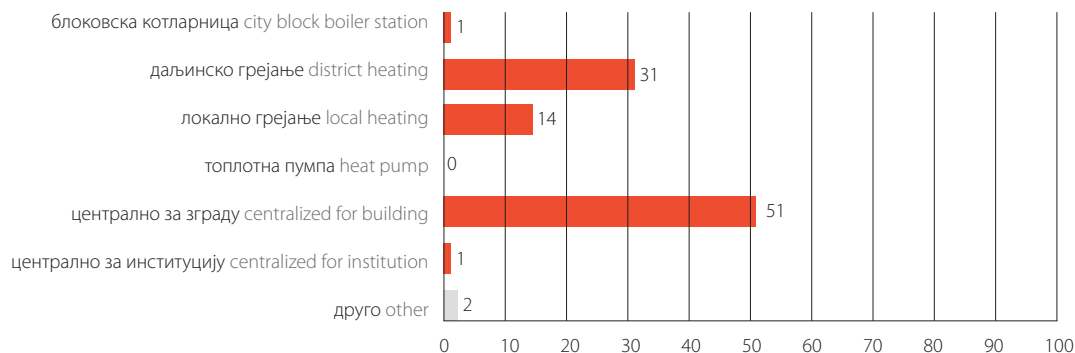


Када се анализирају системи грејања у зградама предшколских установа, најчешће је у примени систем централног грејања са сопственом котларницом. У централизоване системе грејања убрајају се и грејања из блоковских котларница, као и из комуналног система даљинског грејања. За разлику од школских зграда, у предшколским установама су далеко мање заступљени системи локалног грејања. (Графикон 2.26.)

Among all the analyzed heating systems in preschool facilities, the centralized heating system with its own boiler on the premises was the most common. Other centralized systems used were the city block boiler stations and the district heating system. In comparison to school buildings, the use of the local heating system in preschool facilities was by far lower (Figure 2.26).

Графикон 2.26. Заступљеност различитих система за грејање у зградама предшколских установа [%]

Figure 2.26. Distribution of heating systems in preschool buildings [%]



Врсте горива

Врсте горива и енергенти који се највише користе у зградама предшколских установа приказани су на Графикону 2.27. С обзиром на то да преовлађују централни системи грејања, највише се користе (директно или индиректно) природни гас који је еколошки најприхватљивије фосилно гориво, а затим течна горива.

Fuel types

Fuel and energy sources that prevailed in preschool facilities are shown in Figure 2.27. The predominance of centralized heating systems resulted in the highest consumption, directly or indirectly, of natural gas as the most environmentally friendly fossil fuel, followed by liquid fuels.

Графикон 2.27. Заступљеност основног енергента за грејање зграда предшколских установа [%]

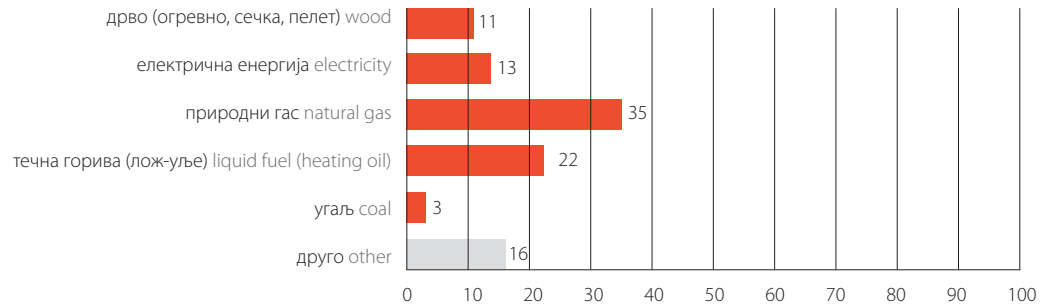
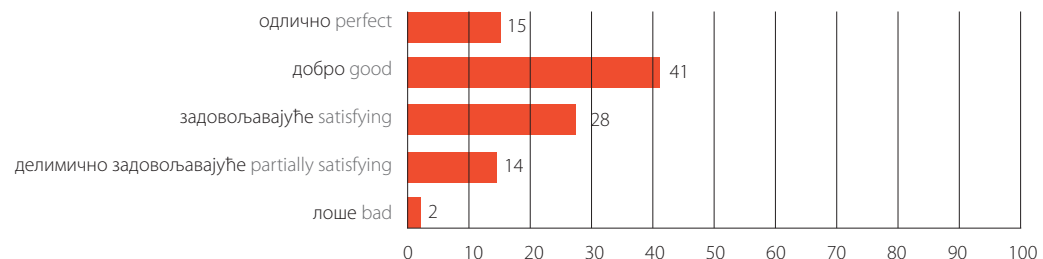


Figure 2.27. Distribution of main energy sources for heating in preschool buildings [%]

Квалитет грејања

Једно од питања у анкети односило се на оцену корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа, пре свега о постизању термичких услова угодности. Обрада одговора корисника приказана је на Графикону 2.28. Чињеница да највећи број корисника (скоро 70%) грејање оцењује као добро или задовољавајуће указује да системи грејања добро функционишу. Посматрајући „екстремне“ оцене о квалитету грејања може се запазити да је приближно једнак број корисника који грејање у својој предшколској установи оцењују као одлично и оних који су делимично задовољни или сматрају да је грејање лоше. Податак да 16% корисника није задовољно грејањем, индикативан је, и указује на неопходну реконструкцију оних зграда у којима су неадекватни услови термичког комфора или представљају неефикасне потрошаче енергије.

Графикон 2.28. Оцена квалитета грејања у зградама предшколских установа [%]



Quality of heating

One of the questions in the survey was related to the level of user satisfaction with the quality of heating in buildings of preschool institutions, primarily in terms of evaluating whether thermal comfort was achieved. The processed user responses are shown in Figure 2.28. As most users (almost 70%) evaluated the quality of heating as good or satisfactory, the heating systems seem to be functioning well. With regard to the “extreme” evaluations of the quality of heating, it can be noted that there was approximately the same number of users who considered heating in their preschool as excellent as those who were only partially satisfied or felt that the heating was unsatisfactory. The information that 16% of users were not satisfied with heating is indicative and points to the necessary reconstruction of those buildings in which thermal comfort is inadequate or energy use is inefficient.

Figure 2.28. Evaluation of the quality of heating in preschool buildings [%]

Обрадом анкете о енергетским карактеристикама зграда предшколских установа утврђена је корелација између инсталисаног система за грејање и оцене корисника о квалитету грејања у њима. Најчешће је као одлично и добро оцењено централно грејање (из сопствене котларнице или система даљинског грејања). Интересантно је да је централно грејање, заједно са локалним грејањем, добило и највише лоших оцена – делимично задовољавајуће. Ипак, број позитивних оцена је далеко већи, што охрабрује.

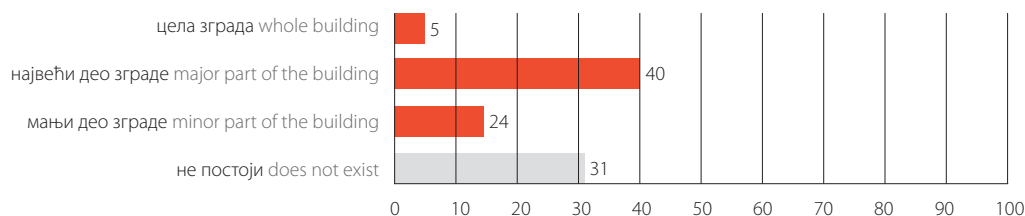
Утврђена је и корелација између основног коришћеног енергента и оцене квалитета грејања корисника. Највишом оценом је оцењен квалитет грејање када се користи природни гас као еколошки најприхватљивије фосилно гориво. Међутим, треба истаћи да је процентуална расподела оцене корисника о квалитету грејања у зависности од коришћеног горива прилично равномерна.

Санитарна топла вода

Централна припрема санитарне топле воде (СТВ) није често заступљена у зградама предшколских установа у Србији. (Графикон 2.29.)

Потрошна топла вода се углавном припрема локално, у електричним бојлерима, док само део има и централну припрему санитарне топле воде, највише у оним зградама које имају свој котлао или су на систему даљинског грејања. Уочена је појава да се у последње време у зграде предшколских установа уграђује систем за централну припрему санитарне топле воде. Такође, претпоставка је да су у зграде из ранијег периода изградње накнадно уграђени бојлери, јер у старијим објектима нису ни постојали.

Графикон 2.29. Покривеност зграда предшколских установа системима за припрему СТВ-а [%]



The analysis of the HVAC systems in the survey revealed the correlation between the type of the heating system and the users' evaluation of the quality of heating. Best ratings were attributed to the centralized heating systems (with their own boiler on the premises or connected to district heating). Interestingly, centralized systems, local heating included, also had the greatest proportion of partially satisfied users. However, it is encouraging that positive rankings considerably outnumbered the negative ones.

The correlation between the main energy source and the evaluation of the heating quality was also established. The users were most satisfied with the use of natural gas, as the most environmentally friendly fuel. However, it should be noted that the percentage distribution of the users' evaluation of the quality of heating relative to the fuel used was fairly even.

Domestic hot water

Domestic hot water (DHW) preparation is not widely used in the buildings of preschool institutions in Serbia (Figure 2.29).

Sanitary hot water is usually prepared locally, using electric heaters, while only a number of preschool facilities, mostly those with their own boiler or those connected to the district heating system, have centralized DHW preparation. Recently, a trend of installing a centralized DHW preparation system has been observed. It is assumed that some of the older preschool facilities had heaters subsequently installed, as there had not been any originally.

Figure 2.29. Distribution of DHW preparation in preschool buildings [%]

Највећи број зграда предшколских установа греје воду помоћу бојлера који су проточни и акумулациони. Акумулисана топла вода у акумулационим бојлерима се временом хлади, чиме се губи енергија. Проточни бојлери греју воду када се она и користи, тако да су топлотни губици мањи, али се електроенергетски систем оптерећује већом снагом, што ствара додатне губитке електричне енергије у инсталацијама и напојној мрежи. У упитнику питање о типу уграђеног бојлера није постављено, тако да није познато који тип и са коликом заступљеношћу се користи у вртићима.

2.3. Електроенергетске инсталације

Потрошња електричне енергије

Да би се омогућио увид у потребе зграда предшколских установа за електричном енергијом и одредиле могуће мере за унапређење енергетске ефикасности, неопходно је прикупити и обрадити податке о годишњој потрошњи електричне енергије по јединици површине изражене у kWh/m². У предшколским установама се електрична енергија најчешће користи за добијање санитарне топле воде, загревање просторија, припрему хране, рад осветљења, као и различитих електричних уређаја. На основу прикупљених података о 563 зграде, 66% је дало информацију о годишњој потрошњи електричне енергије. На Графикону 2.30. је приказан хистограм годишње специфичне потрошње електричне енергије зграда предшколских установа приказан у kWh/m². Специфична потрошња електричне енергије се креће у опсегу од око 10 kWh/m² до око 110 kWh/m². Са приказаног графика се може видети да трећина зграда предшколских установа троши мање од 30 kWh/m² годишње. Са друге стране, свега 10% зграда троши више од 75 kWh/m². Просечна специфична потрошња електричне енергије у предшколским установама у Србији износи 41,65 kWh/m² годишње. Из спроведених анализа може се закључити да је потрошња у зградама предшколских установа у Србији већа у односу на школске објекте.

Most preschool facilities use water heaters that have either a continuous-flow or a storage tank. While storage heaters use less power than those with continuous flow, the stored hot water cools over time resulting energy losses. The continuous flow heaters heat the water on demand so that the heat losses are lower, but they require higher power inputs, which causes additional power losses in the installations and the supply network. As the survey did not contain questions about the type of water heaters installed, there is no information on the type and distribution of their use in preschool facilities.

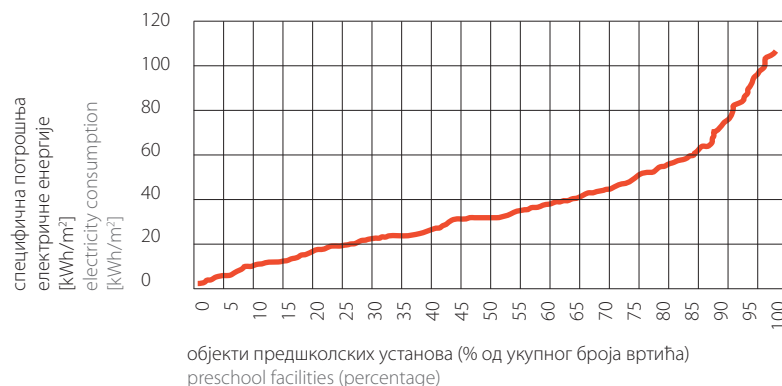
2.3. Electrical power and energy systems

Electric power consumption

In order to gain insight into the demand for electric power in the buildings of preschool institutions and to determine the potential measures for improving their energy efficiency, it was necessary to collect and process data on annual consumption per area unit expressed in kWh/m². In preschool facilities, electricity is most often used for domestic hot water preparation, heating, food preparation, lighting, and the operation of various electrical appliances. The analysis of the data collected for 563 buildings showed that 66% provided information on the annual power consumption. Figure 2.30 shows the histogram of annual specific power consumption of the preschool facilities expressed in kWh/m². While the approximate range of specific power consumption lay between 10 kWh/m² and 110 kWh/m², one third of the kindergarten buildings consumed less than 30 kWh/m² per year and only 10% of the buildings consumed more than 75 kWh/m². The average specific power consumption in Serbia in kindergartens is 41.65 kWh/m² per year. The research analysis suggested that in Serbia, electric power consumption in kindergarten buildings was higher than in school buildings.

Графикон 2.30. Потрошња електричне енергије по m² у зградама предшколских установа

Figure 2.30. Electricity consumption per m² in preschool buildings



Употреба клима-уређаја

Употреба клима-уређаја у зградама предшколских установа може се посматрати као део електроенергетских инсталација, будући да у Србији ове институције углавном нису покривене централним системом климатизације. У поређењу са школама, заступљеност клима-уређаја у зградама предшколских установа је знатно већа, мада и даље преко 60% зграда нема никакав вид климатизације. Што се тиче преосталих 40% објеката, 15% њих је у потпуности климатизовано, а 25% у мањој мери. Локална употреба клима-уређаја је најчешће заступљена у радним просторијама управе.

Електрично осветљење

Вештачко осветљење је један од већих потрошача електричне енергије у зградама предшколских установа, те је његовим унапређењем могуће повећати укупну енергетску ефикасност. Најзаступљенији видови осветљења су инкадесцентно осветљење (сијалице са ужареном нити), флуоресцентно осветљење, штедљиве сијалице (CFL) и LED осветљење. У зградама предшколских установа у Србији најзаступљеније су флуо цеви, па инкадесцентно осветљење. Штедљиве сијалице и LED осветљење још увек нису толико заступљени, али се очекује да ће њихов процентуални

Use of air conditioners

The use of air conditioners in kindergarten buildings in Serbia can be viewed as part of the electric power system, since it is largely not centralized in a system. Compared to schools, the distribution of air conditioners in preschool facilities is considerably higher, although more than 60% of buildings have no air conditioning. In the remaining 40% of the facilities, 15% are fully and 25% are partially air-conditioned. Air conditioners used locally are most often found in administration offices.

Electric lighting

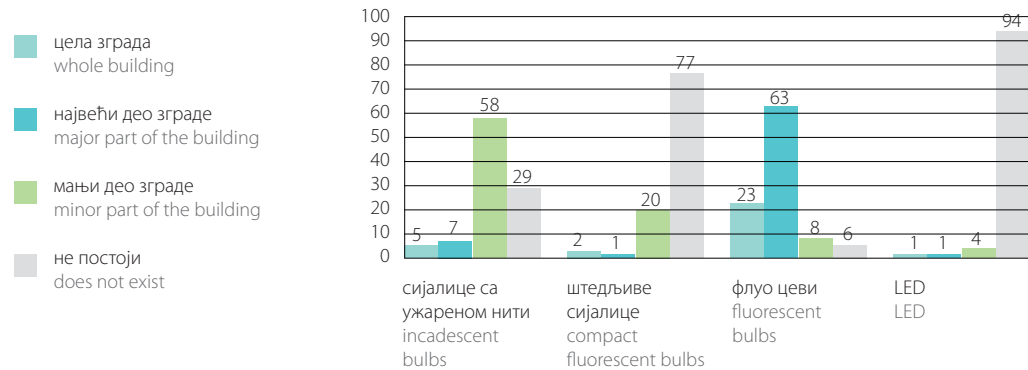
Artificial lighting accounts for a significant share of power consumption in kindergarten buildings, and the improvement in the lighting system can lead to an increase in the overall energy efficiency. The most common types of lighting include incandescent (glowing light bulbs), fluorescent, energy-saving (CFL) and LED lighting. In preschool facilities in Serbia, fluorescent tubes are used most frequently, followed by incandescent lighting. Energy-saving and LED lighting is still not widely used, but its percentage share is expected to increase in the future. It should be noted that the type of LED lighting should be chosen based on expert opinion in order to be acceptable for use in kindergartens.

удео у будућности бити све већи. Треба напоменути да приликом избора LED осветљења треба консултовати стручњаке за осветљење како би спектралне карактеристике одабраног LED осветљења биле прихватљиве за просторије у којима бораве деца. Аутоматска контрола осветљења врло је ретка. На основу прикупљених података, просечно време рада вештачког осветљења у зградама предшколских установа у Србији износи 6,5 сати. На Графиконима 2.31, 2.32. и 2.33. приказана је процентуална заступљеност различитих типова осветљења, заступљеност аутоматске контроле осветљења, као и просечна дневна употреба вештачког осветљења у зградама предшколских установа.

Automatic lighting control is very rare. The research results indicate that the average daily use of artificial lighting in kindergarten buildings in Serbia is 6.5 hours. Figures 2.31, 2.32 and 2.33 show the percentage distribution of different types of lighting, the share of automatic lighting control, and the average daily use of artificial lighting, respectively.

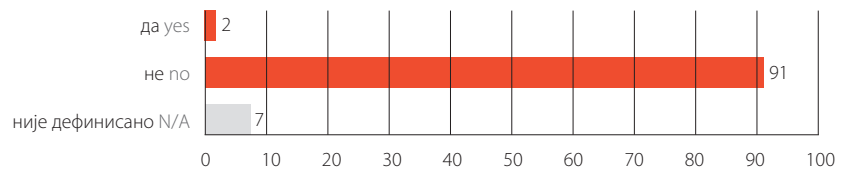
Графикон 2.31. Употреба различитих типова осветљења у зградама предшколских установа [%]

Figure 2.31. The use of different types of lighting in preschool buildings [%]



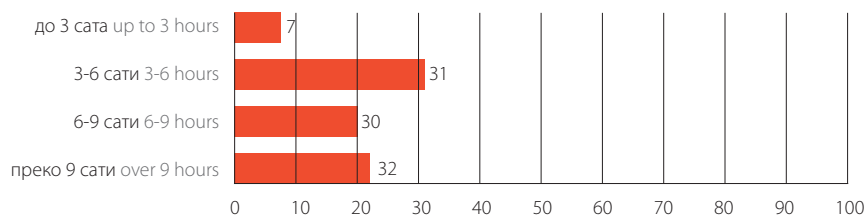
Графикон 2.32. Заступљеност аутоматске контроле вештачког осветљења у зградама предшколских установа [%]

Figure 2.32. Distribution of automatic control of artificial lighting in preschool buildings [%]



Графикон 2.33. Просечна дневна употреба вештачког осветљења у зградама предшколских установа [%]

Figure 2.33. Average daily use of artificial lighting in preschool buildings [%]



Употреба фотонапонских система

Фотонапонски системи омогућавају локалну производњу електричне енергије из енергије соларног зрачења. Поред тога што представљају обновљив извор енергије, локалном производњом електричне енергије се значајно смањују губици који настају у преносној и дистрибутивној мрежи. (Бабић, Ђуришић, Жарковић, 2015). Позитиван ефекат изградње фотонапонских система на смањење губитака и квалитет напона може се знатно повећати применом управљања потрошњом у зградама предшколских установа (Котур, Ђуришић, 2017.) и смањити снага размене енергије зграда предшколских установа и електроенергетског система. Иако постоји велики потенцијал за њихову изградњу на крововима предшколских установа, фотонапонски систем је, према доступним информацијама, за сада у Србији инсталиран на крову само једног објекта предшколске установе. Инсталирана снага овог система је $2,8 \text{ kW}_p$. Највећи број зграда предшколских установа има коси кров, често јужне оријентације, што омогућава ефикасно коришћење фотонапонских система па је од приоритетне важности предузети мере за инсталацију фотонапонских панела на објектима предшколских установа. Овај вид инсталација на школским и предшколским објектима, поред енергетских ефеката, има и едукативан значај.

Use of photovoltaic systems

Photovoltaic systems enable local generation of electric power using solar energy. In addition to being a renewable energy source, local power generation also contributes to the substantial reduction of losses in the transmission and distribution networks (Babić, Đurišić, Žarković, 2015). The positive effect of integrating photovoltaic systems on power losses reduction and voltage quality can be particularly well combined with the demand side management in preschool facilities (Kotur, Đurišić, 2017), which would reduce the power exchange between the facility and the electric power system. Although there is great potential for installing photovoltaic systems on the kindergarten roofs, according to the collected data, only one kindergarten in Serbia has photovoltaic systems on its roof. The installed generating capacity of this system is 2.8 kW_p . The fact that most kindergartens have pitched roofs often oriented to the south makes the efficient use of photovoltaic systems possible. The significance of this measure is not only in energy savings and CO_2 emission reduction but mostly in its educational character.

3. ДЕФИНИСАЊЕ ТИПОЛОГИЈЕ ЗГРАДА ПРЕДШКОЛСКИХ УСТАНОВА

Класификација зграда предшколских установа

Основна матрица за формирање типологије зграда предшколских установа – вртића, резултат је бројних анализа ауторског тима. Оне су обухватиле развој предшколских установа код нас, развој зграда наменски пројектованих и грађених за предшколске установе, прописе о пројектовању и грађењу зграда предшколских установа и прописе о термичкој заштити зграда. Такође, на формирање типолошке матрице утицали су и бројни други фактори везани за пројектовање и грађење архитектонских објеката: временске прекретнице у развоју техничких и технолошких могућности изградње, развоја система, производа и материјала, као и познавање развоја архитектонске теорије (мисли), то јест стилова у пројектантској пракси код нас, као изузетно важног критеријума. Основна матрица типологије зграда предшколских установа дефинисана је кроз четири временска периода:

- до 1945. године
- 1946–1970.
- 1971–1990.
- после 1991. године

При одређивању типова зграда по величини, коришћена је анализа добијених података са терена, као и пројектантска анализа заснована на могућим организационим шемама базираним на умножавању типичне јединице стандардних димензија са пратећим садржајем и додавањем неопходних холских простора, простора за администрацију, изолацију...

На овај начин дефинисана су три типа зграда предшколских установа (према бруто површини):

- мање, површине до 500 m²
- средње, површине од 500 m² до 2.000 m²
- веће, површине преко 2.000 m².

На Графикону 3.1. представљена је расподела укупног фонда зграда предшколских установа по бруто развијеној грађевинској површини (БРГП).

3. DEFINING THE TYPOLOGY OF KINDERGARTEN BUILDINGS

Classification of Kindergarten Buildings

The basic matrix for the formation of the typology of kindergarten buildings – kindergartens resulted from a set of comprehensive analyses that included the development of preschool institutions in our country, of purpose-designed buildings to accommodate them, and of regulations on their design and construction as well as on thermal protection of buildings. Also, the formation of a typological matrix was influenced by a number of other factors that are related to the design and construction of architectural objects in general, such as the turning points in the advancement of technical and technological capacities in construction, the development of systems, products and materials, as well as the vital expert knowledge of the architectural thought and styles in the design practice particular to our country. The basic matrix of the typology of kindergarten buildings was defined in four time classes:

- until 1945
- 1945–1970
- 1971–1990
- after 1991.

The classification of building types according to size used the analyses of the field data and the possible organizational layouts wherein the typical unit of standard dimensions with amenities was multiplied and the necessary areas were added, such as halls, administration offices, isolation rooms, etc.

Thus, three types of kindergarten buildings were defined:

- small, with the area under 500 m²
- medium-sized, with the area between 500 m² and 2,000 m²
- large, with the area over 2,000 m².

Figure 3.1 shows the distribution of the overall kindergartens stock by the gross floor area (GFA).

Графикон 3.1. Заступљеност зграда предшколских установа по бруто развијеној површини [%]

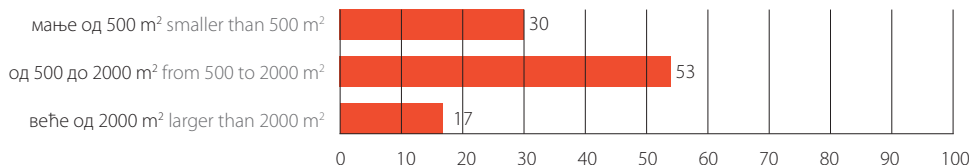


Figure 3.1. Distribution of preschool buildings by gross floor area [%]

Према типу, статистички су најзаступљеније зграде предшколских установа средње величине; оваквих зграда у укупном броју има више од 50% (Графикон 3.2.). Други по заступљености су мали објекти, а ретке су зграде површине веће од 2.000 m².

With regard to type, the statistical preponderance of medium-sized buildings with more than 50% of the total is obvious (Figure 3.2). They are followed by small buildings, while the buildings with the area larger than 2,000m² are the least represented.

Графикон 3.2. Заступљеност малих, средњих и великих зграда предшколских установа, према периоду изградње [%]

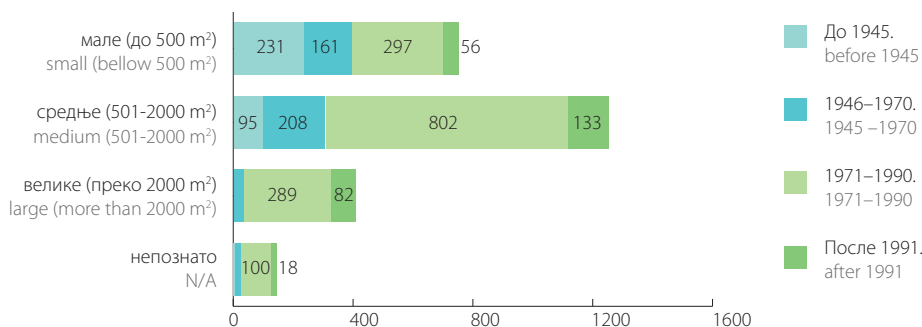


Figure 3.2. Distribution of small, medium-sized and large preschool buildings by the period of construction [%]

Резултати кластер анализе

Као основ за примену поступка кластер анализе¹⁶, будући да није било могуће користити све анализирание карактеристике зграда прикупљених у истраживању, коришћене су само основне карактеристике које се односе на површину и волуметрију објекта, као и на материјализацију термичког омотача: бруто површина зграде, спратност и компактност зграде, карактеристике крова, материјал фасадног зида, као и постојање термоизолације у термичком омотачу.

Results of the cluster analysis

Given the large size of the data gathered in the survey, only the basic characteristics of the buildings were used for the cluster analysis,¹⁶ relative to the area, the volume, and the materialization of the thermal envelope: gross floor area, number of floors and compactness of the floor plan, roof characteristics, facade wall materials, and thermal insulation of the envelope.

¹⁶ Објашњење кластер анализе дато је у Књизи 1 *Зграде школских и предшколских установа – методолошки оквир формирања типологије и побољшања енергетске ефикасности*

¹⁶ The explanation of the cluster analysis is given in *School and Kindergarten Buildings – A methodological framework for the formation of typology and the improvement of energy efficiency*

Табела 3.1. Описи моделских типова предшколских зграда

Table 3.1. Descriptions of the model kindergarten buildings

Период Period	Параметри анализе Analysis parameters	брuto развијена површина (БГП) gross floor area		
		мање од 500 m ² smaller than 500 m ²	од 500 до 2000 m ² from 500 to 2000 m ²	веће од 2000 m ² larger than 2000 m ²
До 1945. Before 1945	БГП gross floor area спратност floors компактност compactness тип крова roof type материјал фасадног зида facade	235 m ² П GF компактна compact кос кров pitched roof опека brick	725 m ² П / П+1 GF / GF+1 компактна compact кос кров pitched roof опека brick	
1946–1970. 1946–1970	БГП gross floor area спратност floors компактност compactness тип крова roof type материјал фасадног зида facade	460 m ² П GF делимчно разуђена partially complex кос кров pitched roof опека brick	720 m ² / 1450 m ² П / П+1 GF / GF+1 компактна / дел. разуђена compact / partially complex кос кров / дел. раван pitched roof / partially flat опека / блок brick / clay block	
1971–1990. 1971–1990	БГП gross floor area спратност floors компактност compactness тип крова roof type материјал фасадног зида facade	285 m ² П GF компактна / дел. разуђена compact / partially complex кос кров pitched roof опека brick	1450 m ² П+1 GF+1 компактна или разуђена compact or complex кос кров pitched roof опека brick	2700 m ² П+1 GF+1 разуђена / дел. разуђена complex / partially complex кос кров pitched roof опека / бетон brick / concrete
После 1991. After 1991	БГП gross floor area спратност floors компактност compactness тип крова roof type материјал фасадног зида facade		1500 m ² П+1 GF+1 компактна / дел. разуђена compact / partially complex кос кров pitched roof блок или опека clay block or brick	2450 m ² П+2 GF+2 разуђена complex комбиновани кров combined roof блок или бетон clay block or concrete

Наведене карактеристике су одабране имајући у виду њихов значај за енергетске карактеристике зграде. Анализом узорка статистичким методама, а према

These characteristics were selected owing to their significance for the energy performance of a building. The statistical analysis of the sample across the given

наведеним карактеристикама, формирана је матрица са описима моделских зграда које се најчешће срећу у задатим граничним условима. У случајевима где је анализа показала подједнаку вероватноћу појаве различитих варијанти одређених карактеристика, а које имају директан утицај на термичке особине зграде, поред доминантног типа зграда, усвојена је и могућност појаве и одговарајућег подтипа. У овом случају, кад су зграде предшколских установа у питању, подтип преовлађује код институција средње површине, између 500 m² и 2.000 m², и то у периоду изградње 1945–1960. године.

Процентуална заступљеност за све типове и подтипове зграда предшколских установа у укупном грађевинском фонду ових зграда, добијена кластер анализом, дата је у Табели 3.2.

Општа напомена:

У свим табелама бројеви су приказани у складу са правилима српског језика.

characteristics was used to form a matrix with the descriptions of model buildings that most often occur in the given boundary conditions. In cases where the analysis showed that there was an equal likelihood of occurrence of certain characteristics, especially those directly affecting the thermal properties of the building, a corresponding subtype was added to the adopted predominant type. In the buildings of preschool institutions, the subtype occurs in medium-sized facilities with the area between 500m² and 2,000m², in the period of construction 1945-1960.

Percentage distribution of all types and subtypes of kindergarten buildings generated by the cluster analysis is shown in Table 3.2.

General remark:

In all tables numbers are presented according with serbian language rules.

Табела 3.2. Заступљеност типова предшколских установа по периодима изградње [%]

Период Period	Мале (до 500 m ²) Small (smaller then 500 m ²)	Средње (500–2000 m ²) Medium (500-2000 m ²)	Велике (веће од 2000 m ²) Large (above 2000 m ²)
до 1945. before 1945	9,11	3,86	0,00
1946–1970. 1946–1970	6,54	8,74	1,30
1971–1990. 1971–1990	12,46	34,63	11,93
после 1991. after 1991	2,33	5,72	3,37

Table 3.2. Distribution of preschool types by the periods of construction [%]

Анализом података у Табели 3.2 је утврђено да су поједини типови зграда предшколских установа врло ретки у укупном фонду, тако да добијени описи моделских кућа, на изузетно малом узорку, нису релевантни за избор стварних представника. Као гранична вредност усвојена је заступљеност у укупном броју зграда од минимум 2,5%. Потребно је нагласити да је целокупан процес ограничене тачности, јер је урађен

The analysis of the data in Table 3.2 indicated that the share of certain types in the total inventory of kindergarten buildings was so small that the model descriptions obtained were not relevant for the selection of the real representatives. The minimum boundary value was set to 2.5% of the total inventory. Also, it should be emphasized that the entire process is of limited accuracy as the standard application of cluster analysis requires a larger

на основу релативно малог узорка. Наиме, по уобичајеним принципима, за адекватну примену поступка кластер анализе неходан је већи узорак по свакој ћелији¹⁷. На основу наведене апроксимације, процентуално нерелевантни типови зграда нису приказани у матрици нити су њихове карактеристике узете у обзир приликом обрачуна потрошње енергије, могућих уштеда енергије кроз процес енергетске рехабилитације и нивоа емисије угљен-диоксида на нивоу читавог грађевинског фонда предшколских зграда. Њихов статистички проценат је распоређен на друге типове зграда чије су карактеристике коришћене приликом прорачуна.

Претраживањем графичке документације прикупљене током процеса спровођења пописа, као и прегледом свих осталих доступних извора, идентификоване су зграде предшколских установа које највише одговарају статистички одређеним карактеристикама моделских зграда. На овај начин дефинисани су реални репрезенти моделски генерисаних зграда према доминантним карактеристикама добијеним из кластер анализе. (Табела 3.3.)

Приликом одабира реалних репрезентата моделских зграда, велики број недоследности је знатно отежао процес идентификације одговарајућих примера. Веома често, предшколске установе користе зграде чија је првобитна намена била становање а тек су касније адаптиране за постојећу намену. Овакви случајеви су најчешћи у првом дефинисаном временском периоду, мада се јављају и касније, где је веома честа пренамена других објеката зиданих за потребе школа, јавних установа... Такође, велики број зграда је претрпео доградњу или надоградњу, адаптацију, замену дотрајалих кровних покривача, замену прозора, оригиналних система за грејање, тако да постојеће стање често одступа од оригиналног, пројектованог стања.

По прикупљању техничке документације, све даље анализе, дефинисање могућих унапређења и прорачуни су рађени на основу пројектованог стања

sample for each cell.¹⁷ Upon the given approximation, the proportionately negligible types of buildings were excluded from the matrix and from the calculations of energy consumption and possible savings gained by energy rehabilitation or of CO₂ emissions at the level of the entire inventory of kindergarten buildings. Their statistical representation was distributed to the types of buildings whose characteristics were used in the calculations.

By thorough examination of the graphic documentation collected in the inventory procedure and of all other available sources, the kindergartens were identified that best corresponded to the statistically determined characteristics of the model buildings. Thus, the real representatives of the model-generated buildings were defined according to the predominant characteristics obtained in the cluster analysis (Table 3.3).

In the selection of the real representatives of model buildings, a considerable number of inconsistencies were observed that further hampered the process of identifying the adequate examples. Namely, kindergartens were frequently accommodated in buildings that had originally been designed for housing and were subsequently re-purposed. Although this applied most often to the buildings from the first period, there were also occurrences from the later periods, when buildings such as schools or public institutions were frequently converted to accommodate preschool facilities. Also, a large number of buildings underwent horizontal or vertical extensions, refurbishments, and replacements of deteriorated roofing, windows or original heating systems, so that the existing condition often deviated from the original design.

While further analysis, calculations and definitions of potential improvements were based on the original design documentation of the selected representatives, the graphic representations illustrate the existing condition of the facilities. The analyses referring to the potential improvements of the buildings through their energy rehabilitation should apply not only to the selected buildings

¹⁷ Принципи кластер анализе дати су у књизи 1 *Зграде школских и предшколских установа – методолошки оквир формирања типологије и побољшања енергетске ефикасности*

¹⁷ The principles of the cluster analysis are given in *School and Kindergarten Buildings – A methodological framework for the formation of typology and the improvement of energy efficiency*

одабраних репрезентата. Илустрације приказују затечена стања ових установа. Спроведене анализе узети са могућностима унапређења зграда кроз њихову енергетску рехабилитацију односе се не само на одабране зграде већ и на цео грађевински фонд коме припада репрезент. На тај начин дати предлози, као и добијени резултати могу се применити и на остале зграде предшколских установа истог типа.

but also to the entire stock to which the representative belongs. In this way, the proposed improvements and the results obtained can be applied to other buildings of preschool institutions of the same type.

Табела 3.3. Типолошка матрица одабраних репрезентата

Table 3.3. Typological matrix of representative buildings

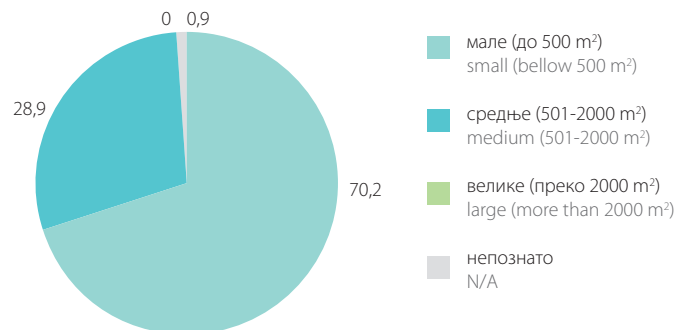
Период Period	Мале (до 500 м ²) Small (smaller then 500 m ²)	Средње (500–2000 м ²) Medium (500-2000 m ²)	Велике (веће од 2000 м ²) Large (larger then 2000 m ²)
до 1945. before 1945			
1946-1970. 1946-1970		 	
1971-1990. 1971-1990			
после 1991. after 1991			

4. ЗГРАДЕ ПРЕДШКОЛСКИХ УСТАНОВА У КАРАКТЕРИСТИЧНИМ ПЕРИОДИМА ГРАДЊЕ

Период до 1945. године

Мала зграда, површине до 500 m², представља најчешћи тип предшколске установе у периоду пре 1945. године, са више од 70% заступљености. Предшколске установе су, по својој примарној намени, организоване локално, минимизирајући потребу за транспортом деце, што у класичној урбаној матрици резултира сведеним просторним обухватом и мањим објектима. У сеоским насељима овакав тип објеката је ређи, првенствено услед организације и структуре породичних домаћинстава која су била вишегенерацијска те није било потребе за овим типом објеката.

Графикон 4.А.1. Заступљеност предшколских зграда према величини у периоду пре 1945. године [%]



У периоду пре 1945, очекивано, преовлађују компактне и делимично разуђене зграде. Иако је функционална структура предшколских објеката донекле другачија од школских, с обзиром на изразиту заступљеност мањих зграда, оне су најчешће веома једноставне организације састављене од неколико јединица, по правилу, организованих у само једном тракту. Потреба за обједињавањем групних соба појединих старосних група и успостављањем директне везе простора унутар и ван објекта условили су повећану разуђеност, те су и делимично разуђени објекти приметно заступљени.

4. KINDERGARTENS IN CHARACTERISTIC PERIODS OF CONSTRUCTION

Period until 1945

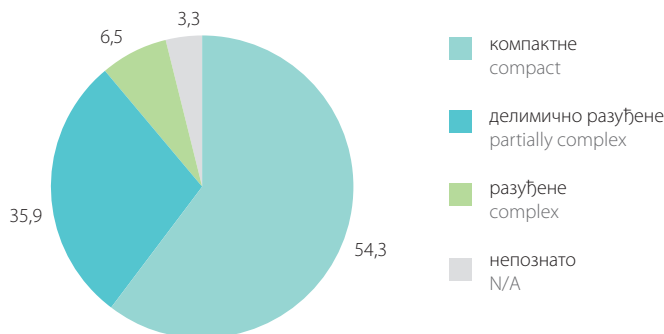
The most prevalent type of preschool facilities in the period until 1945 was a small building with the area of under 500 m², accounting for more than 70% of the total inventory. By their primary purpose, preschool institutions were organized locally in order to minimize the need for transport of children. In the typical urban matrix, this resulted in a reduced spatial coverage and, consequently, smaller facilities. In rural settlements, this type of facilities was significantly infrequent as there was no demand, primarily because of the organization and structure of multigenerational family households.

Figure 4.A.1. Distribution of preschool buildings in the period before 1945 by size [%]

Unsurprisingly, the buildings with compact and partially complex floor plans were prevalent in the period until 1945. Although the functional structure of preschool facilities is relatively different from that of schools, the great preponderance of small buildings indicates that they were simply organized with a few units in a single block. The need to interconnect the rooms accommodating particular age groups and to establish direct communication between the interior and exterior space have resulted in greater complexity of layout, and a proportionally higher representation of partially complex buildings.

Графикон 4.A.2. Заступљеност предшколских зграда према компактности форме у периоду пре 1945. године [%]

Figure 4.A.2. Distribution of preschool buildings in the period before 1945 by compactness [%]



Према спратности, доминантни тип предшколске зграде за период пре 1945. године јесте приземна зграда. Потпуно очекивано, имајући у виду изразиту заступљеност малих објеката, као и природу овог типа образовне установе. Спратних зграда има у знатно мањем броју и углавном су везане за градске територије, где је у класичној урбаној матрици због ограничења простора парцеле неопходна већа спратност.

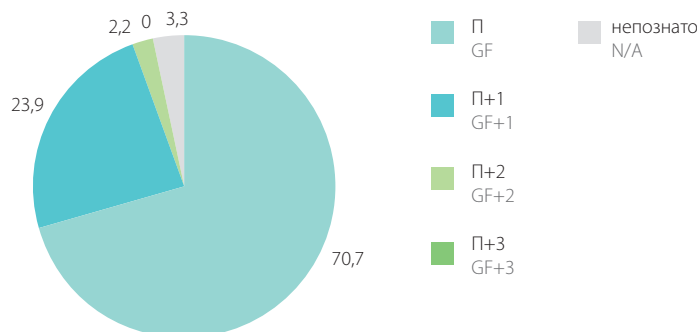
С обзиром на природу објекта, у овом периоду се граде подрумске просторије углавном као помоћни простори (оставе, котларнице, радионице), а код одређеног броја зграда приметна је и каснија промена њихове намене и укључивање у корисни едукативни простор као последица повећаног броја корисника.

With regard to the number of floors, the predominant type of the kindergarten building built until 1945 had only the ground floor. This is fully anticipated given the preponderance of small buildings and the purpose of this type of educational institution. Although in a significantly smaller percentage, higher buildings can be found mostly within the traditional urban matrix where the area of the building lot is limited so that the number of floors must increase.

Considering the main purpose of the facilities, the basement area in the buildings of this period was mainly intended for auxiliary spaces (utility rooms, boiler rooms, or workshops). It is noticeable that a number of buildings have had the basement re-purposed and converted to useful educational space, mostly because of the increase in spatial requirements and user demand.

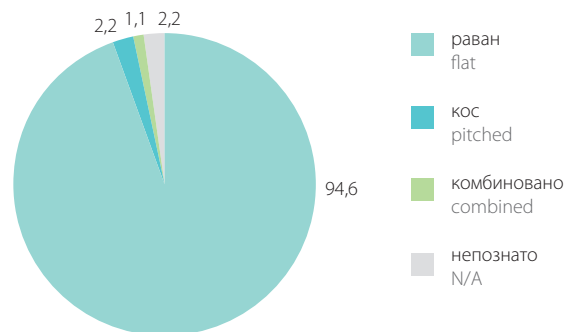
Графикон 4.A.3. Заступљеност предшколских зграда према спратности у периоду пре 1945. године [%]

Figure 4.A.3. Distribution of preschool buildings in the period before 1945 by the number of floors [%]



Коси кров је готово једини тип кровне конструкције за све зграде изграђене пре 1945. године. Он је, по правилу, дрвене конструкције са различитим типовима кровних покривача, најчешће лимом и црепом. Тавански простор се, иницијално, не користи за боравак, мада је приметна његова активација, најчешће код градских зграда, настала у каснијим периодима.

Графикон 4.A.4. Заступљеност предшколских зграда према типу крова у периоду пре 1945. године [%]

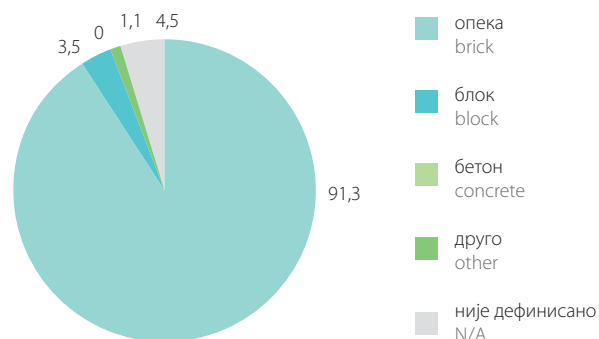


The pitched roof was almost the exclusive type of roof construction in all buildings built until 1945. As a rule, it was a wooden construction clad in a variety of roofing materials, usually metal sheets and clay tiles. Initially, the attic space was not used for primary function, although its recent activation has been noticeable, especially in buildings in urban areas.

Figure 4.A.4. Distribution of preschool buildings in the period before 1945 by roof type [%]

Зидане, масивне конструкције представљају основни конструктивни склоп зграда предшколских установа овог периода. Најчешће коришћени материјал је опека (готово 90%) и употребљава се, у зависности од старости, у различитим форматима израде, као и техникама градње. Други типови материјализације се јављају спорадично, најчешће у каснијим интервенцијама и доградњама на објектима.

Графикон 4.A.5. Заступљеност предшколских зграда према материјалу фасадног зида у периоду пре 1945. године [%]



The massive construction system was universal in preschool facilities of the period. Clay brick, accounting for more than 90% of the buildings, was the predominant material that may appear in different formats and building techniques. Other materials are sporadic, usually belonging to later interventions and adaptations.

Figure 4.A.5. Distribution of preschool buildings in the period before 1945 by facade wall material [%]

Прозорски отвори предшколских зграда се раде као појединачни, мање укупне површине у односу на површину фасаде. Оригинални прозори су дрвени, по структури једноструки или двоструки са раздвојеним крилима, застакљени једноструким стаклом. За разлику од школских зграда, велики број предшколских установа овог периода се налази у ненаменски грађеним, и касније прилагођеним, објектима, те су отвори на њима претежно мањих димензија. Двокрилни вишеделни прозори са мањим крилима у горњој зони су најчешћи појавни облик.

Графикон 4.A.6. Заступљеност предшколских зграда према типу прозорских отвора у периоду пре 1945. године [%]

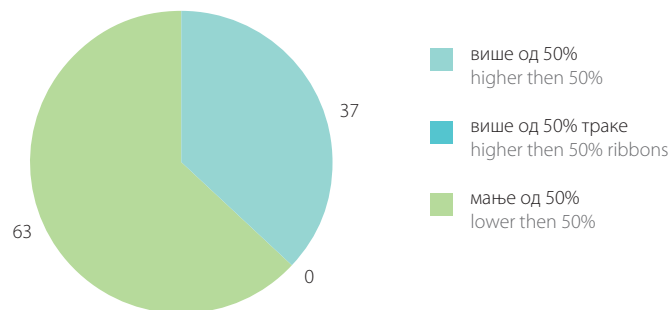
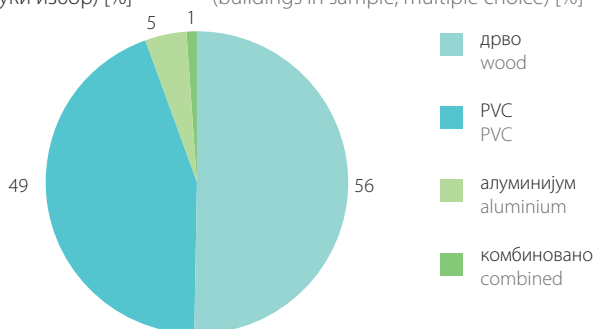


Figure 4.A.6. Distribution of preschool buildings in the period before 1945 by window-to-wall ratio [%]

Предшколске установе су протеклих година биле предмет парцијалних санација и интервенција зарад побољшања услова комфора корисника. Једна од првих позиција на којима су рађена унапређења су управо били прозори, што је условило знатну заступљеност PVC прозорских оквира.

Графикон 4.A.7. Материјал прозора у периоду до 1945. године (зграда у узорку, вишеструки избор) [%]

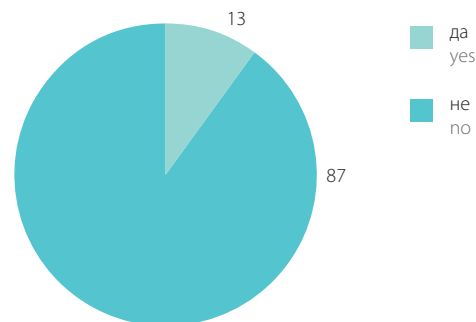


У прошле године, предшколске установе су биле предмет парцијалних санација и интервенција намењених побољшању услова комфора корисника. Прозори су били једна од првих тачака на којима су се извршавала оваква побољшања, што је резултирало значајном заступљеношћу PVC прозорских оквира.

Figure 4.A.7. Window materials in the period before 1945 (buildings in sample, multiple choice) [%]

Постојање термоизолационог слоја у саставу фасадног зида је, такође, везано за реконструкцију и санацију, а не за оригинално стање зграде. Објекти предшколских установа су се континуирано користили дуги низ година када су и вршене разне интервенције – активација таванских и подрумских просторија, неретко и доградња, у складу са тадашњим прописима, што је условило примену савремених материјала, то јест термоизолационих слојева. Као и код школских зграда, и овде су поједине међусpratне конструкције, најчешће према таванским и подрумским просторима, реализоване као „каратаван“, уз употребу трске и земље са пиљевином, слојева који поседују приметне термоизолационе карактеристике.

Графикон 4.A.8. Термоизолација фасаде на предшколским објектима у периоду до 1945. године [%]



The existence of a thermal insulation layer in the facade wall is also the result of subsequent reconstruction and rehabilitation interventions, and not the original condition of the building. Preschool facilities have been continuously used for a number of years, during which various interventions have been undertaken, such as the activation of the attic and basement spaces, or various extensions. These were carried out in compliance with, at the time contemporary regulations, resulting in the use of modern materials or thermal insulation layers. Similar to school buildings of the same period, there are particular floor constructions, most often to the attic and basement areas, realized as “karatavan”, a type of earthen floor in which the use of a mixture of straw and earth with sawdust created a layer that has significant thermal insulation properties.

Figure 4.A.8. Thermal insulation of the facade in preschool buildings in the period before 1945 [%]

Термотехничке инсталације

Опремљеност зграда предшколских установа изграђених у периоду до 1945. године инсталацијама грејања, вентилације, климатизације и припреме потрошне топле воде приказана је на Графикону 4.A.M.1.

У највећем броју зграда предшколских установа (78%) инсталације грејања покривају целокупну површину зграде. Инсталације вентилације и климатизације оригинално нису биле инсталисане у објектима изграђеним пре 1945. године, али су при каснијим реконструкцијама, за разлику од школских зграда где се готово уопште не јављају, уграђене у мањи број

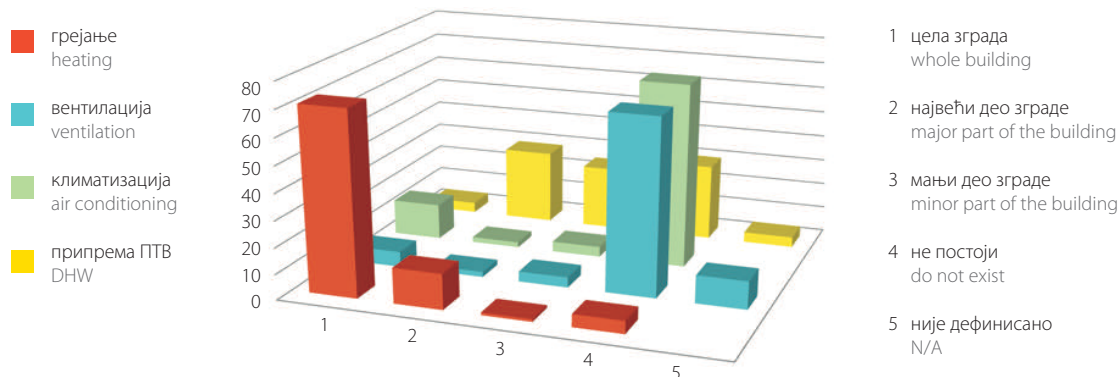
HVAC and DHW systems

The distribution of the installations for heating, ventilation, air conditioning (HVAC) and domestic hot water (DHW) preparation in preschool facilities built in the period until 1945 is shown in Figure 4.A.M.1.

The majority of the facilities (78%) had heating systems that covered the whole area of the building. The buildings from the period until 1945 were not originally equipped with ventilation and air conditioning installations. These were added to a small number of the facilities (14%) in subsequent refurbishments whereas in school buildings, such installations are very few.

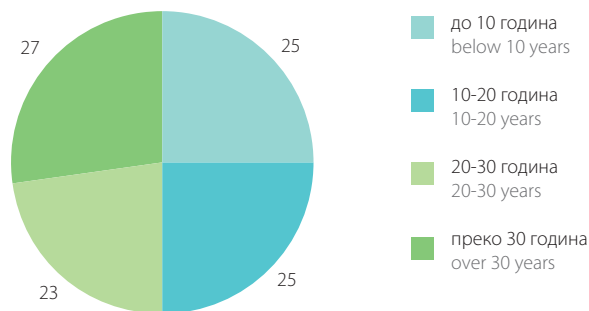
објекта (14%). Централна припрема санитарне топле воде (СТВ) није карактеристична за установе из овог периода градње, већ се, углавном, припрема локално у електричним бојлерима.

Графикон 4.А.М.1 Заступљеност термотехничких инсталација и припреме СТВ у зградама предшколских установа у периоду до 1945. године [%]



У складу са све строжим захтевима за термичким комфором, инсталације за грејање зграда предшколских установа изграђених пре 1945. године углавном су претрпеле реконструкцију различитог обима, тако да су тренутне термотехничке инсталације више резултат ових интервенција, него оригинално стање. Посматрајући старост система за грејање запажа се да је готово једнак удео броја термотехничких инсталација према усвојеној периодизацији. (Графикон 4.А.М.2)

Графикон 4.А.М.2 Старост система за грејање у зградама предшколских установа у периоду до 1945. године [%]



Centralized DHW preparation is not typical of the preschool facilities of the period but most buildings have local electrical water heaters.

Figure 4.A.M.1 Distribution of HVAC and DHW systems in preschool buildings built before 1945 [%]

In accordance with the increasingly stringent requirements for thermal comfort, the installations for heating in the buildings of preschool institutions built until 1945 have mostly undergone reconstructions of varying scopes, so that the heating systems that are currently in operation are the result of these interventions rather than the original condition. With respect to the age of the systems, it can be observed that different types of heating installations have an almost equal share across the adopted periodization (Figure 4.A.M.2).

Figure 4.A.M.2 Age of heating systems in preschool buildings built before 1945 [%]

Најчешће коришћени систем грејања прешколских зграда је централни са сопственом котларницом или је повезан на систем даљинског грејања, док се у мањим зградама претежно користи локално грејање. (Графикон 4.А.М.3). Као енергент се највише користе природни гас, електрична енергија и дрво. (Графикон 4.А.М.4)

The centralized heating system with its own boiler on the premises and the district heating system were the most common, while smaller facilities mostly used local heating (Figure 4.A.M.3). Natural gas, electricity, and wood were the most frequently used energy sources (Figure 4.A.M.4).

Графикон 4.А.М.3 Системи грејања у зградама предшколских установа у периоду до 1945. године [%]

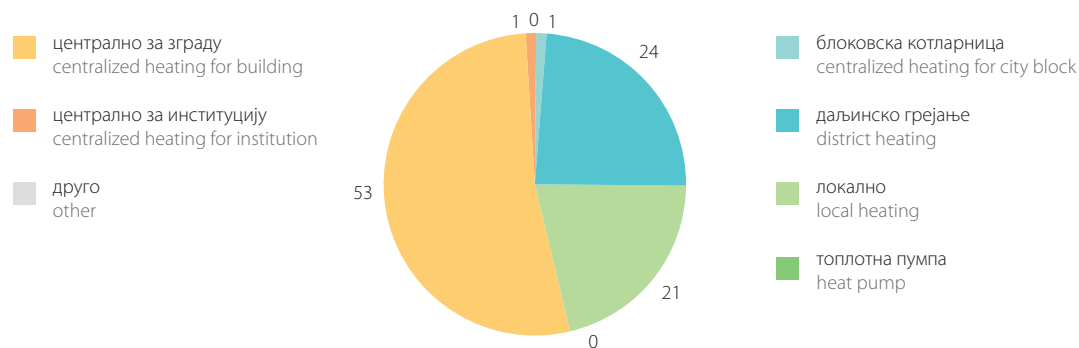


Figure 4.A.M.3 Distribution of heating systems in preschool buildings built before 1945 [%]

Графикон 4.А.М.4 Заступљеност основног енергента за грејање у зградама предшколских установа у периоду до 1945. године [%]

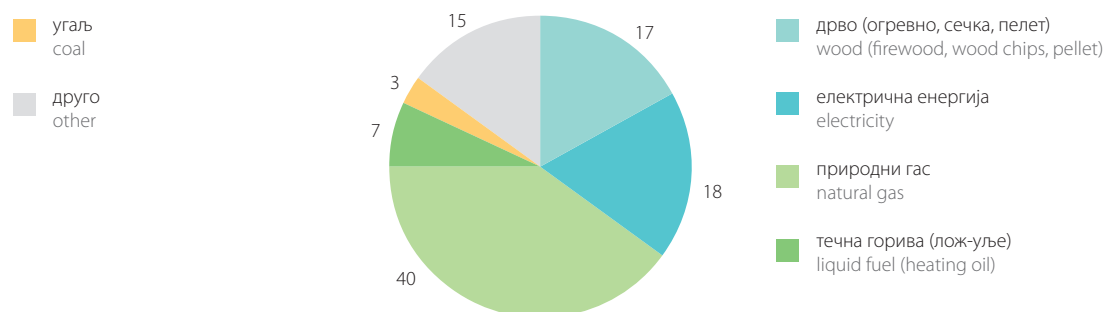


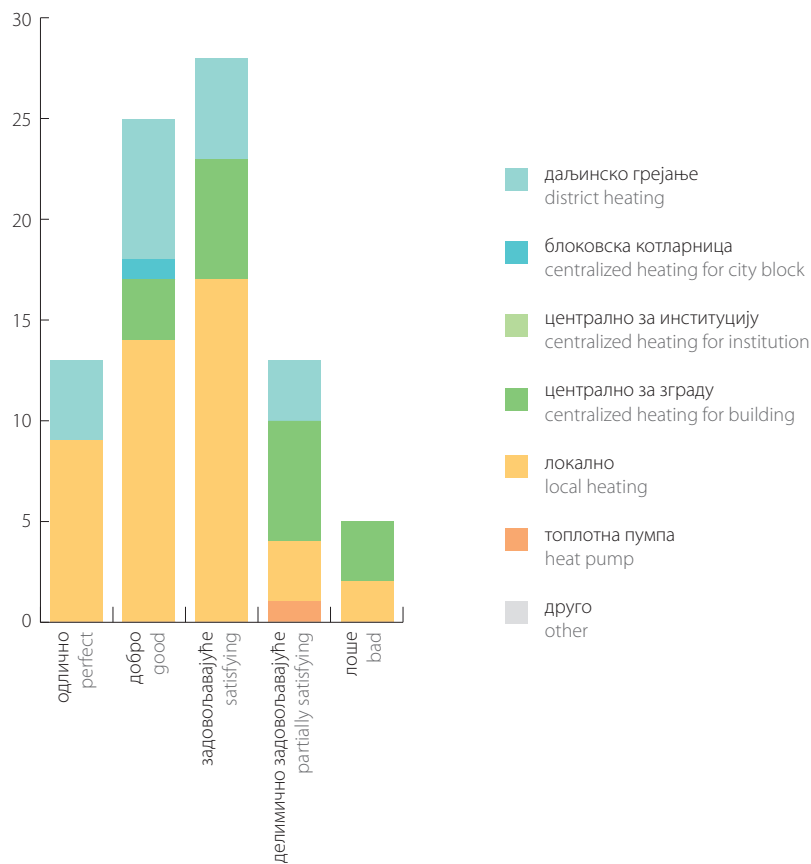
Figure 4.A.M.4 Distribution of main heating energy sources in preschool buildings built before 1945 [%]

Систем централног грејања, без обзира на то да ли потиче из сопствене котларнице или даљинског система, представља тип грејања којим су корисници најзадовољнији, што је и очекивано будући да је покривеност објекта потпуна. Такође, локално грејање представља систем грејања којим су корисници најмање задовољни. (Графикон 4.А.М.5)

Unsurprisingly, the users were most satisfied with centralized heating either from their own boiler on the premises or the district heating system, as heating from a centralized system is distributed over the entire facility. Similarly, the users were least satisfied with the local heating system (Figure 4.A.M.5).

Анализом одговора корисника на питање о условности квалитета грејања коришћеним енергентом, закључује се да су корисници најзадовољнији када се за грејање користи природни гас, као еколошки најприхватљивије фосилно гориво. Приметно је и коришћење електричне енергија за грејање објекта, мада се не може са сигурношћу закључити да ли се ради о примарном систему грејања или помоћном који се користи за догревање. Дрво, као енергент, добило је врло високе, али и средње, односно лоше оцене, што понајвише зависи од примењеног система грејања: централно или локално. (Графикон 4.А.М.6)

Графикон 4.А.М.5 Корелација између система грејања и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа у периоду до 1945. године

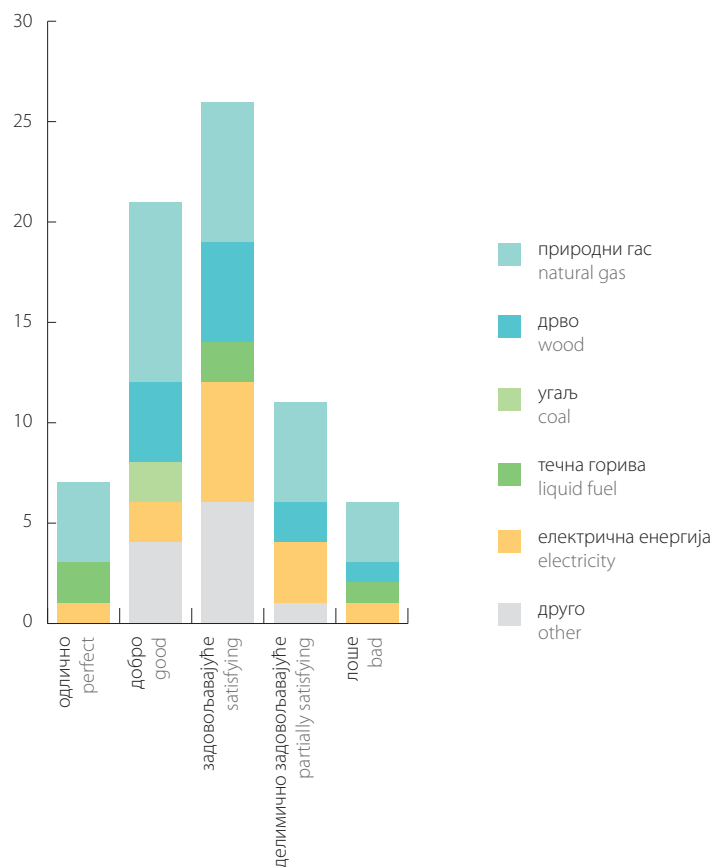


The analysis of the correlation between the main energy source and the user evaluation of the heating quality suggests that the users were most satisfied with natural gas as the most environmentally friendly fuel. The use of electricity for heating was also noticeable, but it is unclear if it was used as the primary or the auxiliary energy source of heating. The ratings for wood as the energy source varied greatly, and strongly depended on whether the heating system was centralized or local (Figure 4.A.M.6).

Figure 4.A.M.5 Correlation between the heating system and the evaluation of quality of heating in preschool buildings built before 1945

Графикон 4.А.М.6 Корелација између основног енергента за грејање и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа у периоду до 1945. године

Figure 4.A.M.6 Correlation between the main energy source for heating and the evaluation of heating quality in preschool buildings built before 1945



Електроенергетске инсталације

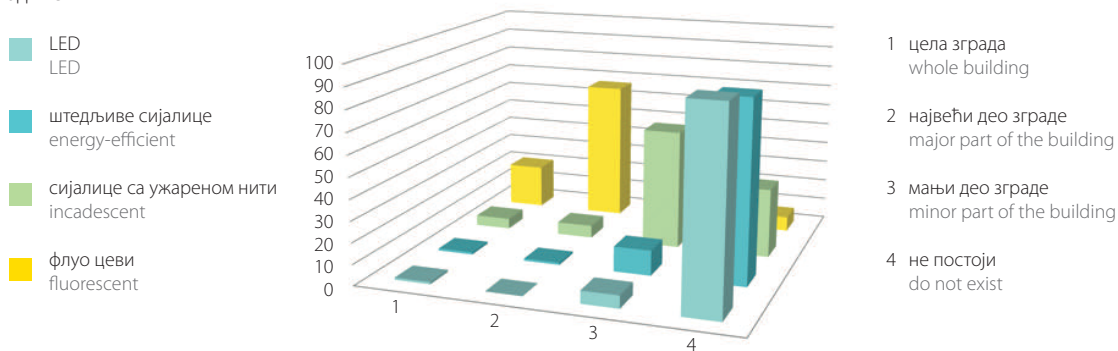
Анализом структуре потрошње електричне енергије у зградама предшколских установа изграђених пре 1945. године, може се закључити да се електрична енергија углавном користи за осветљење просторија и припрему санитарне топле воде (код 78% објеката). За добијање топлотне енергије, електричну енергију користи 14% објеката, док је око 18% објеката у потпуности или највећим делом климатизовано.

Electrical power and energy systems

The analysis of the structure of electric power consumption in the buildings of preschool institutions built until 1945 suggests that electricity was mainly used for lighting and domestic hot water preparation (in 78% of the facilities). The use of electric power for heating and for air conditioning in the entire facility or its major part accounted for 14% and 18% of the buildings, respectively.

Графикон 4.А.Е.1 Типови осветљења и заступљеност у зградама предшколских установа изграђеним у периоду до 1945. године

Figure 4.A.E.1 Distribution of types of lighting in preschool buildings built before 1945



Иако се, у изворном облику, у зградама предшколских установа из овог периода користило инкадесцентно осветљење, из Графикона 4.А.Е.1 се може видети да се у великој мери користе и флуоресцентне цеви, које данас чине доминантан вид извора осветљења у предшколским објектима.

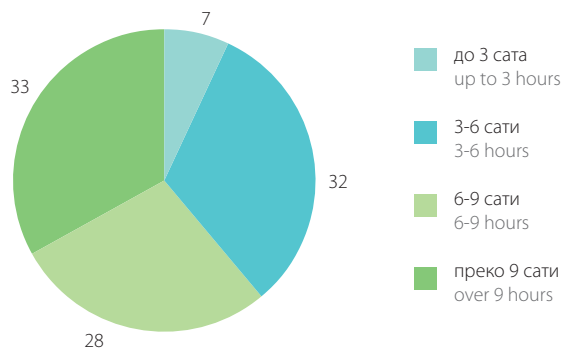
Although the preschool facilities from this period originally used incandescent lighting, Figure 4.A.E.1 indicates that fluorescent lamps have become predominant in kindergartens.

Просечан број сати рада вештачког осветљења зависи од типа предшколске установе и сменског рада. На Графикону 4.А.Е.2. уочава се да највећи број зграда предшколских установа из овог периода (33%) користи вештачко осветљење више од 9 сати дневно. Само 7% предшколских установа користи вештачко осветљење мање од 3 сата. На основу прикупљених података може се закључити да се у просечној предшколској установи, из периода изградње пре 1945. године, вештачко осветљење користи 7–7,5 сати у току дана.

The average number of working hours of artificial lighting depends on the type of the preschool facility and the organization of the day shifts. Figure 4.A.E.1 shows that most preschool facilities of the period (33%) used artificial light for longer than 9 hours per day. On the other hand, only 7% used it for less than 3 hours. It can be concluded that in the average preschool building built in the period until 1945, artificial lighting is used for 7-7.5 hours per day.

Графикон 4.А.Е.2 Време коришћења вештачког осветљења у зградама предшколских установа изграђеним у периоду до 1945. године [%]

Figure 4.A.E.2 Working hours of artificial lighting in preschool buildings built before 1945 [%]



Аутоматска контрола осветљења је веома ретка у зградама предшколских установа из овог периода. На крововима зграда из овог периода нема инсталисаних фотонапонских система.

Automatic lighting control was very rare and there were no photovoltaic systems installed on the roofs in the preschool facilities of this period.

Период 1946–1970. године

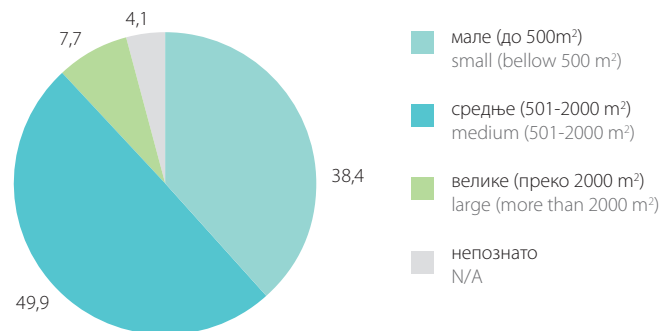
Период послератне обнове и убрзани развој градова доводи до планске изградње нових објеката предшколских установа. Реконструкција градских целина, промена структуре становништва, као и расположивост простора потенцирају изградњу мањих, док се у новопланираним деловима градова граде средње и понегде велике предшколске установе.

Period 1946–1970

The period of post-war reconstruction and accelerated development of cities led to the planned construction of new preschool facilities. The reconstruction of the existing urban blocks, changes in the population structure and the availability of space prompted the construction of smaller units, while medium-sized and, occasionally, large preschool buildings were built in newly developed parts of cities.

Графикон 4.Б.1. Заступљеност предшколских зграда према величини у периоду 1946-1970. године [%]

Figure 4.B.1. Distribution of preschool buildings in the period 1946-1970 by size [%]



Изградња већих предшколских зграда, карактеристична за овај период, праћена је и променом степена компактности форме. Будући да су доминантне зграде умерено већих површина, промена није изразита, али је јасно уочљива тежња повећања степена разуђености. Разуђени објекти се боље прилагођавају неопходности издвајања појединих старосних група у засебне целине, оријентацији, али и истовремено могу одговорити на ограничења локације.

The increase in size of preschool facilities characteristic of the period was accompanied by the change in the degree of compactness of form. Considering the fact that the majority of buildings were of moderately large size, the change was not explicit but the trend towards an increased complexity of the layout was conspicuous. The advantages of more complex forms were that such facilities were better suited to the need to separate particular age groups, their orientation was more favorable, and they could better respond to site restrictions.

Графикон 4.Б.2. Заступљеност предшколских зграда према компактности у периоду 1946-1970. године [%]

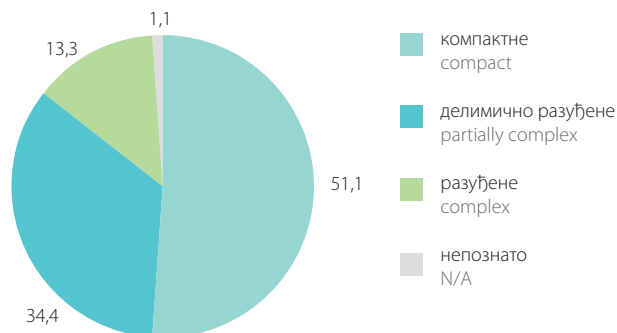


Figure 4.B.2. Distribution of preschool buildings in the period 1946-1970 by floor plan compactness [%]

Према критеријуму спратности приземни објекти су најзаступљенији тип предшколских зграда. Иако је, у овом периоду, дошло до повећања површине и броја зграда, природа образовног процеса и рад са малом децом фаворизују зграде мање спратности. У градским срединама, поготово код већих објеката, уочава се и спратност од три надземне етаже, првенствено као последица мањих просторних капацитета локације и потребе за раздвајањем различитих старосних група деце.

The one-story building was the most prevalent type with regard to the number of floors. Although this period was characterized by an increase in the number of buildings and their floor area, the nature of the educational process and the work with small children favor the buildings with fewer floors. In urban areas, especially large buildings may have had three levels above the ground, primarily because of site capacity restrictions and the need to separate different age groups.

Графикон 4.Б.3. Заступљеност предшколских зграда према спратности у периоду 1946-1970. године [%]

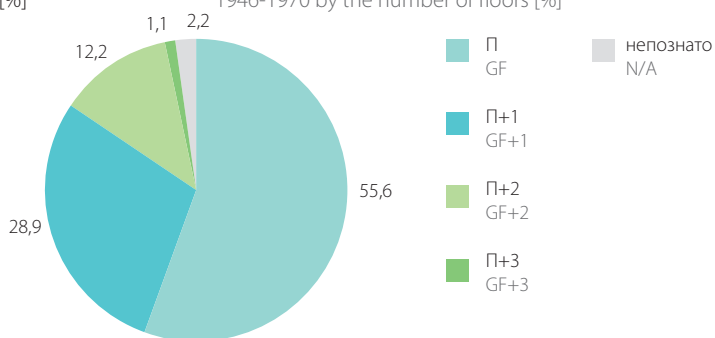


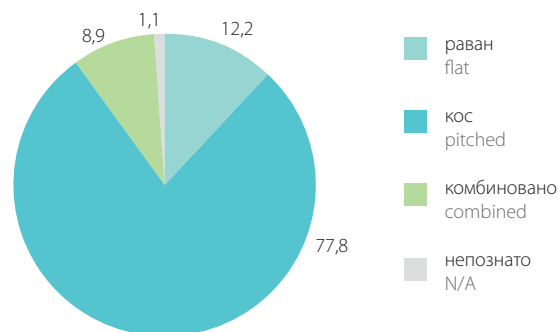
Figure 4.B.3. Distribution of preschool buildings in the period 1946-1970 by the number of floors [%]

Кровови предшколских зграда, периода 1946-1960. године, доминантно су коси, уз појаву равних и комбинованих кровова на већим објектима, нарочито у урбаним срединама. Мање разуђени објекти се економичније „покривају“ косим крововима, што уз

Most roofs of kindergarten buildings in the period 1946-1970 were pitched, while the occurrence of flat and combined roofs on larger buildings, especially in urban areas, was noticeable. It was more economical to cover a compact structure with a pitched roof, and this

малу спратност представља преовлађујући тренд. С обзиром на старост зграда овог периода и релативно слабо одржавање, уз употребу материјала слабијег квалитета (по данашњим стандардима), велики број објеката је подвргнут санацији равног крова, уз изградњу косих кровних конструкција, што оправдава добијене резултате.

Графикон 4.Б.4. Заступљеност предшколских зграда према типу крова у периоду 1946-1970. године [%]

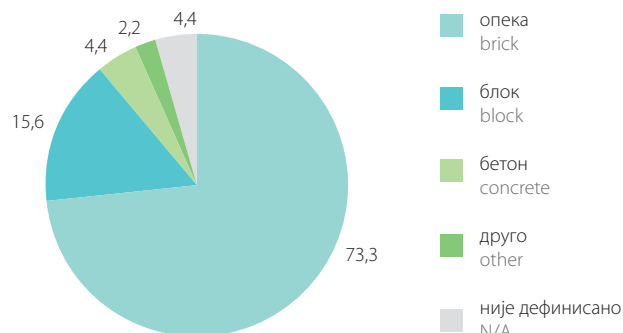


trend, together with a small number of floors, prevailed. The distribution results can also be explained by the fact that, owing to the age and relatively low maintenance of the buildings of this period, and fact that the materials used were of lower quality according to current standards a large number of flat roofs were reconstructed and replaced with pitched constructions.

Figure 4.B.4. Distribution of preschool buildings in the period 1946-1970 by roof type [%]

По свом конструктивном склопу, предшколске зграде се, углавном, граде као масивне зидане конструкције уз употребу опеке и, касније, блокова. Примена армираног бетона је услед мањих габарита зграда, углавном, спорадична и уочава се на репрезентативнијим зградама градских средина.

Графикон 4.Б.5. Заступљеност броја предшколских зграда према материјалу фасадног зида у периоду 1946-1970.године [%]

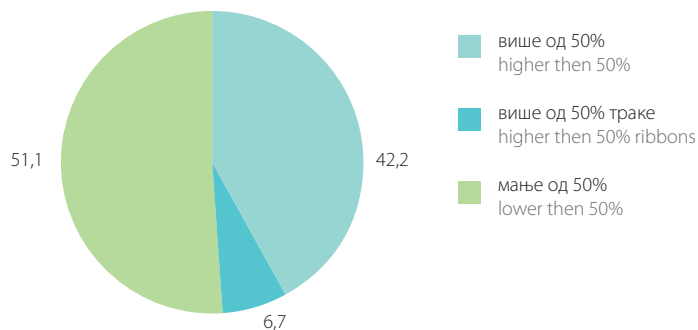


The construction systems of the preschool facilities were mostly massive masonry constructions in clay brick first, and hollow clay blocks later. Owing to the small size of the buildings, the use of reinforced concrete was mostly sporadic and occurred usually on representative buildings in urban areas.

Figure 4.B.5. Distribution of preschool buildings in the period 1946-1970 by facade wall material [%]

Величина зграда предшколских установа и њихова организациона структура представљају тип материјално-обликовних карактеристика који се не разликује пуно од оног из претходног периода. У питању су масивне зграде са пуним фасадним платнима, без пластике и са појединачним прозорским отворима, мањих или средњих димензија. Код већих зграда је, нарочито у познијем делу овог периода, приметна промена обликовне доктрине, те се постепено јављају већи прозорски отвори (понегде у виду траке) комбиновани са скелетном конструкцијом. Материјализација фасадних сегмената реализована у различитим дебелинама зградама даје динамичнији и „модернији“ изглед.

Графикон 4.Б.6. Заступљеност предшколских зграда према типу прозорских отвора у периоду 1946-1970. године [%]



The size and organizational structure of kindergarten buildings required the design and material characteristics that were similar to those of the previous period. These are massive buildings with full, undecorated facade layouts and with single window openings of small or medium dimensions. In larger buildings, especially in the later part of the period, there was a noticeable change in the design doctrine in terms of a gradual introduction of larger window openings (sometimes in the form of ribbons) combined with the skeletal construction. By varying thickness and materials used for the facade segments, buildings were given a more dynamic, modern look.

Figure 4.B.6. Distribution of preschool buildings in the period 1946-1970 by window-to-wall ratio [%]

Уочава се да је за период 1946–1970. године дрво и даље доминантни материјал за израду прозора, када је у питању оригинално пројектовано стање. Примењују се најчешће двоструки прозори (широка и уска кутија) или савременији „крило на крило“. Употреба металних прозора је резервисана за помоћне и евентуално ходничке просторије. Готово сви објекти овог периода се, и даље, користе у непромењеном обиму и намени, уз приметне интервенције у виду замене прозора, тако да су, према тренутном стању, PVC прозорске конструкције најзаступљеније.

In the period 1946–1970, wood was still used as the predominant window material in the original design. The most commonly used windows were double-framed (in a wide and narrow box), or more contemporary types with connected double sashes. Metal windows were mostly used in auxiliary spaces and hallways. The operational scope and purpose of almost all buildings of this period have remained unchanged but there have been noticeable interventions in the form of window replacement so that at present, PVC window frames are the most frequent.

Графикон 4.Б.7. Материјал прозора предшколских зграда у периоду 1946–1970. године (зграда у узорку, вишеструки избор) [%]

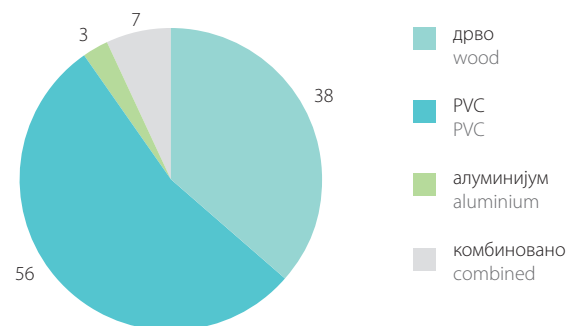
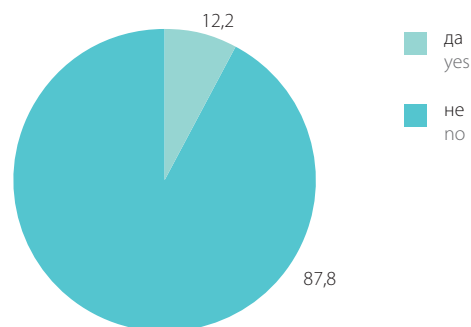


Figure 4.B.7. Window materials in preschool buildings in the period 1946–1970 (buildings in sample, multiple choice) [%]

С обзиром на то да су први термички прописи донети тек пред крај посматраног периода, можемо рећи да је уочена појава термоизолационог слоја у саставу фасадних зидова више последица процеса реконструкције (санације) него оригиналног стања. Будући да је велики број објеката овог периода претрпео и доградње у каснијим периодима, појава термоизолације се везује и за ове делове зграда.

Графикон 4.Б.8. Термоизолација фасаде у периоду 1946-1970. године [%]



Since the first thermal regulations were introduced no sooner than at the end of the period, it is suggested that the share of the thermal insulation in the facade walls is a consequence of the subsequent reconstruction (rehabilitation) procedures rather than the original condition. Another reason for the occurrence of thermal insulation in the buildings of the period can be due to subsequent extensions.

Figure 4.B.8. Thermal insulation for the period 1946-1970 [%]

Термотехничке инсталације

Опремљеност инсталацијама грејања, вентилације, климатизације и припреме потрошне топле воде у зградама предшколских установа изграђеним у периоду 1946–1970. године је веома слична претходном периоду и видљиво на Графикону 4.Б.М.1.

Највећи број зграда (92%) опремљен је инсталацијама грејања које покривају целокупну површину.

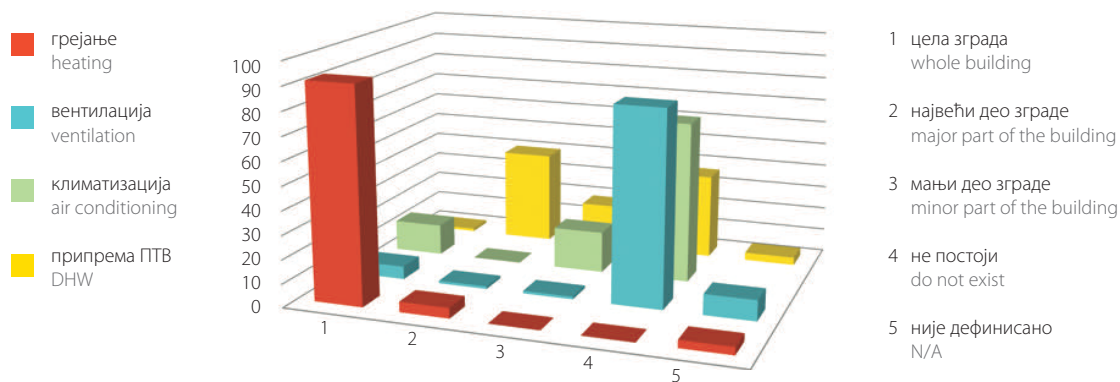
HVAC and DHW systems

Heating, ventilation, air conditioning and domestic hot water preparation systems in preschool facilities built in the period 1946–1970 are similar to those of the previous period (Figure 4.B.M.1).

Most buildings (92%) had heating systems covering the whole building area. The preschool facilities of the period also had no ventilation and air conditioning

И за предшколске установе из овог периода карактеристично је да, оригинално, не поседују инсталације вентилације и климатизације. Ове системе поседује релативно мали број зграда и то због реконструкције термотехничких инсталација. Централна припрема санитарне топле воде (ПТВ) је мање заступљена, те се и у вртићима из овог периода углавном примењују локално инсталирани електрични бојлери.

Графикон 4.Б.М.1 Заступљеност термотехничких инсталација и припреме ПТВ у зградама предшколских установа изграђеним у периоду 1946-1970. године



У вртићима изграђеним у наведеном периоду 50% система грејања је старо више од 30 година, што упућује на закључак да је у протеклих 20 година извршен релативно мали број реконструкција термотехничких инсталација, као и да већина система, по правилу, ради с релативно малим степеном искоришћења горива.

systems installed originally. These systems occurred in a relatively small number of buildings and were the result of subsequent replacements of the installations. The systems for centralized DHW preparation were rare, and most preschool facilities of the period used local electrical water heaters.

Figure 4.B.M.1 Distribution of HVAC and DHW systems in preschool buildings built in the period 1946-1970

Almost 50% of the heating systems in the preschool facilities of the period are over 30 years old, which suggests that there have been relatively few replacements of HVAC installations in the past 20 years, and that most of the systems work with low efficiency.

Графикон 4.Б.М.2 Старост система за грејање у зградама предшколских установа из периода 1946-1970. године [%]

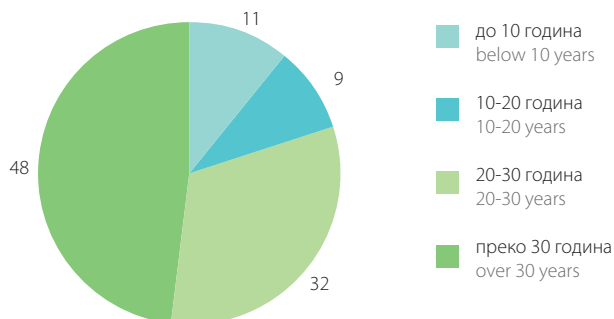


Figure 4.B.M.2 Age of heating systems in preschool buildings in the period 1946-1970 [%]

Најзаступљенији систем грејања зграда предшколских установа изграђених у периоду 1946–1970. године је централни (са сопственом котларницом или повезан на систем даљинског грејања) а затим систем локалног грејања. (Графикон 4.Б.М.3)

Доминантни енергент је течено гориво (лож-уље), потом природни гас и, са готово једнаком заступљеношћу, електрична енергија и дрво. У системима централног грејања највише се користе природни гас и течено гориво, а у системима локалног грејања дрво, док је употреба електричне енергије углавном део помоћног система. (Графикон 4.Б.М.4)

Графикон 4.Б.М.3 Системи грејања у зградама предшколских установа изграђених у периоду 1946-1970. године [%]

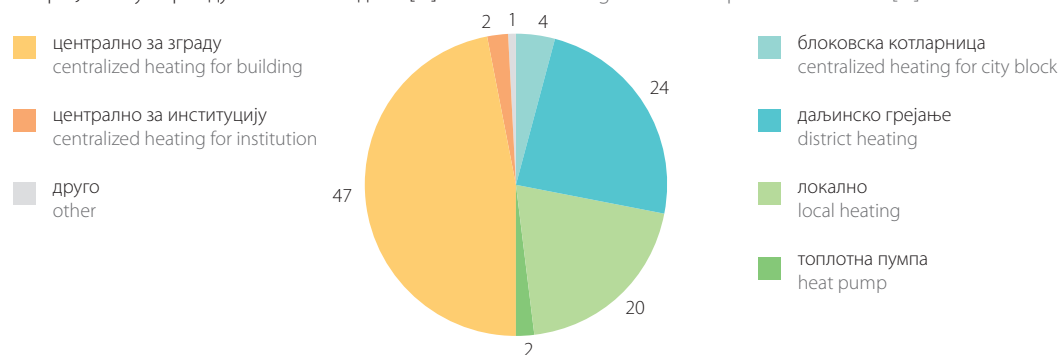


Figure 4.B.M.3 Distribution of heating systems in preschool buildings built in the period 1946-1970 [%]

Графикон 4.Б.М.4 Заступљеност основног енергента за грејање у зградама предшколских установа изграђених у периоду 1946-1970. године [%]

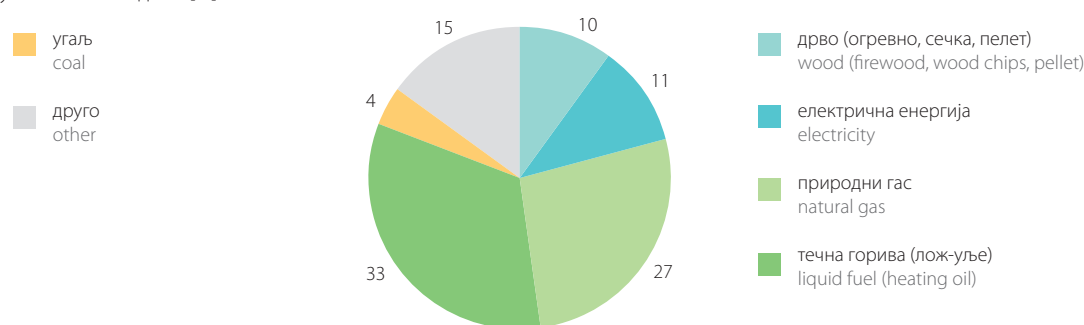


Figure 4.B.M.4 Distribution of heating energy sources in preschool buildings built in the period 1946-1970 [%]

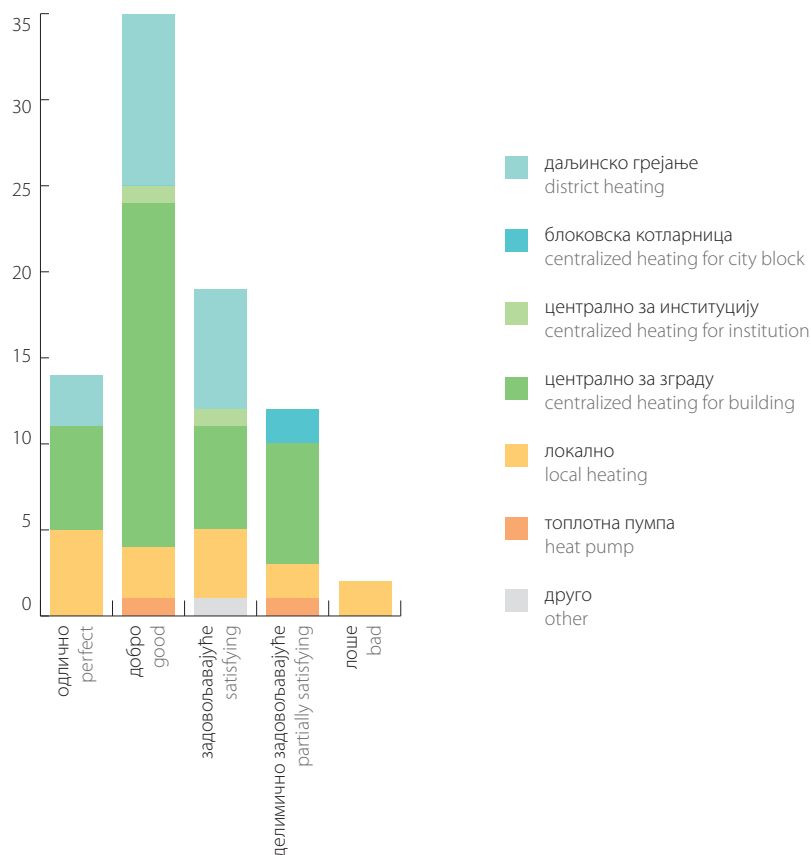
Задовољство корисника инсталисаним системом грејања је најизраженије када је у питању централно

The greatest user satisfaction with the heating quality was found in the centralized heating system with their

грејање (било да потиче из сопствене котларнице или из система даљинског грејања). Интересантно је да су запослени у мањим вртићима врло задовољни локалним системом грејања. (Графикон 4.Б.М.5)

Будући да је оцену квалитета грејања одређивао и енергент који се користи, закључено је да су корисници најзадовољнији природним гасом, али су, такође, високо оценили и системе који користе течна горива, која су са еколошког аспекта веома лош избор. Примена овог горива је истовремено оцењена и највишом и најнижом оценом. (Графикон 4.Б.М.6)

Графикон 4.Б.М.5 Корелација између система грејања и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа из периода 1946-1970. године



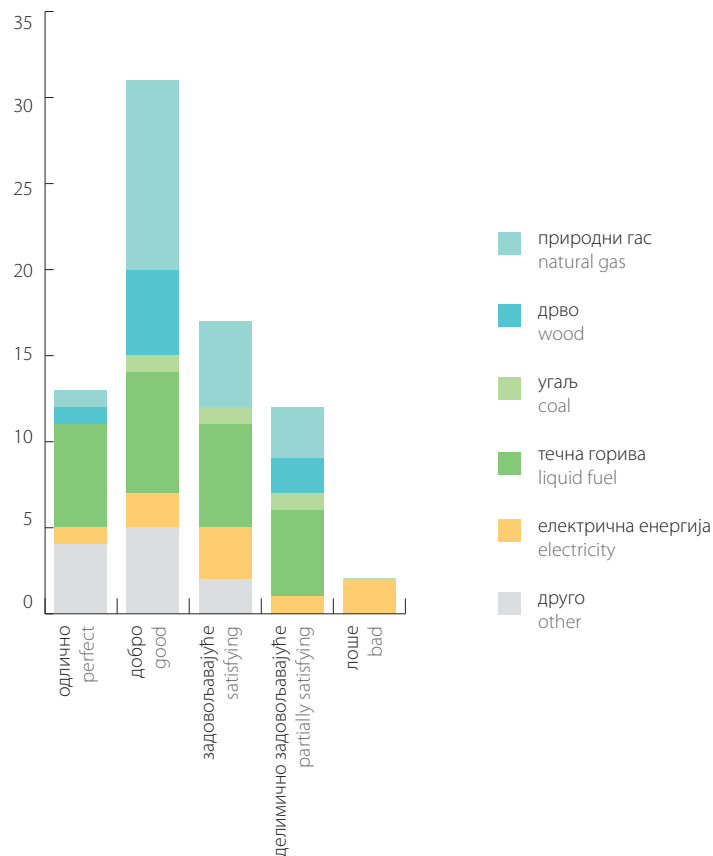
own boiler on the premises, or connected to the district heating. Interestingly, the employees from smaller facilities were quite satisfied with the local heating system (Figure 4.B.M.5).

The correlation between the main energy source and the evaluation of the heating quality showed that the users were most satisfied with natural gas but liquid fuel heating systems also had high ratings despite its being a poor environmental choice. This energy source was rated both very high and very low by the users, which may have depended on whether the heating system in the facility was local or centralized (Figure 4.B.M.6).

Figure 4.B.M.5 Correlation between the heating system and the evaluation of quality of heating in preschool buildings built in the period 1946-1970

Графикон 4.Б.М.6 Корелација између основног енергента за грејање и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа из периода 1946-1970. године

Figure 4.B.M.6 Correlation between the main energy source for heating and the evaluation of heating quality in preschool buildings built in the period 1946-1970



Електроенергетске инсталације

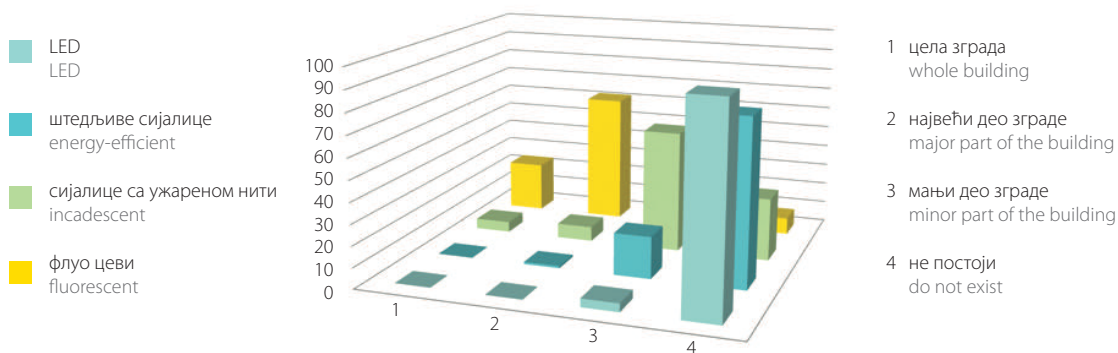
Анализом структуре потрошње електричне енергије зграда предшколских установа изграђених у периоду од 1946–1970. године, може се закључити да се највећи део електричне енергије користи за осветљење просторија и припрему санитарне топле воде (код 80% објеката). За добијање топлотне енергије електричну енергију користи 10% објеката, док је око 13% објеката у потпуности или највећим делом климатизовано.

Electrical power and energy systems

The analysis suggested that lighting and domestic hot water preparation accounted for the largest share of electric power consumption in the preschool facilities built in the period 1946–1970 (in 80% of the facilities). Electricity was used for heating in 10% of the facilities, while approximately 13% of the facilities were completely or almost completely air-conditioned.

Графикон 4.Б.Е.1 Типови осветљења и њихова заступљеност (према броју зграда у узорку) за зграде предшколских установа изграђених у периоду 1945–1970. године.

Figure 4.B.E.1 Distribution of types of lighting in preschool buildings built in the period 1946-1970



Иако се у изворном облику у зградама предшколских установа из овог периода, као и претходног, користило инкадесцентно осветљење, Графикон 4.Б.Е.1 показује да су данас у великој мери у употреби и флуоресцентне цеви које чине доминантни вид извора осветљења.

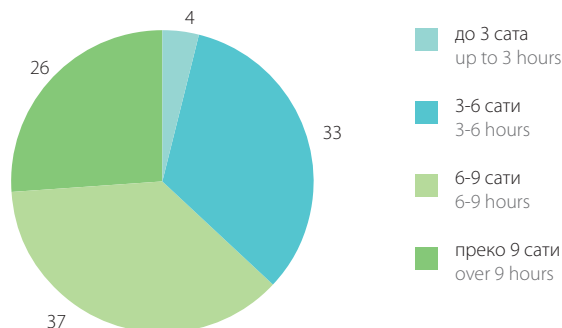
As in the previous period, the preschool facilities built in 1945–1970 originally used incandescent lighting, but fluorescent lamps presently prevailed, as it can be seen from Figure 4.B.E.1.

Просечан број сати рада вештачког осветљења у зградама предшколских установа из овог периода је приказан на Графикону 4.Б.Е.2. Вештачко осветљење се у највећем броју зграда (37%) користи 6–9 сати дневно, док је код свега 4% зграда у употреби мање од 3 сата. У просечној предшколској установи вештачко осветљење се користи 7–7,5 сати у току дана.

The average number of working hours of artificial lighting is shown in Figure 4.B.E.2. In most preschool buildings of this category (37%), artificial lighting was used for 6-9 hours daily, and only 4% of the buildings used it for less than 3 hours. The average facility of this period used artificial lighting for 7–7.5 hours daily.

Графикон 4.Б.Е.2. Време коришћења вештачког осветљења у зградама предшколских установа изграђених у периоду 1946-1970. године [%]

Figure 4.B.E.2. Working hours of artificial lighting in preschool buildings built in the period 1946-1970 [%]



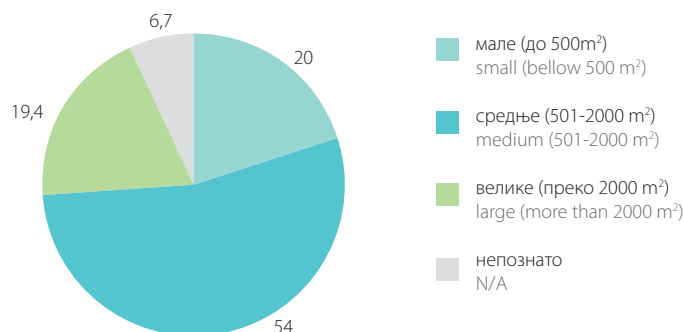
Аутоматска контрола осветљења је веома ретка у зградама предшколских установа овог периода. На крововима зграда нема инсталираних фотонапонских система.

Период 1971–1990. године

Интензивна урбанизација на целокупној територији Републике Србије, уз изградњу потпуно нових делова градова у систему отворених блокова, условила је и изградњу великог броја објеката предшколских установа. Готово свака новоформирана просторна целина је садржала у свом склопу и предшколску установу намењену локалној популацији. У овом периоду је изграђен највећи број предшколских зграда, више него у свим осталим периодима заједно.

Систематизација типа зграде према величини је показала да су најзаступљенији такозвани средњи објекти, то јест зграде 500–2000 m².

Графикон 4.Ц.1. Заступљеност предшколских зграда периода 1971-1990. године према величини [%]



Блоковска изградња, по принципу отворене матрице, омогућила је веће површине парцела за објекте предшколских установа, тако да се и њихов степен компактности смањује. Само су мањи објекти реализовани као компактни, док се средње и велике зграде граде као делимично или изразито разуђене. Виши социјални стандард друштва је омогућио и развој теорија и система образовања који су резултирали истраживањем и реализацијом различитих модела просторне организације. С тим у вези је и виши степен

In kindergarten buildings of the period, automatic lighting control was very rare. There were no photovoltaic systems installed on the roofs of the buildings.

Period 1971–1990

Intensive urban growth in the entire territory of the Republic of Serbia was characterized by creating completely new parts of the cities by building open blocks, which resulted in the construction of a vast number of preschool facilities. Almost every newly built area had a preschool facility designed to serve the local population. The largest share of the total number of preschool buildings was built during this period, almost as many as in all other periods combined.

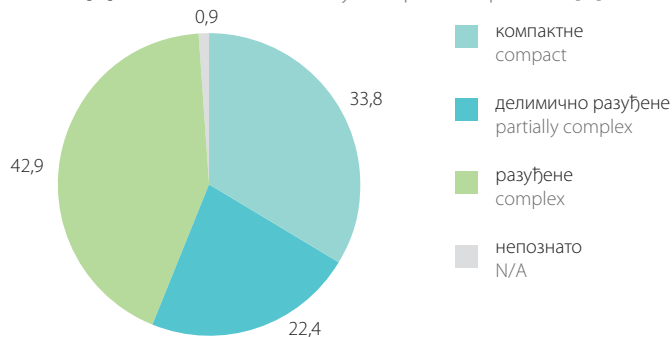
With respect to the type of the building, medium-sized structures of the floor area of 500-2000m² prevailed.

Figure 4.C.1. Distribution of preschool buildings in the period 1971-1990 by size [%]

The development of city blocks according to the principle of the open matrix provided larger building lots on which to build preschool facilities, resulting in the decrease in the degree of compactness of the floor plans. Only small structures remained compact while the medium and large buildings were designed as partially or distinctly complex. A higher degree of complexity can also be related to other aspects, such as the development of educational theories and systems in which various models and spatial organizations were explored, along with

разуђености: веће зграде се пројектују са обимним програмима који осим што распоређују децу према узрасту (јаслени, вртићи и предшколски ниво) укључују и спортске, вишенаменске сале, дистрибутивне кухиње итд.

Графикон 4.Ц.2. Заступљеност предшколских зграда периода 1971-1990. године према компактности [%]

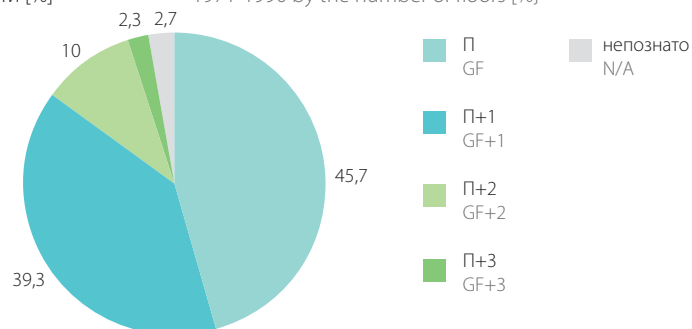


the increase in the social standard of living. Buildings of larger size were designed to provide for extensive programs besides separation of children according to age (nursery, kindergarten and preschool levels), such as multipurpose sports halls or centralized kitchens.

Figure 4.C.2. Distribution of preschool buildings in the period 1971-1990 by floor plan compactness [%]

Посматрајући према критеријуму спратности, приземне и једносратне зграде су и даље доминантни типови предшколских установа, што је више у складу са типом образовног модела, програмском концепцијом, стварним потребама деце и није условљено величином зграде. Мање зграде су преовлађујуће приземне, док се остале граде као спратне и, веома ретко, двосратне. На спрату је најчешће предвиђен смештај јаслене групе, односно код већих зграда и предшколске групе, као и управа и свечане сале.

Графикон 4.Ц.3. Заступљеност предшколских зграда периода 1971-1990. године према спратности [%]



One- and two-story buildings were still the predominant types of preschool facilities in terms of the number of floors. This was more due to the requirements of the educational model, program conception and real needs of children, than to the size of the building. Most small buildings had only the ground floor, while the others had additional one or, very rarely, two floors. The first floor was usually occupied by nursery groups and in larger buildings by preschool groups, administration offices or the assembly halls.

Figure 4.C.3. Distribution of preschool buildings in the period 1971-1990 by the number of floors [%]

Као и у ранијим периодима, и за зграде изграђене 1971-1990. можемо рећи да их доминантно

As in the previous periods, the pitched roof was the prevalent construction type, while flat and combined

карактеришу косе кровне конструкције. Зграде равних и комбинованих кровова се граде углавном у већим урбаним срединама. Експресивност архитектонског израза, уз стилску разноликост, доноси разноврсност појавних облика према волуметријским и материјалним карактеристикама, па констатујемо да су у овом периоду настали неки од најбољих примера архитектонских остварења зграда предшколских установа у нашој градитељској пракси.

Графикон 4.Ц.4. Заступљеност предшколских зграда периода 1971-1990. године према типу крова [%]

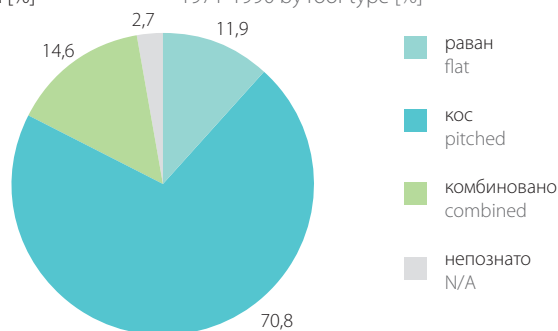


Figure 4.C.4. Distribution of preschool buildings in the period 1971-1990 by roof type [%]

Моделска разноврсност зграда се, у мањој мери, огледа у конструкцији и материјализацији фасадних зидова, где и даље доминира употреба опеке као основног градивног елемента. Приметна је и употреба гитер блока, а у мањој мери и армираног бетона. Фасадна платна су, у овом периоду, најчешће реализована у комбинацији различитих материјала, а примена фасадне опеке (глинене и силикатне) је веома честа.

Графикон 4.Ц.5. Заступљеност предшколских зграда периода 1971-1990. године према материјалу фасадног зида [%]

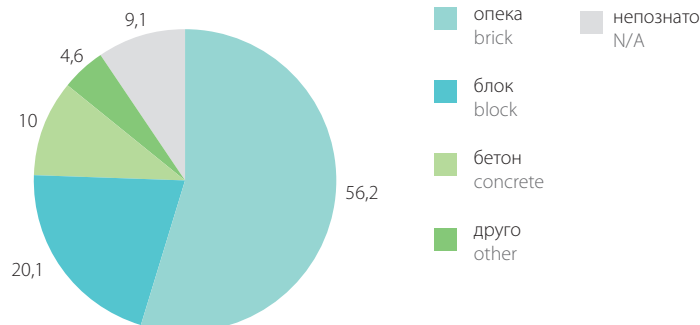


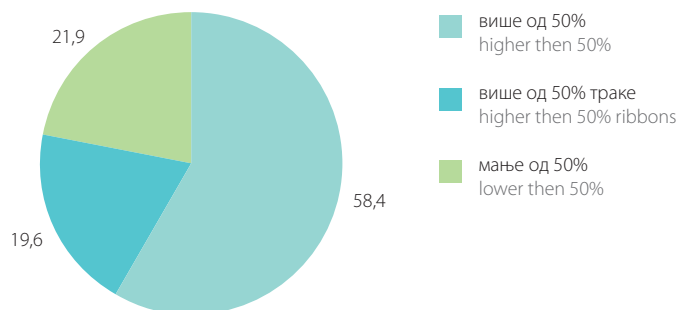
Figure 4.C.5. Distribution of preschool buildings in the period 1971-1990 by facade wall material [%]

roofs occurred mainly in larger urban areas. The emphasized architectural expression and stylistic diversity led to the design of a wide range of forms varying in both volume and material characteristics. It can be said that some of the best examples of architectural realizations of preschool facilities in our construction practice were created during this period.

To an extent, the diversity of building models was also reflected in the construction and materialization of the facade walls. Although clay brick was still the main construction material, the use of the hollow clay block and, to a less extent, reinforced concrete was also noticeable. In this period, the facade walls were most often realized in a combination of different materials, and the use of facade brick (clay and silicate) was prominent.

Развој модела образовања и побољшање услова комфора у предшколским објектима су приметни и приликом анализе прозорских отвора који заузимају више од 50% фасадних површина, а неретко се јављају и у виду, за то доба, карактеристичних прозорских трака. Појединачни отвори на фасадном платну су углавном чести код мањих објеката.

Графикон 4.Ц.6. Заступљеност броја предшколских зграда периода 1971-1990. године према типу прозорских отвора [%]

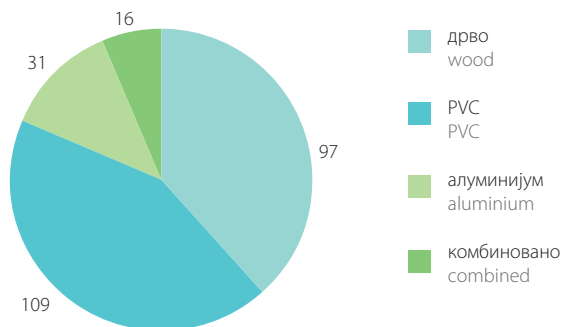


The development of educational models and the improvement in comfort conditions in preschool facilities is also noticeable in the analysis of the window-to-wall ratio, which grew to more than 50% of the facade area. While ribbon windows, which were characteristic of the period, occurred quite often, single openings on the facade appeared mainly in small buildings.

Figure 4.C.6. Distribution of preschool buildings in the period 1971-1990 by window-to-wall ratio [%]

Анализирајући материјализацију прозора можемо констатовати да је и она, у складу са развојем модела зграда, веома разноврсна. Дрвени прозори су и даље најзаступљенији, али су све чешћи и алуминијумски, односно метални. Иако је PVC најзаступљенији материјал израде прозорских оквира у анализираном узорку, није карактеристичан за оригинално стање већ је уграђен приликом санација и обнова зграда.

Графикон 4.Ц.7. Материјал прозора предшколских зграда за период 1971–1990. године (зграда у узорку, вишеструки избор)

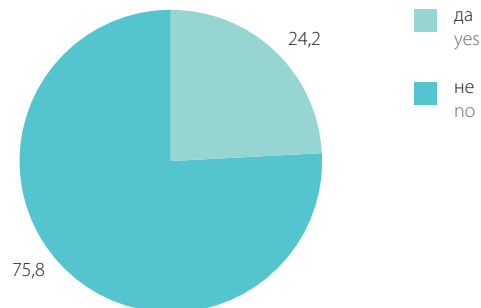


The analysis of window materials suggests that they were as varied as the building models. Wooden windows continued to be predominant, with the occurrence of aluminium or other metal units. PVC window frames, although with the highest share in the total distribution, were not characteristic of the period but were installed during subsequent rehabilitation or renovation interventions.

Figure 4.C.7. Window materials in preschool buildings in the period 1971-1990 (buildings in sample, multiple choice)

Први озбиљнији термички прописи у Републици Србији датирају из 1970. године, а у знатно већем обиму се срећу од 1980. године. То би значило да већина објеката реализованих у овом периоду има термоизолациони слој у саставу фасадног зида. Анализирајући доступне податке видимо да је употреба термоизолације и даље релативно мала (приближно 25%), што се може објаснити прилично дугом процедуром израде пројектне документације и самих зграда, као и одсуством техничке контроле или примене прописа.

Графикон 4.Ц.8. Термоизолација фасаде предшколских зграда за период 1971.-1990. године [%]



The first more detailed thermal regulations in the Republic of Serbia were introduced in 1970, followed by a significantly more comprehensive set in 1980. This could suggest that most of the structures built in this period had a thermal insulation layer in the facade wall. However, the analysis of the available data showed that the use of thermal insulation in the preschool facilities in this period was still relatively small (approximately 25%), which can be explained by the relatively long procedures of preparing design documentation and of construction itself, or by non-compliance and the lack of adequate technical control.

Figure 4.C.8. Facade thermal insulation in preschool buildings in the period 1971–1990 [%]

Термотехничке инсталације

Опремљеност зграда предшколских установа изграђених у периоду 1971–1990. године инсталацијама грејања, вентилације, климатизације и припреме потрошне топле воде се не разликује од тенденција уочених у претходним периодима. (Графикон 4.Ц.М.1).

Већина зграда (98%) је опремљена инсталацијама грејања које загревају целу зграду или њен највећи део. Иако већина вртића нема инсталације вентилације и климатизације, уочава се чешћа уградња централних система вентилације и климатизације за целу зграду, што свакако доприноси побољшању термичког комфора корисника. И централна припрема санитарне топле воде (ПТВ) се све више примењује, али је још увек доминантна употреба електричних бојлера.

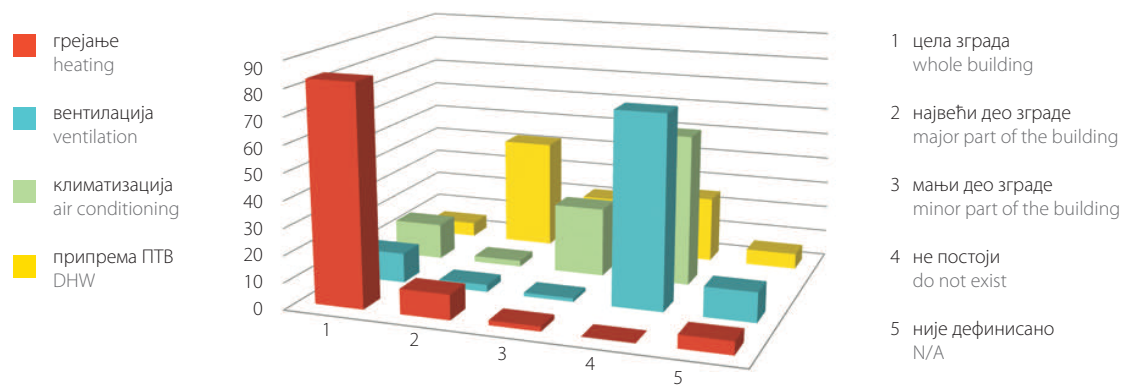
HVAC and DHW systems

The installed heating, ventilation, air conditioning (HVAC) and domestic hot water (DHW) preparation systems in the preschool facilities built in the period 1971–1990 followed the trends similar to those found in the previous periods (Figure 4.C.M.1).

Most facilities (98%) were equipped with heating systems that covered the whole building area or its major part. Although most preschool buildings did not have centralized ventilation and air conditioning systems installed, there was a rising trend of installing centralized systems for the entire facility, which certainly contributed to better user comfort. Similarly, the use of the systems for centralized DHW preparation was growing but local electrical water heaters still prevailed.

Графикон 4.Ц.М.1 Заступљеност термотехничких инсталација и припреме ПТВ у зградама предшколских установа изграђеним у периоду 1971-1990. године

Figure 4.C.M.1 Distribution of HVAC and DHW systems in preschool buildings built in the period 1971-1990

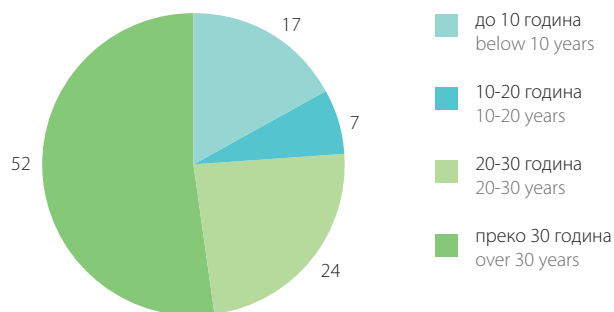


Више од половине инсталираних система грејања у вртићима из овог периода, старо је преко 30 година. То указује да од изградње нису вршене битне интервенције, то јест системи раде са релативно малим степеном искоришћења енергената.

Over a half of the heating systems installed in the preschool facilities of the period were more than 30 years old, which indicates that there were no significant interventions undertaken to improve their low efficiency.

Графикон 4.Ц.М.2. Старост система за грејање у зградама предшколских установа из периода 1971-1990. године [%]

Figure 4.C.M.2. Age of heating systems in preschool buildings built in the period 1971-1990 [%]



Доминантни систем грејања у периоду 1971–1990. је централни (са сопственом котларницом или из система даљинског грејања). Систем локалног грејања примењује се у мањим зградама и заступљеност је знатно ређа него у претходном периоду. (Графикон 4.Ц.М.3).

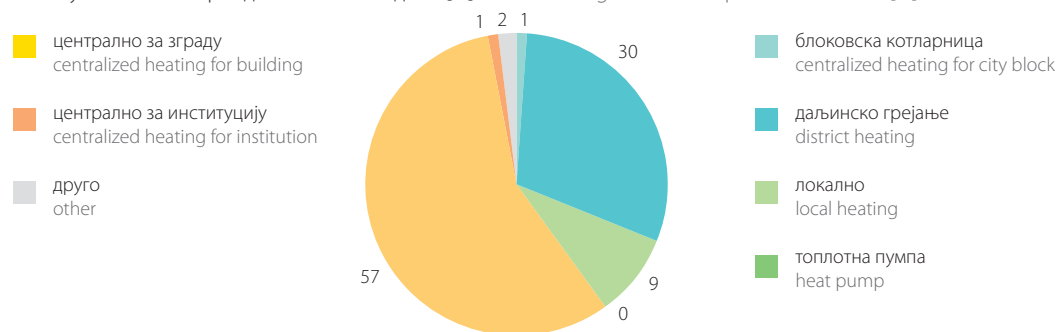
The heating systems in the period 1971–1990 were predominantly centralized, either with its own boiler on the premises or connected to the district heating system. Local systems were used in small buildings only and their distribution was remarkably lower than in the previous period (Figure 4.C.M.3).

Природни гас је најчешће коришћени енергент, а готово идентична је и употреба течних горива (лож-уље), што се објашњава великим бројем

Natural gas was mostly used heating energy source, with almost the same share as liquid fuels (heating oil),

индивидуалних система централног грејања. За разлику од школских зграда овог периода, где је дрво најчешће коришћени енергент, у предшколским установама је заступљен свега 12% и користи се у локалним системима грејања код мањих објеката. У системима централног грејања су најзаступљенији енергенти природни гас и течна горива. (Графикон 4.Ц.М.4)

Графикон 4.Ц.М.3 Системи грејања у зградама предшколских установа из периода 1971-1990. године [%]



which can be explained by a large number of individual centralized heating systems. In contrast to the school buildings of the same period, which showed a predominant use of wood-fired heating systems, only 12% of the preschool facilities used wood in the local systems of small buildings. The most used energy sources are natural gas and liquid fuel (Figure 4.C.M.4).

Figure 4.C.M.3 Distribution of heating systems in preschool buildings built in the period 1971-1990 [%]

Графикон 4.Ц.М.4 Заступљеност основног енергента за грејање у школама периода 1971-1990. године [%]

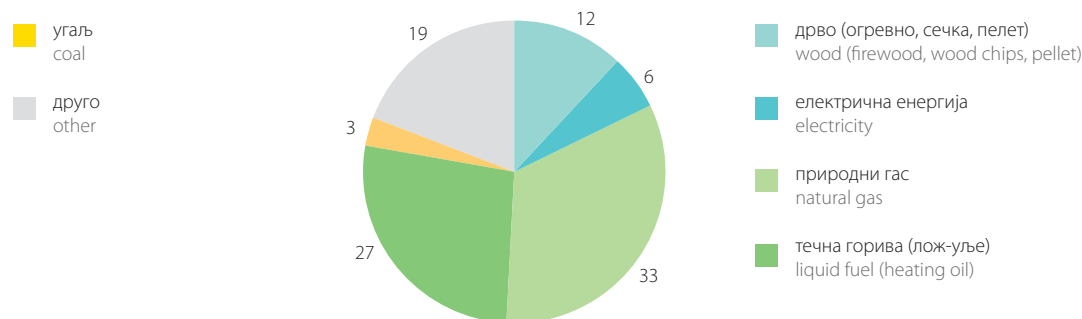


Figure 4.C.M.4 Distribution of heating energy sources in schools built in the period 1971-1990 [%]

Корисници су и највишом, али и најнижом оценом просудили о централном грејању, било да потиче из сопствене котларнице или из система даљинског грејања. Појава је вероватно узрокована неодговарајућим степеном локалне контроле испоручене топлотне енергије, то јест нивоом одржавања система [1,2]. (Графикон 4.Ц.М.5)

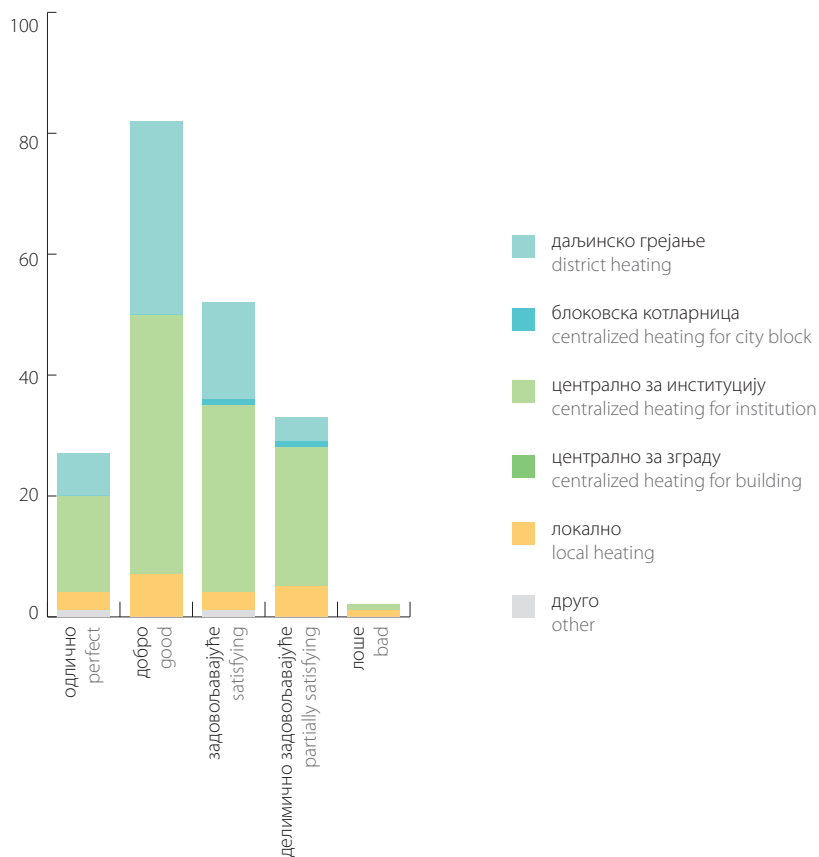
Centralized heating systems (either with its own boiler on the premises or connected to the district heating) were rated both very high and very low. This was probably due to the lack of local control of the heating supply and low maintenance [1,2] (Figure 4.C.M.5).

Анализирајући условљеност квалитета грејања коришћењем одговарајућег енергента, уочава се да су корисници најзадовољнији употребом природног гаса. Дрвна маса као енергент је такође повољно оцењена, док је употреба течног горива најлошије оцењена. (Графикон 4.Ц.М.6)

Графикон 4.Ц.М.5 Корелација између система грејања и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа из периода 1971-1990. године

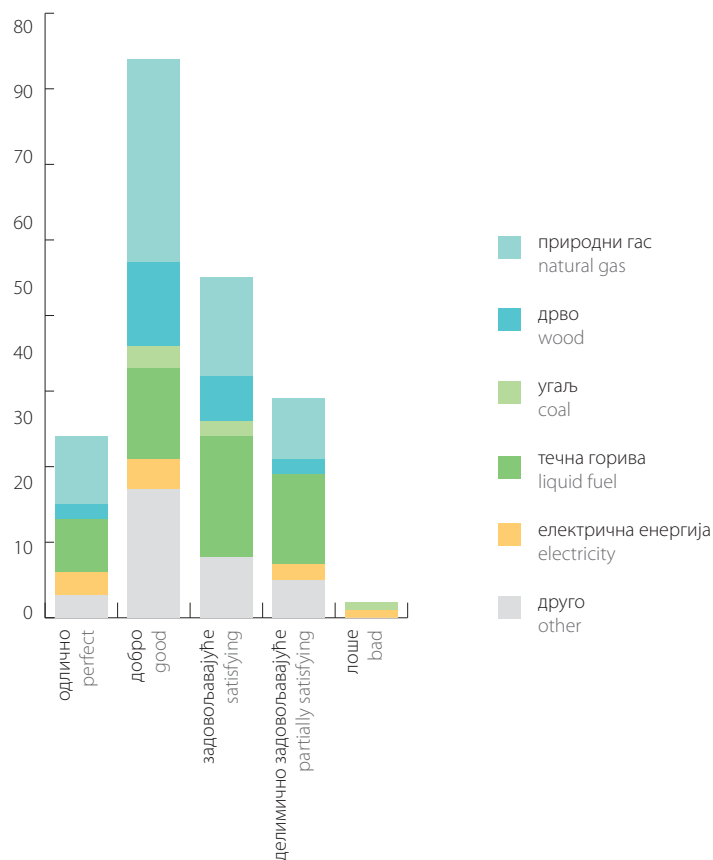
The correlation between the main energy source and the evaluation of the heating quality showed that the users were most satisfied with natural gas. Wood-fired heating systems also had high ratings while liquid fuel was rated mostly unsatisfactory (Figure 4.C.M.6).

Figure 4.C.M.5 Correlation between the heating system and the evaluation of quality of heating in preschool buildings built in the period 1971-1990



Графикон 4.Ц.М.6 Корелација између основног енергента за грејање и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа из периода 1971–1990. године

Figure 4.C.M.6 Correlation between the main energy source for heating and the evaluation of heating quality in preschool buildings built in the period 1971-1990



Електроенергетске инсталације

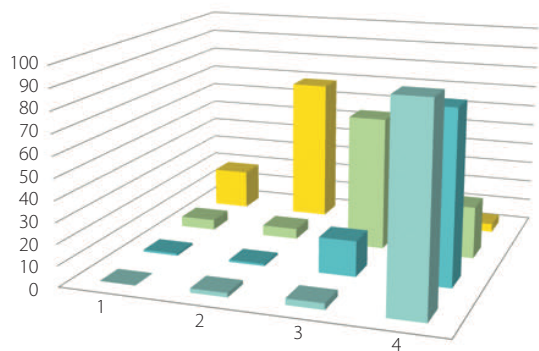
Анализом структуре потрошње електричне енергије у зградама предшколских установа изграђеним у периоду 1971–1990. године може се закључити да се највећи део електричне енергије користи за осветљење просторија и припрему санитарне топле воде (код 80% објеката). За добијање топлотне енергије електричну енергију користи свега 5% објеката, док је око 16% објеката у потпуности или највећим делом климатизовано.

Electrical power and energy systems

The analysis suggested that lighting and domestic hot water preparation accounted for the largest share of electric power consumption in the preschool facilities built in the period 1971–1990 (in 80% of the buildings). Electricity was used for heating in as few as 5% of the buildings, while approximately 16% of the buildings were completely or almost completely air-conditioned.

Графикон 4.Ц.Е.1 Типови осветљења и заступљеност у зградама предшколских установа изграђених у периоду 1971–1990. године

- LED
LED
- штедљиве сијалице
energy-efficient
- сијалице са ужареном нити
incandescent
- флуо цеви
fluorescent



- 1 цела зграда
whole building
- 2 највећи део зграде
major part of the building
- 3 мањи део зграде
minor part of the building
- 4 не постоји
do not exist

Зграде предшколских установа изграђене у периоду 1971–1990. године, у највећој мери, користе флуо цеви као извор вештачког осветљења. У великом броју зграда је и даље у употреби инкадесценто осветљење, док су штедљиве сијалице и LED расвета заступљене ограничено и сведене на мање делове објекта.

Просечан број сати рада вештачког осветљења зависи од типа предшколске установе и сменског рада. На Графикону 4.Ц.Е.2. уочава се да највећи број предшколских установа (35%) вештачко осветљење користи 3–6 сати дневно. Са друге стране, само 9% установа користи вештачко осветљење мање од 3 сата. На основу прикупљених података може се закључити да се у просечној предшколској установи из наведеног периода вештачко осветљење користи 6,5–7 сати дневно.

The preschool facilities built in the period 1971–1990 mostly used fluorescent tubes for artificial lighting. In addition, incandescent lighting was also commonly used while energy-efficient and LED lighting was rare and limited to only minor parts of the building (Figure 4.C.E.1).

The average number of working hours of artificial lighting depended on the type of preschool facility and the shift schedule. Figure 4.C.E.2 shows that in most preschools of the period (35%) artificial lighting was used for 3–6 hours daily. On the other hand, only 9% of the facilities used artificial lighting for less than 3 hours. It can be concluded that in the average preschool facility in the period 1971–1990, artificial lighting was used for 6.5–7 hours per day.

Графикон 4.Ц.Е.2. Време коришћења вештачког осветљења у предшколским установама изграђеним у периоду 1971–1990. године [%]

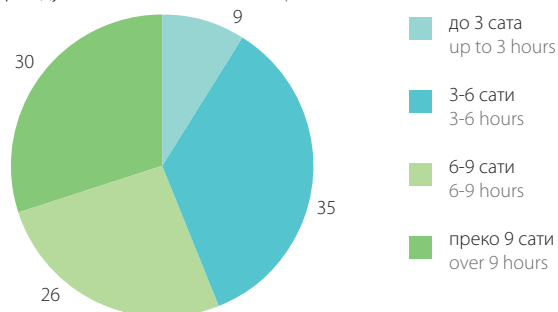


Figure 4.C.E.2. Working hours of artificial lighting in preschools built in the period 1971-1990 [%]

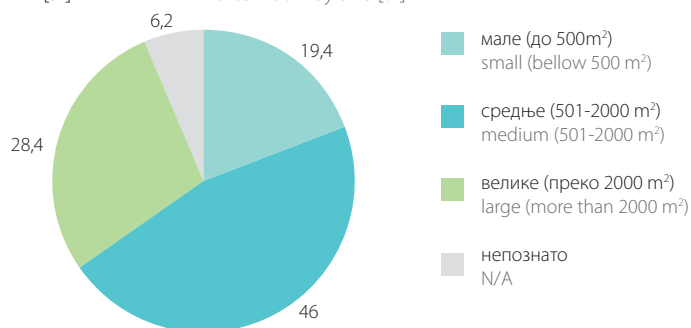
- до 3 сата
up to 3 hours
- 3-6 сати
3-6 hours
- 6-9 сати
6-9 hours
- преко 9 сати
over 9 hours

Аутоматска контрола осветљења се веома ретко среће у предшколским установама из овог периода. Фотонапонски систем, инсталисане снаге $2,8 \text{ kW}_p$, налази се на крову једне предшколске установе.

Период после 1991. године

Промена друштвеног уређења, као и велике миграције становништва настале као последица распада СФР Југославије, обележиле су период после 1991. године. Кретање становништва је било усмерено на урбане средине, чешће њихову периферију. На овим просторима се граде планска, али и непланска насеља релативно мање густине, што за резултат има изградњу већих зграда предшколских установа а у складу са бројем деце на одређеној територији. Доминантан тип, и даље, представљају средње зграде ($500\text{--}2.000 \text{ m}^2$). Интересантно је да изградња великих објеката превазилази изградњу мањих, што је такође последица механичког прилива становништва у градске средине. У овом периоду је извршена и реконструкција већег броја објеката, најчешће без битнијег унапређења термичких карактеристика, осим на позицији прозорских отвора.

Графикон 4.Д.1. Заступљеност предшколских зграда периода после 1991. године према величини [%]



Изградња нових зграда предшколских установа са аспекта разуђености показује тренд промене приступа и поново се као доминантни јављају компактни

In preschool facilities of the period, automatic lighting control was very rare. Also, there was a 2.8 kW_p photovoltaic system installed on the roof of one preschool building.

Period after 1991

Although this period was characterized by a significant socio-political change and large migrations of the population resulting from the disintegration of the SFR Yugoslavia, these transitions did not substantially affect either the size or the structure of preschool facilities. The predominant type was still a medium-sized building ($500\text{--}2000 \text{ m}^2$). The population migrations were focused on urban, or rather suburban, environments. This was where planned and unplanned settlements of relatively low density were developed, and the average size of preschool buildings was relative to the number of children in a given territory. Interestingly, large buildings outnumbered small ones in the newly built facilities, which was another consequence of the mechanical influx of the population to the urban environment. During this period, a large number of facilities were renovated, most often without a significant improvement to the thermal characteristics except in the position of window openings.

Figure 4.D.1. Distribution of preschool buildings in the period after 1991 by size [%]

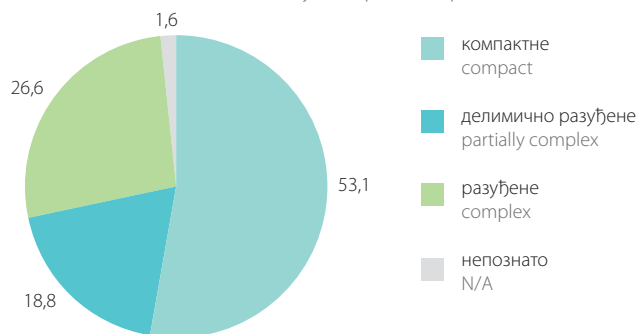
With regard to the complexity of the floor plan, there was a change in the trend and the compact structure again became the predominant type. The model

објекти. Моделски развој зграда се не практикује, већ се примењују релативно једноставнија решења сведеног архитектонског језика. Појава симплификације израза је толико честа да се посматрањем форме објекта и не може закључити о каквој се намени ради.

approach to building development was abandoned; instead, the relatively simple solutions of a reduced architectural expression were applied. The phenomenon of simplifying the expression was so frequent that the intended purpose of a building could not be discerned by simply observing its form.

Графикон 4.Д.2. Заступљеност предшколских зграда периода после 1991. године према компактности [%]

Figure 4.D.2. Distribution of preschool buildings in the period after 1991 by floor plan compactness [%]

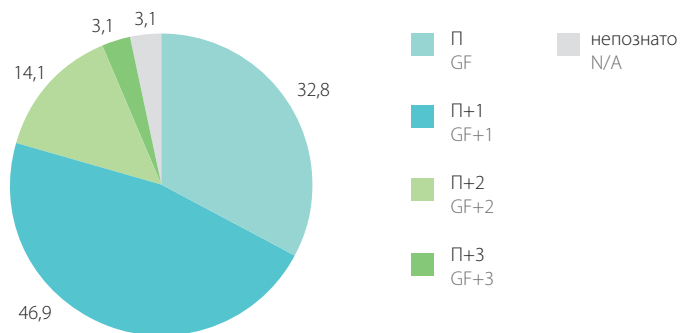


Објекти који се граде у овом периоду су доминантно компоновани на две етажe (П+1) што одговара раздвојености старосних група, где се јаслене групе углавном лоцирају на првом спрату. Мањи објекти се и даље, у највећој мери, реализују као приземни, док је појава вишеетажних зграда везана за установе већих површина у градским срединама.

The buildings of the period were mostly realized in two levels (GF+1), which suited the purpose of separating age groups, with the nursery group mostly occupying the upper floor. Small buildings continued to be mainly one-story structures while multi-story buildings with a large floor area were usually built in urban environments.

Графикон 4.Д.3. Заступљеност предшколских зграда периода после 1991. године према спратности [%]

Figure 4.D.3. Distribution of preschool buildings in the period after 1991 by the number of floors [%]



Коси кров је и даље најдоминантнији тип кровне конструкције и заступљен је на већини зграда без обзира на њихову величину. Код већих и великих установа се уочавају и делови са равним крововима (комбиновани), али у мањој мери него у претходном периоду и у складу је с променом актуелне парадигме грађења. Код кубичних зграда, изгледом као да су реализоване са равним крововима, најчешће се примењују кровне конструкције благих нагиба сакривене иза назидака.

Графикон 4.Д.4. Заступљеност предшколских зграда периода после 199. године према типу крова [%]

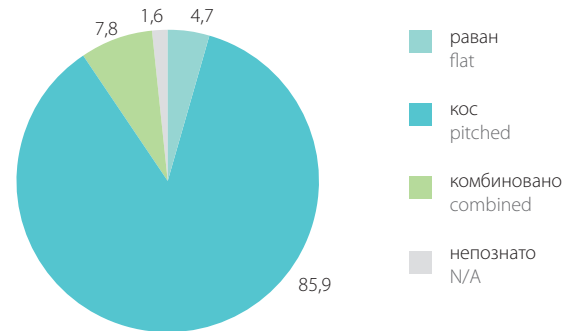


Figure 4.D.4. Distribution of preschool buildings in the period after 1991 by roof type [%]

Са аспекта материјализације конструктивних зидова уочавамо претежну употребу масивних конструкција, уз коришћење блокова различитих формата као основног материјала за зидање. Опека се и даље користи, у великој мери, најчешће код зграда мањих површина.

Графикон 4.Д.5. Заступљеност предшколских зграда периода после 1991. године према материјалу фасадног зида [%]

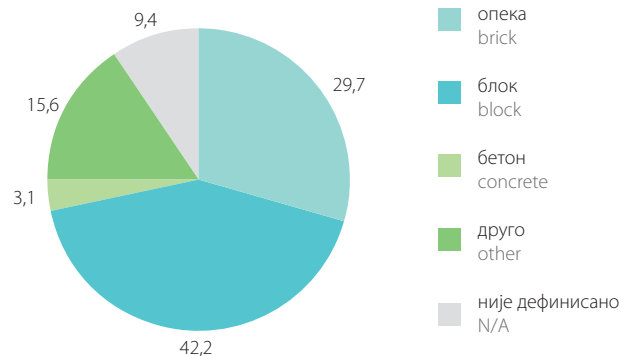
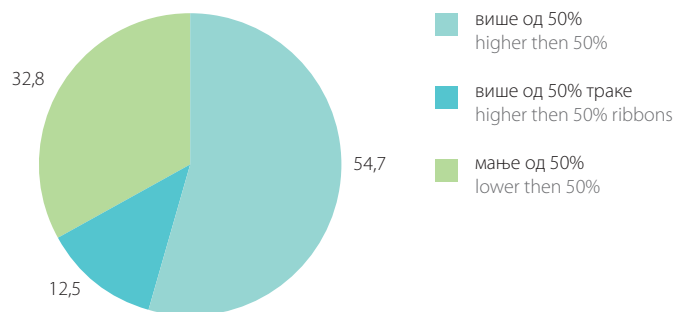


Figure 4.D.5. Distribution of preschool buildings in the period after 1991 by facade wall material [%]

With regard to the load-bearing system, massive constructions prevailed, with the use of hollow blocks of various formats as the main building material. Brick was also widely used, mostly in buildings of smaller sizes.

Анализом процентуалне заступљености прозорских отвора у оквиру фасадног платна можемо констатовати да је промена доминантног архитектонског израза условила и промену третмана фасадног платна. И даље преовлађује употреба великих прозорских отвора, мада не тако упадљиво као у претходном периоду. Примена прозорских трака се полако напушта, а поново се употребљавају појединачни прозорски отвори који чине мање од 50% површине фасаде.

Графикон 4.Д.6. Заступљеност предшколских зграда периода после 1991. године према типу прозорских отвора [%]

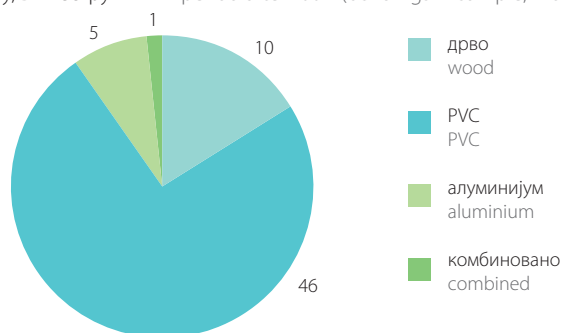


The analysis of the window-to-wall ratio indicated that the shift in the prevailing architectural expression was also reflected on the treatment of the facade. The share of large window openings remained high but not as predominant as in the previous period. The use of ribbon windows was gradually abandoned with the reappearance of single openings accounting for less than 50% of the facade area.

Figure 4.D.6. Distribution of preschool buildings in the period after 1991 by window-to-wall ratio [%]

У периоду после 1991. године употреба PVC прозорских профила преовлађује, уз спорадичну примену дрвених и алуминијумских прозора. Почетак периода је обележен разноврснијом материјализацијом прозорских отвора, док се у последње време искључиво користе PVC профили, како на мањим, тако и на већим фасадним површинама.

Графикон 4.Д.7. Материјал прозора предшколских зграда за период после 1991. године (зграда у узорку, вишеструки избор)

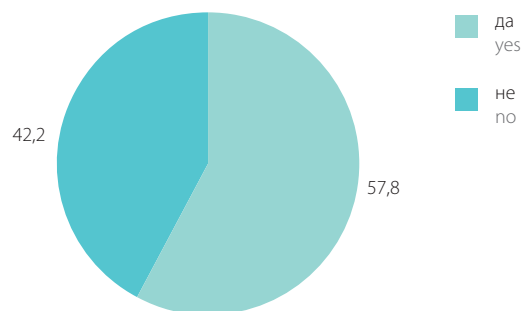


In the period after 1991, the use of PVC window frames was a prevailing trend with the sporadic application of wooden and aluminum windows. While the beginning of the period was characterized by a more diverse materialization of window openings, recently, PVC profiles have been used almost exclusively regardless of the area of the facade.

Figure 4.D.7. Window materials in preschool buildings in the period after 1991 (buildings in sample, multiple choice)

Турбулентно стање на грађевинском тржишту, које карактерише недостатак контроле и казнене политике, условило је скромну употребу термоизолационих материјала у саставу фасадних зидова – свега 42%. Као и у случају школских зграда, и овде је честа појава реконструкција мањих објеката реализована у оригиналном конструктивном склопу, уз неопходна конструктивна и техничко-технолошка, али не и термичка унапређења, осим на позицији фасадне столарије.

Графикон 4.Д.8. Заступљеност термоизолационог слоја у оквиру фасадних зидова предшколских објеката за период после 1991. године [%]



The volatile construction market and the lack of control or penal policy resulted in a relatively modest use of thermal insulation materials in the facade walls, accounting for as little as 42%. As in school buildings, in a number of small preschool facilities there were renovations realized within the original construction system, with the necessary improvements targeting the structure and installation systems but not thermal performance, except in the position of facade windows.

Figure 4.D.8. Facade thermal insulation in preschool buildings in the period after 1991 [%]

Термотехничке инсталације

Опремљеност зграда предшколских установа инсталацијама грејања, вентилације, климатизације и припреме потрошне топле воде у периоду после 1991. године је слична ранијим периодима и карактеришу је готово идентичне вредности. (Графикон 4.Д.М.1)

Сви објекти предшколских установа су опремљени инсталацијама грејања које загревају целу зграду или њен највећи део. За разлику од ранијих периода, готово трећина вртића је опремљена системима климатизације, а чешћа је и употреба система вентилације. Централна припрема санитарне топле воде (ПТВ) је приметна, мада је употреба електричних бојлера још увек доминантна.

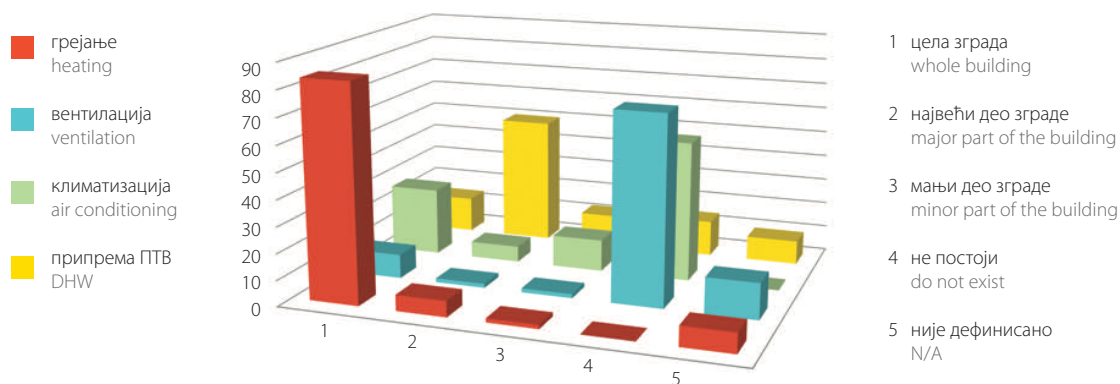
HVAC and DHW systems

The installed heating, ventilation, air conditioning (HVAC) and domestic hot water (DHW) preparation systems in the preschool facilities built in the period after 1991 showed similar trends and almost identical results to those of the previous period (Figure 4.D.M.1).

Presumably, almost all facilities were equipped with heating systems that covered the whole building area or its major part. In comparison to the previous periods, almost a third of preschool facilities were equipped with air conditioning systems and a noticeably higher share of centralized ventilation systems. The use of the systems for centralized DHW preparation was significant but local electrical water heaters still prevailed.

Графикон 4.Д.М.1. Заступљеност термотехничких инсталација и припреме ПТВ у зградама предшколских установа изграђеним у периоду после 1991. године

Figure 4.D.M.1 Distribution of HVAC and DHW systems in preschool buildings built in the period after 1991

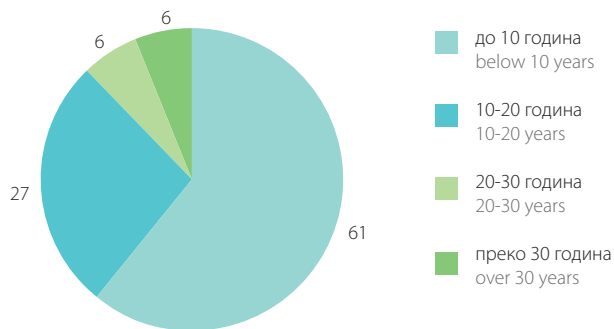


Велики број вртића (преко 60%) је опремљен савременим инсталацијама грејања, не старијим од 10 година, тако да је степен искоришћености енергента знатно виши него у вртићима из ранијих периода изградње.

A large number of preschool facilities (over 60%) were equipped with heating systems that were not more than 10 years old so that their efficiency was significantly higher than in buildings built in the earlier periods.

Графикон 4.Д.М.2. Старост система за грејање у зградама предшколских установа за период после 1991. године [%]

Figure 4.D.M.2. Age of heating systems in preschool buildings built after 1991 [%]



У зградама предшколских установа из периода после 1991. године најзаступљенији је систем централног грејања са сопственом котларницом или из система даљинског грејања. (Графикон 4.Д.М.3)

Most preschool buildings in the period after 1991 had a centralized heating system with their own boiler on the premises or connected to the district heating system (Figure 4.D.M.3).

Природни гас је доминантни енергент у употреби, јер се половина вртића греје његовим директним или индиректним коришћењем. То је и разумљиво, с обзиром на велики удео система централног грејања из сопствене котларнице или из топлане комуналног дистрибутера топлоте. (Графикон 4.Д.М.4)

Графикон 4.Д.М.3. Системи грејања у зградама предшколских установа из периода после 1991. године [%]

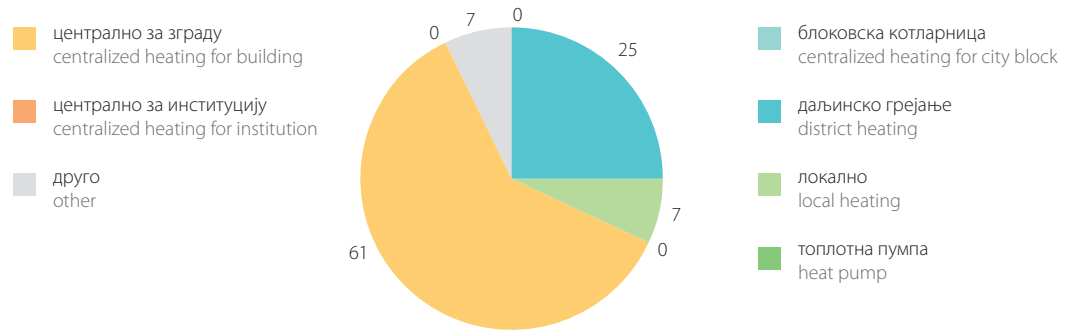


Figure 4.D.M.3 Distribution of heating systems in preschool buildings in the period after 1991 [%]

Графикон 4.Д.М.4 Заступљеност основног енергента за грејање у зградама предшколских установа из периода после 1991. године [%]

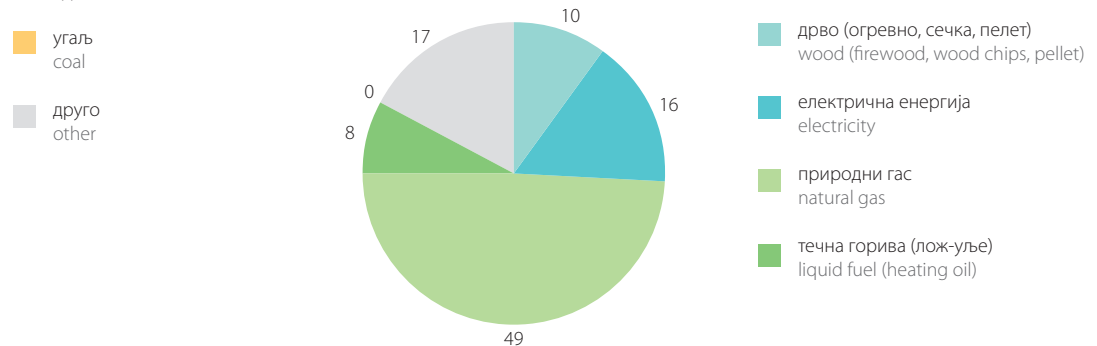


Figure 4.D.M.4 Distribution of heating energy sources in preschool buildings in the period after 1991 [%]

Корисници су најзадовољнији централним грејањем (било да потиче из сопствене котларнице или из система даљинског грејања). Охрабрује чињеница да мали број корисника своје грејање оцењује недовољно добро, односно делимично задовољавајуће. (Графикон 4.Д.М.5)

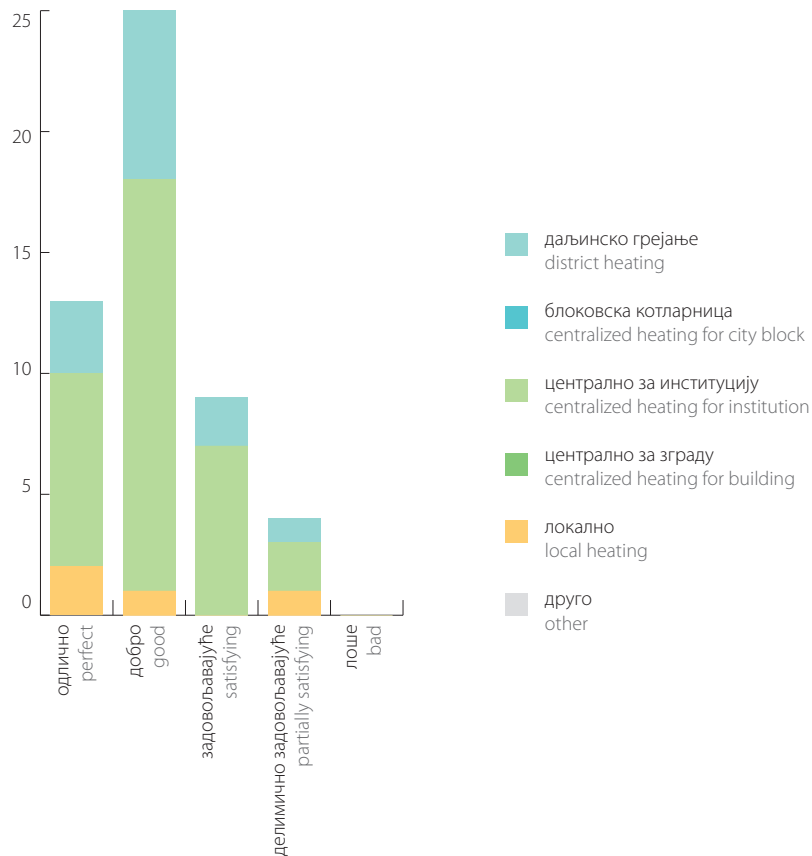
The greatest user satisfaction was found with centralized heating systems (either with their own boiler on the premises or connected to the district heating system). A positive finding was that few users rated their respective system as unsatisfactory or partially satisfactory (Figure 4.D.M.5).

Природни гас је енергент којим су корисници најзадовољнији, узимајући у обзир однос између квалитета грејања и коришћеног енергента, док су електричном енергијом и дрветом најмање задовољни. (Графикон 4.Д.М.6)

Considering the correlation between the main energy source and the evaluation of the heating quality, the users were most satisfied with natural gas and least satisfied with electricity and wood (Figure 4.D.M.6).

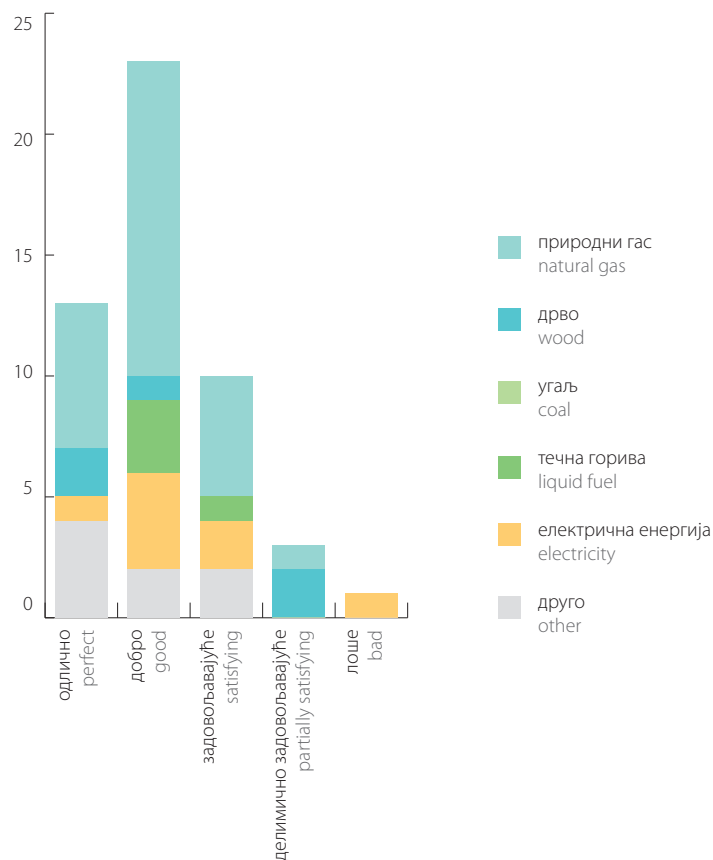
Графикон 4.Д.М.5 Корелација између система грејања и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа из периода после 1991. године

Figure 4.D.M.5 Correlation between the heating system and the evaluation of quality of heating in preschool buildings in the period after 1991



Графикон 4.Д.М.6 Корелација између основног енергента за грејање и оцене корисника о квалитету грејања у зградама предшколских установа из периода после 1991. године

Figure 4.D.M.6 Correlation between the main energy source for heating and the evaluation of heating quality in preschool buildings in the period after 1991



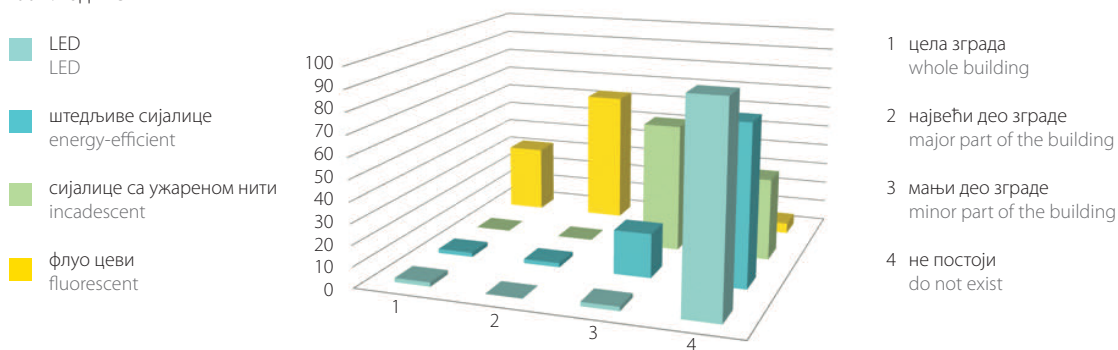
Електроенергетске инсталације

Анализом структуре потрошње електричне енергије у зградама предшколских установа изграђених у периоду после 1991. године може се закључити да се, као и код предшколских установа изграђених у ранијим периодима, највећи део електричне енергије користи за осветљење просторија и припрему санитарне топле воде (код 69% објеката). За добијање топлотне енергије електричну енергију користи 12,5% објеката, док је чак 33% објекта у потпуности или највећим делом климатизовано, што је и очекивано за савремене зграде.

Electrical power and energy systems

The analysis of the structure of electric power consumption in the kindergarten facilities built in the period after 1991 suggested that lighting and domestic hot water preparation accounted for the largest share (69% of the facilities), like for the facilities built before 1991. Electricity was used for heating in 12.5% of the facilities while as many as 33% of the facilities were completely or almost completely air-conditioned as is to be expected from newly built buildings.

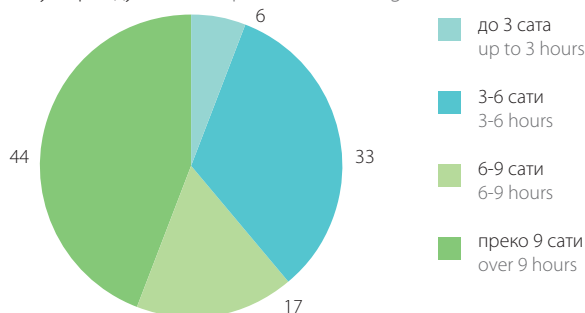
Графикон 4.Д.Е.1 Типови осветљења и заступљеност у зградама предшколских установа изграђених у периоду после 1991. године



Зграде предшколских установа изграђене у периоду након 1991. године у највећој мери користе флуо цеви као извор вештачког осветљења. Такође, у знатном броју објеката је и даље у употреби инкадесцентно осветљење, али је приметна и тенденција употребе штедљивих сијалица и LED расвете. (Графикон 4.Д.Е.1.)

Просечан број сати рада вештачког осветљења зависи од типа предшколске установе и сменског рада. Графикон 4.Д.Е.2. показује да највећи број зграда предшколских установа (44%) вештачко осветљење користи више од 9 сати дневно док само 6% установа користи осветљење мање од 3 сата. Може се закључити да се у просечној предшколској установи, у наведеном периоду, вештачко осветљење користи 7,5–8 сати дневно.

Слика 4.Д.Е.2. Време коришћења вештачког осветљења у зградама предшколских установа изграђених у периоду после 1991. године



У зградама предшколских установа изграђених после 1991. године изузетно ретко је у употреби аутоматска контрола осветљења. На анализираном узорку није забележена инсталација фотонапонских система.

Figure 4.D.E.1 Types of lighting and their distribution in preschool buildings built in the period after 1991

The preschool facilities built in the period after 1991 mostly used fluorescent tubes for artificial lighting. In addition, incandescent lighting was also common while there was a rising trend in using energy-efficient and LED lighting (Figure 4.D.E.1).

The average number of working hours of artificial lighting depends on type of preschool facility and the shift schedule. Figure 4.D.E.2 shows that in most preschools (44%) artificial lighting was used for 9 hours daily. On the other hand, only 6% of the facilities used artificial lighting for less than 3 hours. It can be concluded that in the average preschool facility in the period after 1991, artificial lighting was used for 7.5–8 hours per day.

Figure 4.D.E.2. Working hours of artificial lighting in preschool buildings built after 1991

In the buildings of preschool institutions built after 1991, the use of automatic lighting control was extremely rare. Also, there were no photovoltaic systems installed in any analyzed facility.

5. ПОБОЉШАЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ И СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ УГЉЕН-ДИОКСИДА УНАПРЕЂЕЊЕМ ЗГРАДА ПРЕДШКОЛСКИХ УСТАНОВА (ВРТИЋА)

Према тренутно важећој регулативи из области енергетске ефикасности зграда, сматра се да је енергетска ефикасност зграде побољшана уколико је задржан (ако одговара прописима и задатим условима) или подигнут ниво комфора уз смањење потребне енергије за грејање. Правилници који су ступили на снагу 2012. године¹⁸ у Србији предвиђају да се сертификација зграда врши само на основу потребне енергије за грејање. Остали облици енергије која се троши у зградама, као што је енергија за климатизацију, вентилацију, нису обухваћени. Прорачуни потребне електричне енергије, као и енергије за припрему санитарне топле воде урађени су, у складу са прописима, према табеларним вредностима: коришћена је вредност потребне енергије за дате намене по квадратном метру грејане површине. У претходним поглављима је извршен избор зграда које су репрезенти добијених моделских зграда произашлих из кластер анализе. Тако су дефинисани различити нивои унапређења и то за елементе:

- термички омотач
- термотехнички системи и
- електроенергетски системи

Такође, као веома значајно мерило унапређења квалитета зграде, прорачунате су и емисије угљен-диоксида будући да се овај параметар у стручној литератури све чешће користи као мерило вредности грађевинског фонда (Игњатовић, Ћуковић Игњатовић, Јовановић Поповић, 2017). Анализиран је и утицај смањења емисије угљен-диоксида применом обновљивих извора енергије (Божић, Цветковић, Живковић, 2015). Значај емисије угљен-диоксида, као мерила

¹⁸ Правилник о енергетској ефикасности зграда и Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда ("Сл. гласник РС", бр. 61/2011)

5. INCREASING ENERGY EFFICIENCY AND REDUCING CO₂ EMISSIONS BY IMPROVING PRESCHOOL BUILDINGS (KINDERGARTENS)

According to current legislation, energy efficiency of a building is considered as improved if the level of user comfort is retained (in compliance with the conditions stipulated by the regulations) or increased with the reduction of heating energy demand. Since the regulations enforced in Serbia in 2012¹⁸ require that the certification of buildings consider only the energy needed for heating, other forms of energy consumption relevant to buildings, such as air conditioning or ventilation, did not enter the calculations, while the energy required for electric power supply and domestic hot water preparation was calculated, in compliance with the regulations, according to the tabular values for the energy required for the given purposes per square meter of the heated area. In the preceding sections, a selection of buildings was chosen to represent the model buildings obtained from the cluster analysis. For each selected building, several improvement methods were defined for the following elements:

- Thermal envelope;
- HVAC and DHW systems; and,
- Electrical power and energy systems.

Additionally, carbon dioxide emissions were also calculated as a very important performance enhancement since this parameter has been increasingly used in the professional literature as a measure of evaluating the building stock (Ignjatović, Ćuković Ignjatović, Jovanović Popović, 2017). The impact of carbon dioxide emission reductions by using renewable energy sources has also been discussed (Božić, Cvetković, Živković, 2015). The importance of carbon dioxide emissions as a measure of building energy efficiency is immense since these

¹⁸ The Rulebook on Energy Efficiency of Buildings (*Official Gazette of the RS*, No. 61/2011)

квалитета зграда са аспекта њене енергетске ефикасности, изузетно је важан будући да је емисија угљен-диоксида ограничена за сваку земљу понаособ са прописаним роковима за смањење ове емисије међународним споразумима.¹⁹

Прорачуни потребне енергије су рађени за постојеће стање зграде, као и три нивоа унапређења на основу прикупљене техничке документације. Међутим, за прорачуне укупне потребне енергије на нивоу Србије коришћени су површине и број вртића добијени методом кластер анализе²⁰ односно на основу усвојених података Завода за статистику. Треба напоменути да је примењена методологија дефинисана важећом регулативом, али је за прецизније податке могуће користити и детаљне симулације. Поред конвенционалних метода прорачуна које узимају у обзир све детаљне карактеристике зграда и система, могу се применити и модели који примењују методе вештачке интелигенције, али захтевају велику количину мерених улазних и излазних величина (Јовановић, Сретеновић, Живковић, 2015, 2016; Јовановић, Сретеновић, 2015).

У Табели 5.1. дате су израчунате вредности годишње потребне, испоручене и примарне енергије за грејање и припрему СТВ у типичним вртићима, а проширене за све вртиће у Србији груписане су по кластерима у постојећем стању. Треба истаћи да се у великом броју случајева постојеће стање зграда вртића разликује од пројектованог. Наиме, зграде грађене у ранијим периодима нису имале инсталисане системе за грејање или припрему топле воде; ови системи су уведени накнадно приликом обнове или пренамене зграда. При прорачуну енергије за грејање, будући да

emissions are limited for each country by international agreements, with the deadlines prescribed for their reduction.¹⁹

The calculations of energy demands for the existing condition of the buildings and the three levels of improvements were made using the collected design documentation. However, the calculations of the total energy demands on the level of Serbia were made upon the floor areas and the number of preschool facilities obtained in the cluster analysis,²⁰ and upon the data from the Statistical Office of the Republic of Serbia. It should be noted that the calculation method was defined upon the current regulations but detailed simulations can be used for data that are more precise. In addition to conventional calculation methods that take into account all the detailed characteristics of buildings and systems, models that utilize artificial intelligence methods can be applied; however, they require a large amount of input and output measurements (Jovanović, Sretenović, Živković, 2015, 2016; Jovanović, Sretenović, 2015).

Table 5.1 shows the annual required, delivered and primary energy used for heating and DHW preparation calculated for the existing condition in each preschool building type and extended to the corresponding clusters for all preschool facilities in Serbia. The existing and the design conditions differed, as most of the facilities built in the earlier periods were not equipped with heating and DHW systems when they were designed but had them installed in subsequent renovations or repurposing interventions. As the calculations refer to the whole territory of Serbia, the energy source was not taken for the typical facility in the cluster but it was instead defined

¹⁹ *Кјото протокол* је усвојен у Кјоту, Јапан 1997. године. Протокол обавезује индустријализоване земље да стабилизују емисију гасова са ефектом стаклене баште на основу начела Конвенције. Србија је ратификовала *Протокол* у јануару 2008. године. http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

²⁰ Детаљно објашњење статистичког метода кластер анализе спроведеног на предметном узорку зграда налази се у: Књига 1 *Зграде школских и предшколских установа – методолошки оквир формирања типологије и побољшања енергетске ефикасности*

¹⁹ The Kyoto Protocol was adopted in Kyoto, Japan in 1997.

The Protocol obliges industrialized countries to stabilize greenhouse gas emissions based on the principle of the Convention. Serbia ratified the Protocol in January 2008. http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

²⁰ A detailed explanation of the statistical method of cluster analysis used on the building sample can be found in *School and Kindergarten Buildings – A methodological framework for the formation of typology and the improvement of energy efficiency*

се ради о територији целе Србије, коришћени енергенти нису узети према карактеристикама типског вртића у кластеру, већ су одређени за три доминантна система за грејање добијена обрадом анкета о инсталисаном систему и коришћеном основном енергенту за сваки кластер. Добијени резултати дају високе вредности, јер је занемарена чињеница да се понекад не греје цела површина зграде вртића, као и да постоји прекид у загревању (ноћу, викендом, празницима).

Општа напомена:
У свим табелама бројеви су приказани у складу са правилима српског језика.

for the three heating systems that were predominant in the survey results on the heating systems installed and the energy source used for each cluster. Certainly, the results show excessively large values since the calculations did not take into account that sometimes not the entire building was heated and that there were intermittent heating (switched off at night, or during weekends and holidays).

General remark:
In all tables numbers are presented according with serbian language rules.

Табела 5.1. Укупно потребна, испоручена и примарна енергија, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима за постојеће стање

Table 5.1. Total required, delivered and primary energy with CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for the existing condition

кластер cluster	број вртића number of kinder- gartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за грејање (Q _{hnd}) total heating energy required (Q _{hnd})	укупна потребна енергија за ЦТВ (Q _{stv}) total DHW energy required (Q _{stv})	укупна испоручена енергија (финална) total delivered energy (final)	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	10,44	0,39	14,45	14,99	5.175
A2	100	55.000	13,62	0,55	16,22	21,99	6.841
B1	184	49.680	15,46	0,50	18,53	28,23	10.512
B2a	128	76.800	16,44	0,77	20,95	25,43	6.936
B2b	117	140.400	30,14	1,40	38,41	46,60	12.711
C1	323	58.140	16,01	0,58	19,45	27,40	9.267
C2	897	1.089.855	212,96	10,90	273,36	298,96	81.120
C3	309	684.435	133,81	6,84	177,67	222,50	65.149
D2	187	187.000	15,37	1,87	20,33	22,46	6.187
D3	110	253.000	13,26	2,53	18,22	23,89	7.043
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	477,51	26,33	617,59	732,44	210.941

Прво унапређење обухвата само побољшање термичког омотача зграде, док су тип грејања и основни енергент задржани као у постојећем стању, па је у Табели 5.2. приказана укупно потребна, испоручена и примарна енергија, као и емисија угљен-диоксида

Improvement 1 proposes the thermal insulation of the envelope only while the existing heating system and the energy source remain the same. Therefore, Table 5.2 shows the total required, delivered and primary energy with CO₂ emissions for all preschool buildings in Serbia

свих вртића у Србији по кластерима за овако пројектован пакет мера. Прорачуни су урађени за три најчешће примењена система за грејање, добијени обрадом анкета о инсталисаном систему и коришћеном основном енергенту за сваки кластер, а не према техничкој документацији и стварном стању одабране репрезентативне зграде.

Табела 5.2. Укупно потребна, испоручена и примарна енергија, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима за архитектонско-грађевинско унапређење 1

by clusters for this package of measures. As it was mentioned above, the calculations were made for the three most commonly applied heating systems according to the survey results on the heating systems installed and the energy source used for each cluster, and not according to the design documentation or the existing condition of the selected building representative.

Table 5.2. Total required, delivered, and primary energy with CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for architectural and constructional Improvement 1

кластер cluster	број вртића number of kinder- gartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за грејање (Q _{hnd}) total heating energy required (Q _{hnd})	укупна потребна енергија за СТВ (Q _{stv}) total DHW energy required (Q _{stv})	укупна испоручена енергија (финална) total delivered energy (final)	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	5,63	0,39	7,98	8,56	3.046
A2	100	55.000	7,72	0,55	9,45	13,11	4.220
B1	184	49.680	8,82	0,50	10,81	16,69	6.306
B2a	128	76.800	12,51	0,77	16,14	19,84	5.542
B2b	117	140.400	19,50	1,40	25,39	31,49	8.936
C1	323	58.140	10,27	0,58	12,70	18,14	6.244
C2	897	1.089.855	145,50	10,90	190,51	231,62	60.386
C3	309	684.435	95,89	6,84	129,43	164,71	49.476
D2	187	187.000	11,26	1,87	15,44	17,80	5.251
D3	110	253.000	13,26	2,53	18,22	23,89	7.043
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	330,35	26,33	436,06	527,86	156.448

Дефинисани други сценарио унапређења обухвата врло обимну обнову термичког омотача зграде у односу на постојеће стање, када су архитектонске мере обнове у питању, што је видљиво из односа потребних енергија за грејање ($196,43/477,51 = 0,41$). У вези са системом грејања предвиђено је коришћење биомасе, сем када у вртићу постоји инсталисано централно грејање са гасним котлом или је вртић повезан на систем даљинског грејања, при чему је у топлани природни гас основно гориво. Рачунске вредности различитих облика потребне енергије за грејање вртића

Improvement 2 was defined to encompass a comprehensive thermal insulation refurbishment of the existing envelope as regards architectural renovation measures, which is evident from the ratio of the energy required for heating ($196.43/477.51 = 0.41$). It also includes the use of biomass for heating, except for preschool facilities that have a centralized system with a gas-fired boiler or are connected to the district heating system in case that the thermal plant uses natural gas as the energy source. The calculated values for different types of energy used for heating and DHW preparation with CO₂ emissions, by

и припрему СТВ, као и емисије угљен-диоксида, приказане су у Табели 5.3. по кластерима и укупно за све вртиће у Србији.

Табела 5.3. Укупно потребна, испоручена и примарна енергија, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима за архитектонско-грађевинско и термотехничко унапређење 2

clusters and as total for all preschool buildings in Serbia, are shown in Table 5.3.

Table 5.3. Total required, delivered, and primary energy with CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for architectural, constructional, HVAC and DHW Improvement 2

кластер cluster	број вртића number of kinder- gartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за грејање (Q _{hnd}) total heating energy required (Q _{hnd})	укупна потребна енергија за СТВ (Q _{stv}) total DHW energy required (Q _{stv})	укупна испоручена енергија (финална) total delivered energy (final)	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	4,14	0,39	5,31	1,54	693
A2	100	55.000	4,86	0,55	7,11	8,66	2.224
B1	184	49.680	5,06	0,50	6,45	7,85	2.015
B2a	128	76.800	6,93	0,77	10,13	12,31	3.149
B2b	117	140.400	9,91	1,40	14,82	18,44	4.945
C1	323	58.140	4,97	0,58	6,43	7,96	2.113
C2	897	1.089.855	81,63	10,90	108,18	39,20	18.367
C3	309	684.435	54,41	6,84	80,44	98,89	25.904
D2	187	187.000	11,26	1,87	17,14	21,69	6.012
D3	110	253.000	13,26	2,53	20,54	26,43	7.551
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	196,43	26,33	276,55	242,97	72.973

Трећи ниво унапређења је најобимнији и најкомплекснији. Када су у питању термотехничке инсталације, предвиђена је замена свих постојећих извора топлоте; планирано је коришћење топлотних пумпи воздух/вода. (Табела 5.4.). При овом степену унапређења зграда вртића, санитарна топла вода се примарно припрема коришћењем система са пријемницима сунчеве енергије, а када је сунчево зрачење недовољно за грејање СТВ користи се топлотна пумпа.

Improvement 3 is the most comprehensive and most complex level. In all HVAC systems, the existing energy source is replaced with air-to-water heat pump (Table 5.4). Domestic hot water is primarily prepared by using solar panels or a heat pump whenever the solar energy is insufficient.

Табела 5.4. Укупно потребна, испоручена и примарна енергија, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима за архитектонско-грађевинско и термотехничко унапређење 3

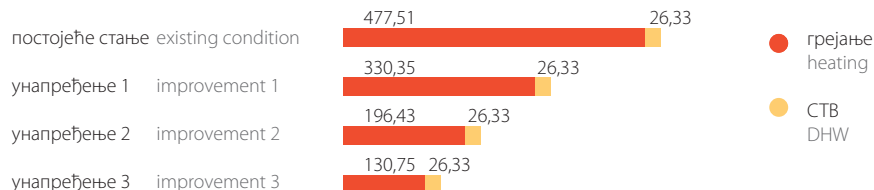
 Table 5.4. Total required, delivered, and primary energy with CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for architectural, constructional, HVAC and DHW Improvement 3

кластер cluster	број вртића number of kinder- gartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за грејање (Q _{hnd}) total heating energy required (Q _{hnd})	укупна потребна енергија за СТВ (Q _{stv}) total DHW energy required (Q _{stv})	укупна испоручена енергија (финална) total delivered energy (final)	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	2,82	0,39	1,11	2,78	1.476
A2	100	55.000	3,31	0,55	1,34	3,35	1.776
B1	184	49.680	3,44	0,50	1,37	3,42	1.812
B2a	128	76.800	4,64	0,77	1,88	4,69	2.487
B2b	117	140.400	6,44	1,40	2,72	6,81	3.610
C1	323	58.140	3,34	0,58	1,36	3,40	1.802
C2	897	1.089.855	54,17	10,90	22,58	56,46	29.924
C3	309	684.435	31,69	6,84	13,38	33,44	17.722
D2	187	187.000	9,82	1,87	4,06	10,14	5.375
D3	110	253.000	11,08	2,53	4,72	11,81	6.260
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	130,75	26,33	54,52	136,31	72.243

Ако потребна енергија за грејање свих вртића у Србији представља 100%, (резултати из претходних табела обједињени су у Графикону 5.1.) применом архитектонских и термотехничких мера унапређења енергетских карактеристика зграде могу се постићи следеће уштеде: унапређењем 1 уштеда од 31%, унапређењем 2 уштеда од 59% , односно 73% за унапређење 3. Ако се посматра укупно потребна енергија за грејање свих школа и припрему СТВ у њима, онда су могуће уштеде нешто мање: 29% за унапређење 1, 56% за унапређење 2 и 69% за највиши ниво предвиђене термичке заштите и коришћење топлотних пумпи воздух/вода.

If the energy required for heating for all preschool facilities in Serbia is represented as 100% (the results from the previous tables are combined in Figure 5.1), by applying the architectural and HVAC measures for increasing the energy efficiency, it is possible to achieve the following savings: 31% with Improvement 1, 59% with Improvement 2, and 73% with Improvement 3. If the total energy required for heating and DHW preparation for all preschool facilities is analyzed, the potential savings are somewhat lower: 29% with Improvement 1, 56% with Improvement 2, and 69% with the highest level of thermal envelope refurbishment and the use of air-to-water heat pumps.

Графикон 5.1. Потребна енергија за грејање и припрему СТВ [GWh/a]



Укупна финална (испоручена) енергија за грејање и припрему СТВ у свим вртићима у Србији, поред мера унапређења термичког омотача, узима у обзир и карактеристике термотехничких система у вртићима (Графикон 5.2), као свеобухватнијег сета расположивих мера унапређења енергетске ефикасности у енергетици и зградарству, у циљу очувања животне средине (Живковић, Јанкес, Новаковић, 2013). Ако се постојећа годишња количина финалне енергије означи са 100%, онда се унапређењем 1 може постићи уштеда од 29%, унапређењем 2 од 55%, а унапређењем 3 чак 91%, јер се прелази на грејање топлотним пумпама чији су компресори погоњени електромоторима.

Графикон 5.2. Финална енергија за грејање и припрему СТВ [GWh/a]



За постојеће стање зграда предшколских установа, као и за три модела њиховог енергетског унапређења анализиран је однос потребне примарне енергије и енергије за припрему санитарне топле воде (Графикон 5.3). Очигледно је да су уштеде умереније (нарочито за унапређење 3), што се тумачи великом вредношћу коефицијента трансформације финалне електричне енергије у примарну енергију, а последица је великог удела термоелектрана на лигнит у укупној производњи електричне енергије у Србији.

Figure 5.1. Energy required for heating and DHW [GWh/a]

In addition to the improvements in the thermal envelope, the total final (delivered) energy for heating and DHW preparation for all preschool buildings in Serbia also includes the characteristics of HVAC systems in the facilities (Figure 5.2), as a more comprehensive set of available measures to improve energy efficiency from the aspects of energy and building construction, as well as environmental protection (Živković, Jankes, Novaković, 2013). If the existing annual final energy consumption is represented as 100%, savings of 29% can be achieved with Improvement 1, 55% with Improvement 2, and as much as 91% with improvement 3 since the heat pump using electricity for compressors is proposed for heating.

Figure 5.2. Final energy for heating and DHW [GWh/a]

The relationship was analyzed between the required primary energy and the required energy for domestic hot water preparation for the existing condition in preschool facilities and the three proposed improvement models (Figure 5.3). Evidently, the savings are more moderate (especially for Improvement 3), which can be explained by the high value of the primary energy factor resulting from the high share of lignite thermal power plants in the power supply system in Serbia.

Графикон 5.3. Примарна енергија за грејање и припрему СТВ [GWh/a]



За погон топлотних пумпи ваздух/вода, предвиђен најобимнијим унапређењем 3, користи се електрична енергија. То је главни разлог зашто би емисија угљен-диоксида била приближно једнака у варијантама унапређења 2 и 3 (Графикон 5.4), имајући у виду да је потрошња финалне енергије за унапређење 2 око пет пута већа него за унапређење 3, а потрошња примарне енергије скоро два пута већа.

Графикон 5.4. Емисија угљен-диоксида [t CO₂/a]



Сличне анализе обављене су и за квантификацију позитивних ефеката унапређења електричних инсталација у вртићима. За сваки тип и подтип је извршен прорачун неопходне примарне енергије, као и емисије угљен-диоксида. У Табели 5.5. приказане су вредности годишње потребне електричне и примарне енергије, као и емисије угљен-диоксида за осветљење вртића према кластерима за постојеће стање. Треба напоменути да осветљење није у овој анализи коришћено као параметар за карактеризацију у кластер анализи, тако да се у оквиру исте категорије могу имати значајно различите специфичне годишње потрошње електричне енергије за осветљење због коришћења различитих типова осветљења и различитог просечног дневног трајања рада осветљења. Прорачуни приказани у табели 5.5 су вршени на основу просечног типа осветљења и просечног времена трајања укључености осветљења за сваку категорију вртића. Такође, треба напоменути да се, на основу прикупљених података о укупној потрошњи електричне енергије за анализирани узорак, може

Figure 5.3. Primary energy for heating and DHW preparation [GWh/a]

As mentioned above, the most comprehensive Improvement 3 proposes the use of electricity as the energy source for air-to-water heat pumps. This is the main reason why CO₂ emissions are approximately the same in both Improvements 2 and 3 (Figure 5.4) although the final energy consumption for Improvement 2 is nearly five times as high as in Improvement 3, and the primary energy consumption is almost twice as high.

Figure 5.4. CO₂ emissions [t CO₂/a]

Similar analyses were done in order to quantify the positive effects of improving the electrical installations in preschool facilities. Calculations were made for the required and primary energy and for the reductions in CO₂ emissions for each type and subtype. Table 5.5 shows the annual required and primary energy used for lighting as well as reductions in CO₂ emissions calculated for the existing condition in the preschool building types and extended to the corresponding clusters for all preschool facilities in Serbia. It should be noted that lighting is not used in this analysis as a parameter for characterization in cluster analysis, so within the same category there can be significantly different specific annual electricity consumption for lighting due to the use of different types of lighting and different average daily duration of lighting. The calculations shown in Table 5.5 were made on the basis of the average type of illumination and the average duration of the lighting switched on for each category of kindergarten. Also, it should be noted that, based on the collected data on the total consumption of electricity for the analyzed sample, it can be concluded that in a

закључити да у великом броју предшколских објеката квалитет осветљења не задовоља стандарде о минималном захтеваном нивоу осветљености просторија у оваквим објектима. У анализама које следе разматрано је унапређење постојећег стања, како би се сагледали релативни ефекти унапређења енергетске ефикасности осветљења.

Табела 5.5. Укупна потребна и примарна енергија, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима за постојеће стање осветљења

large number of preschool facilities the quality of lighting does not meet the standards on the minimum required level of illumination in such facilities. The analysis below discusses the improvement of the current situation in order to capture the relative effects of improving the energy efficiency of lighting.

Table 5.5. Total required and primary energy and CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for the existing condition of lighting

кластер cluster	број вртића number of kinder- gartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за осветљење total energy required for lighting	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	0,33	1,09	359
A2	100	55.000	0,47	1,55	510
B1	184	49.680	0,42	1,40	461
B2a	128	76.800	0,65	2,16	712
B2b	117	140.400	1,20	3,96	1.302
C1	323	58.140	0,46	1,52	502
C2	897	1.089.855	8,70	28,71	9.439
C3	309	684.435	5,46	18,03	5.927
D2	187	187.000	1,70	5,62	1.847
D3	110	253.000	2,81	9,27	3.049
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	22,23	73,35	24.111

У Табели 5.6. приказане су вредности годишње потребне и примарне енергије, као и емисија угљен-диоксида груписане по кластерима након примене унапређења 1 за електричне инсталације. Унапређење 1 обухвата замену постојећег осветљења LED осветљењем. Прорачуни приказани у табели 5.6 су вршени на основу просечног типа постојећег осветљења и просечног времена трајања укључености осветљења за сваку категорију вртића. С обзиром да се у оквиру једне категорије могу имати вртићи са различитим осветљењем, за прорачуне ефеката унапређења за конкретне објекте вртића потребно

Table 5.6 provides data for the annual required and primary energy as well as CO₂ emissions for all preschool facilities in Serbia by clusters for Improvement 1 of electrical installations. Improvement 1 includes the replacement of the existing lighting system with LED lighting. The calculations shown in Table 5.6 were made on the basis of the average type of existing lighting and the average duration of lighting on, for each category of kindergarten. Considering that there are kindergartens with different lighting in one category, for calculating the effects of improvement for specific kindergartens, it is necessary to obtain information on the type of the

је прибавити информације о типу постојећег осветљења и дужини трајања рада за просечан дан и на основу њих извршити прорачуне ефеката унапређења.

existing lighting and the length of the work for the average day as the basis for the calculations of the effects of improvement.

Табела 5.6. Укупна потребна и примарна енергија за осветљење, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима након примене унапређења 1 за електричне инсталације

Table 5.6. Total required and primary energy for lighting and CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for Improvement 1 of electrical installations

кластер cluster	број вртића number of kinder- gartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за осветљење total energy required for lighting	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	0,12	0,42	138
A2	100	55.000	0,18	0,59	195
B1	184	49.680	0,16	0,54	179
B2a	128	76.800	0,25	0,83	275
B2b	117	140.400	0,46	1,53	503
C1	323	58.140	0,17	0,59	194
C2	897	1.089.855	3,39	11,19	3.681
C3	309	684.435	2,10	6,96	2.289
D2	187	187.000	0,66	2,17	715
D3	110	253.000	0,89	2,93	966
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	8,42	27,80	9.139

У Табели 5.7. приказани су резултати за потребну и примарну енергију, као и за емисију угљен-диоксида за све вртиће у Србији, груписане по кластерима након примене унапређења 2 за електричне инсталације. Унапређење 2 обухвата централизовану контролу вештачког осветљења у објектима. Прорачуни приказани у табели 5.7 су такође вршени по принципима који су коришћени код унапређења 1.

Table 5.7 shows the results for the same types of energy as well as for CO₂ emissions in all preschool buildings in Serbia by clusters for Improvement 2 of electrical installations. Improvement 2 includes the central control of artificial lighting in the buildings, thus introducing the automatic lighting control system. Calculation principles were the same as in Improvement 1.

Табела 5.7. Укупна потребна и примарна енергија за осветљење, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима након примене унапређења 2 за електричне инсталације

Table 5.7. Total required and primary energy for lighting and CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for Improvement 2 of electrical installations

кластер cluster	број вртића number of kinder- gartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за осветљење total energy required for lighting	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	0,11	0,38	126
A2	100	55.000	0,16	0,54	179
B1	184	49.680	0,14	0,49	162
B2a	128	76.800	0,23	0,76	250
B2b	117	140.400	0,42	1,39	458
C1	323	58.140	0,16	0,53	176
C2	897	1.089.855	3,04	10,05	3.303
C3	309	684.435	1,92	6,34	2.087
D2	187	187.000	0,60	1,98	653
D3	110	253.000	0,81	2,67	879
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	7,62	25,17	8.276

У Табели 5.8. приказане су вредности годишње потребне и примарне енергије, као и уштеде у емисији угљен-диоксида груписане по кластерима након примене унапређења 3 за електричне инсталације. Унапређење 3 представља унапређење система аутоматизације вештачког осветљења кроз детектовање присуства људи у просторијама и прилагођавање нивоа осветљења у зависности од доба дана. Прорачуни приказани у табели 5.8 су такође вршени по принципима који су коришћени код унапређења 1 и 2.

Table 5.8 provides information on the total required and primary energy, as well as CO₂ emissions in all pre-school buildings in Serbia by clusters for Improvement 3 of electrical installations. Improvement 3 provides further improvement to the automatic lighting system by detecting the presence of people on the premises and adjusting the lighting levels according to the time of the day. Calculation principles were the same as in Improvement 1 and 2.

Табела 5.8. Укупна потребна и примарна енергија за осветљење, као и емисија угљен-диоксида свих вртића у Србији по кластерима након примене унапређења 3 за електричне инсталације

Table 5.8. Total required and primary energy for lighting and CO₂ emissions for all kindergartens in Serbia by clusters for Improvement 3 of electrical installations

кластер cluster	број вртића number of kindergartens	укупна нето површина total net area	укупна потребна енергија за осветљење total energy required for lighting	укупна примарна енергија total primary energy	укупна емисија CO ₂ total CO ₂ emission
		[m ²]	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ /a]
A1	236	38.704	0,11	0,36	120
A2	100	55.000	0,15	0,51	170
B1	184	49.680	0,14	0,45	152
B2a	128	76.800	0,21	0,72	238
B2b	117	140.400	0,40	1,32	435
C1	323	58.140	0,15	0,51	168
C2	897	1.089.855	2,87	9,47	3.114
C3	309	684.435	1,82	6,03	1.982
D2	187	187.000	0,57	1,88	620
D3	110	253.000	0,77	2,54	836
УКУПНО TOTAL	2.591	2.633.014	7,22	23,83	7.838

Резултати постигнутих уштеда након примене датих унапређења приказани су на графиконима 5.5, 5.6. и 5.7. У односу на постојеће стање, највеће уштеде се постижу заменом постојећег система осветљења LED осветљењем. Унапређења 2 и 3, која обухватају увођење централизоване и аутоматске контроле осветљења, имају мање ефекте у односу на унапређење 1, али су свакако значајна са аспекта унапређења енергетске ефикасности вртића.

Врло је битно напоменути да унапређење енергетске ефикасности осветљења подразумева, у највећем броју објеката предшколских установа, инсталацију нових светиљки, што је прилика да се унапреди квалитет осветљења и прилагоди стандардима за просторије одређене намене у овим објектима. Имајући то у виду, унапређење енергетске ефикасности треба једновремено посматрати и са унапређењем квалитета осветљења. Из тог разлога, за одређене објекте, са слабом вештачком осветљеношћу, ефекат унапређења енергетске ефикасности у апсолутном смислу неће дати очекивано смањење потрошње

The savings achieved by the application of each improvement measure are shown in Figures 5.5, 5.6 and 5.7. In comparison to the existing condition, the greatest savings are achieved by the replacement of the existing lighting system with LED lighting, while Improvements 2 and 3 include the introduction of centralized automatic lighting control. Admittedly, the energy savings in the latter two improvements are lower than those in Improvement 1, but are certainly significant from the aspect of energy efficiency.

It is important to note that the improvement of energy efficiency of lighting implies, in the majority of facilities in preschool institutions, the installation of new lamps, which is an opportunity to improve the quality of lighting and to adapt it to the standards for premises of a specific purpose in these facilities. Bearing this in mind, the improvement of energy efficiency should be considered at the same time with the improvement of the quality of lighting. For this reason, for certain buildings with low artificial illumination, the effect of improving energy efficiency in absolute terms will not give the

електричне енергије али ће обезбедити бољи квалитет осветљења. Графикони 5.5, 5.6 и 5.7, као и подаци у табелама 5.5, 5.6, 5.7 и 5.8, су изведени под претпоставком да се задржава постојеће стање квалитета осветљености у предшколским установама.

Графикон 5.5. Потребна енергија за осветљење [GWh/a]

постојеће стање	existing condition
унапређење 1	improvement 1
унапређење 2	improvement 2
унапређење 3	improvement 3

Графикон 5.6. Примарна енергија за осветљење [GWh/a]

постојеће стање	existing condition
унапређење 1	improvement 1
унапређење 2	improvement 2
унапређење 3	improvement 3

Графикон 5.7. Емисија угљен-диоксида [t CO₂/a]

постојеће стање	existing condition
унапређење 1	improvement 1
унапређење 2	improvement 2
унапређење 3	improvement 3

Унапређење енергетске ефикасности електричних инсталација у вртићима условљава и повећање ефикасности читавог електроенергетског система. Вештачко осветљење је потрошња која има вршни карактер, па се његовим смањењем постиже и значајно смањење губитака у преносној и дистрибутивној мрежи (Трифуновић, Микуловић, Ђуришић, Ђурић, Костић, 2009; Трифуновић, Микуловић, Ђуришић, Костић, 2011). Смањењем губитака у преносу и дистрибуцији електричне енергије се додатно смањује потрошња примарне енергије која се троши за рад вештачког осветљења. На графиконима 5.8, 5.9. и 5.10 се уочавају уштеде у потребној енергији, примарној енергији, као и могуће смањење емисије угљен-диоксида, настале као резултат предвиђених пакета обнове зграде у односу на постојеће стање. То подразумева архитектонско-грађевинске мере побољшања карактеристика омотача зграде, као и побољшање или замену елементата термотехничког, електроенергетског система инсталација и система за припрему санитарне топле воде.

expected reduction in electricity consumption but will provide better lighting quality. Figures 5.5, 5.6 and 5.7, as well as the data in Tables 5.5, 5.6, 5.7 and 5.8, were carried out assuming that the existing state of lighting quality in kindergartens is maintained.

Figure 5.5. Required energy for lighting [GWh/a]

постојеће стање	existing condition	22,23
унапређење 1	improvement 1	8,42
унапређење 2	improvement 2	7,62
унапређење 3	improvement 3	7,22

Figure 5.6. Primary energy for lighting [GWh/a]

постојеће стање	existing condition	73,36
унапређење 1	improvement 1	27,80
унапређење 2	improvement 2	25,17
унапређење 3	improvement 3	23,83

Figure 5.7. CO₂ emissions [t CO₂/a]

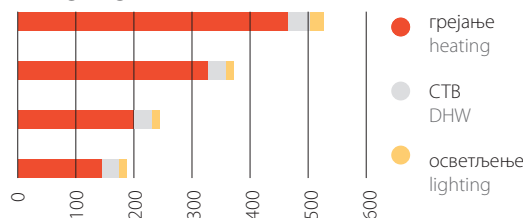
постојеће стање	existing condition	24.111,93
унапређење 1	improvement 1	9.139,00
унапређење 2	improvement 2	8.276,76
унапређење 3	improvement 3	7.838,80

The improvements of the energy efficiency of electrical installations in kindergartens have significant positive effects on the increase in the efficiency of the entire electrical power. As a consumption category, artificial lighting generally has the character of a peak load so that an increase in its efficiency leads to significant reductions in the losses in transmission and distribution networks (Trifunović, Mikulović, Đurišić, Đurić, Kostić, 2009; Trifunović, Mikulović, Đurišić, Kostić, 2011). Thus, there are additional savings in the levels of primary energy required for lighting. Figures 5.8, 5.9 and 5.10 present the savings in the required and primary energy as well as the reductions in carbon dioxide emissions resulting from the proposed measures of renovations relative to the existing condition. These included architectural and constructional improvements to the characteristics of the thermal envelope as well as improvements or replacements of the elements of the thermo-technical systems, electrical power and energy systems, and the systems for domestic hot water preparation in the buildings.

Графикон 5.8. Укупна потребна енергија за грејање, припрему СТВ и осветљење [GWh/a]

постојеће стање	existing condition
унапређење 1	improvement 1
унапређење 2	improvement 2
унапређење 3	improvement 3

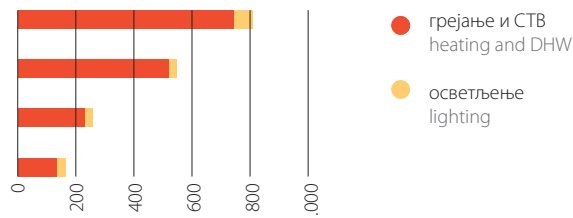
Figure 5.8. Total required energy for heating, DHW preparation, and lighting [GWh/a]



Графикон 5.9. Укупна примарна енергија за грејање, припрему СТВ и осветљење [GWh/a] (%)

постојеће стање	existing condition
унапређење 1	improvement 1
унапређење 2	improvement 2
унапређење 3	improvement 3

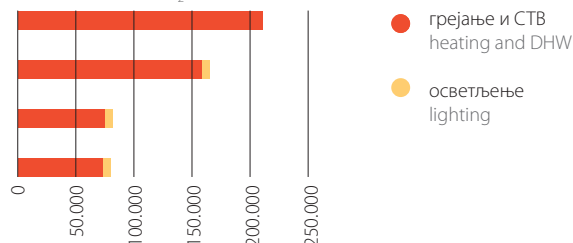
Figure 5.9. Total primary energy for heating, DHW preparation, and lighting [GWh/a] (%)



Графикон 5.10. Укупна емисија угљен-диоксида, грејање, припрема СТВ и осветљење [t CO₂/a] (%)

постојеће стање	existing condition
унапређење 1	improvement 1
унапређење 2	improvement 2
унапређење 3	improvement 3

Figure 5.10. Total CO₂ emissions, heating, DHW preparations, and lighting [t CO₂/a] (%)



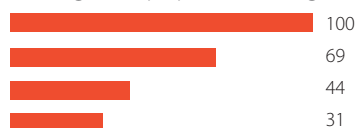
Може се закључити да се смањује и потребна и примарна енергија са увођењем нових побољшања, то јест свако даље унапређење даје и побољшање енергетске ефикасности зграда. За разлику од енергије, када је емисија угљен-диоксида у питању, унапређења 2 и 3 дају подједнаке резултате. На основу овога је јасно да начин и ниво унапређења зграде може да буде резултат постављених приоритета, уз обавезну проверу економске исплативости предложеног пакета мера.

With respect to energy, the data suggest that there is a steady reduction in both the required and the primary energy with each new improvement, i.e. every further upgrade results in better energy efficiency of the building. By contrast, regarding CO₂ emissions, Improvements 2 and 3 provide equal results. Therefore, the choice among the proposed packages of measures can obviously depend on the consideration of the targeted priorities and its economic viability.

Графикон 5.11. Смањење потребне енергије кроз унапређења у односу на постојеће стање (грејање, припрема СТВ и осветљење) [%]

постојеће стање	existing condition	100
унапређење 1	improvement 1	69
унапређење 2	improvement 2	44
унапређење 3	improvement 3	31

Figure 5.11. Reductions in required energy by improvements compared to the existing condition (heating, DHW preparation and lighting) [%]



Графикон 5.12. Смањење примарне енергије кроз унапређења у односу на постојеће стање (грејање, припрема СТВ и осветљење) [%]



Figure 5.12. Reductions in primary energy by improvements compared to the existing condition (heating, DHW preparation and lighting) [%]

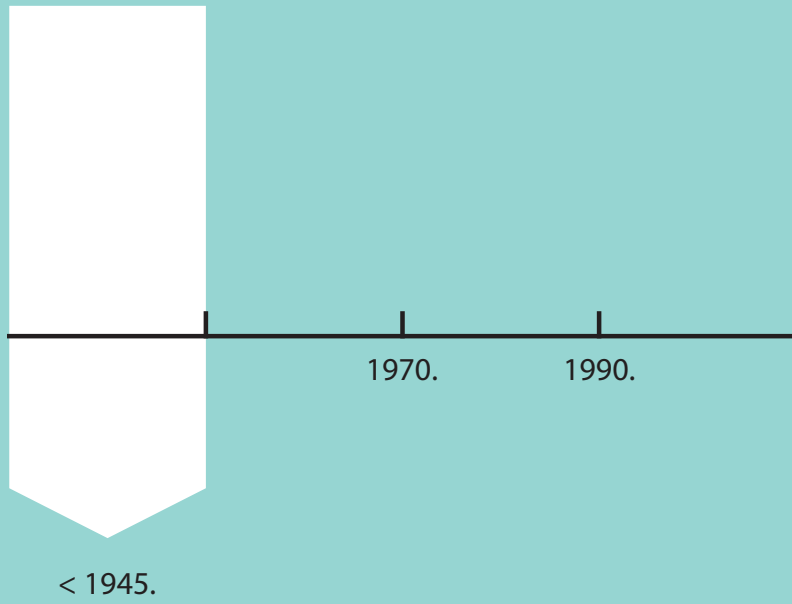
Графикон 5.13. Смањење емисије угљен- диоксида кроз унапређења у односу на постојеће стање (грејање, припрема СТВ и осветљење) [%]



Figure 5.13. Reductions in CO₂ emissions by improvements compared to the existing condition (heating, DHW preparation and lighting) [%]

Смањење потребне и примарне енергије, као и смањење емисије угљен-диоксида као резултат пројектована три нивоа унапређења енергетске ефикасности приказани су на графиконима 5.11., 5.12. и 5.13. Као основ су узети показатељи енергетске ефикасности зграда у постојећем стању, пре унапређења. Тенденција смањења потребне и примарне енергије са унапређењима се јасно види: са примењеним пакетом унапређења 1 и потребна енергија, као и примарна енергија се смањују за 30%; други ниво унапређења смањује енергије за даљих 25%, док се кроз трећи ниво унапређења енергија смањује за 13% (потребна енергија) односно 14% (примарна енергија). На овај начин потребна енергија је сведена на 31%, а примарна енергија на 20% у односу на почетну енергију код постојећег стања зграда вртића. Емисија угљен- диоксида се такође смањује са унапређењима 1 и 2 истим трендом као и енергије, а унапређење 3 не доноси даље смањење ове емисије: задржава се вредност од 35% у односу на постојеће стање грађевинског фонда, као и код унапређења применом другог нивоа. Како је раније већ речено, до ког нивоа ће се зграде унапређивати, зависиће и од резултата оптимизационих студија, односно економске исплативости потребних улагања за услове какви постоје у Србији.

The savings in the required and primary energy as well as the reductions in CO₂ emissions resulting from the three proposed levels of energy efficiency improvement are shown in Figures 5.11, 5.12 and 5.13. The existing condition of the buildings before any improvements was taken as the base value. The reduction trend in the required and primary energy with the improvements is obvious: Improvement 1 results in 30% reductions in both forms of energy; Improvement 2 leads to further 25% reductions; finally, Improvement 3 results in 13% and 14% reductions in required and primary energy, respectively. Thus, the required and primary energy are reduced to the respective 31% and 20% of initial energy of the existing condition. Carbon dioxide emissions are correspondingly reduced with Improvements 1 and 2, whereas Improvement 3 does not bring further reductions in this respect: the value of 35% in relation to the existing condition of the building stock is maintained, similarly to Improvement 2. As it was previously mentioned, the level to which the buildings will improve will also depend on the results of optimization studies, i.e., the economic viability of the necessary investments for the conditions that are pertinent to Serbia.



A период пре 1945.

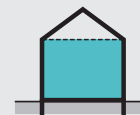
A period before 1945



A1
A1



2



Предшколска установа површине мање од 500 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	<1919.
Број етажа	Пр
Површина (m ²) бруто	345
Површина (m ²) нето грејана	300
Запремина (m ³) нето грејана	1225

Зграда предшколске установе једноставне основе, са четири васпитне јединице и без других наменских и сервисних простора. Јединице немају директан излаз у двориште.

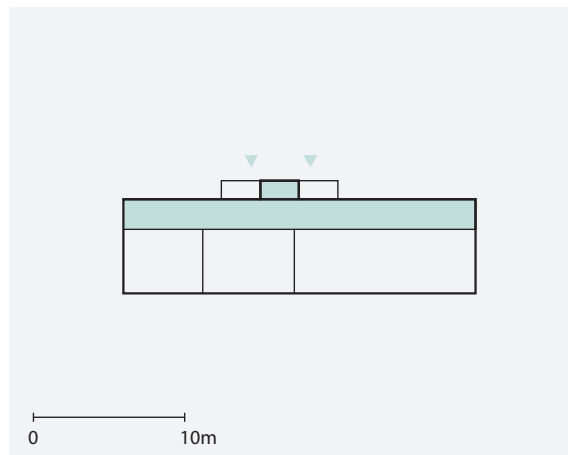
Репрезенти су, по правилу, приземне зграде, сведене геометрије, покривене двоводним косим крововима, са таванским простором који се не користи и без подземних етажа (подрумских просторија) а прозорски отвори су појединачни, често са елементима фасадне пластике. Представници овог типа могу бити у режиму заштите па то може утицати на процедуру и избор мера унапређења.

Kindergarten with area less than 500m²

Category	kindergarten
Year of construction	<1919
Number of floors	Gf
Area (m ²) Gross	345
Area (m ²) Net heated	300
Volume (m ³) Net heated	1225

The kindergarten building has a simple floor plan, containing four childcare units and no other complementary or service spaces. The rooms do not have direct access to the yard.

The type representatives are generally one-story buildings of reduced geometry, with a hip roof, an unused attic and without underground levels (basements); the windows are single openings, usually with facade plasterwork elements. The representatives of this type are often listed, which may affect the improvement procedure and the choice of measures.



Зграде предшколских установа овог типа рађене су једноставним традиционалним техникама грађења. Конструктивни склоп је масиван, са дрвеном међуспратном конструкцијом („каратаван“) и косим двоводним кровом. Фасадни зидови су обострано малтерисани, са елементима декоративне пластике, без термичке изолације. Прозори су дрвени, двоструки, са раздвојеним крилима, застакљени једноструким стаклом. Подови су са дрвеном облогом, без термичке изолације.



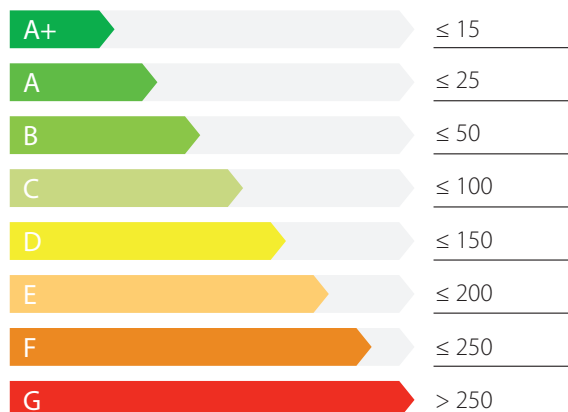
Kindergarden facilities of this type were built using simple traditional construction techniques. The load bearing structure is massive, with a basic wooden construction to the unheated attic, and a hip roof. The facade walls are plastered on both sides, with plain decorative plasterwork on the exterior and without thermal insulation. The windows are wooden framed, double-sashed with single glazing. There is wood flooring without thermal insulation.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
360

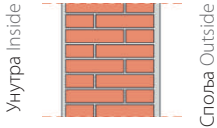
Energy class of building – as designed

$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
270

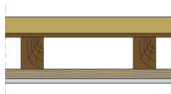


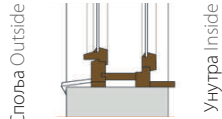
G

Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

<p>Спољашњи зид — External Wall</p>	 <p>малтер 2cm, опека 44cm, малтер 3cm — plaster 2 cm, brick wall 44 cm, plaster 3 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.10</p>

<p>Под на тлу — Ground floor</p>	 <p>дашчани под 2.2 cm, даске 2.4 cm, потпатоснице 8/5 cm у слоју песка 10 cm, набијена земља — wood strip 2.2 cm, wooden subfloor 2.4 cm, sleepers 8/5 cm in 10 cm sand bedding, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.47</p>

<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана — Floor structure to unheated attic</p>	 <p>земља са плевом 10 cm, даске 2.4 cm, таваначе 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm — earth 10 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.78</p>

<p>Прозори — Windows</p>	 <p>дрвени двоструки са размакнути крилима (широка кутија) и једноструким стаклом — wooden, double frame, double sash (wide box) with single glazing</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>3.50</p>

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

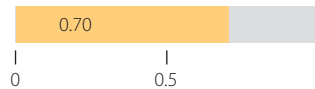
Систем загревања просторија
—
Heating system



У изворном стању зграда се загревала путем локалних загревних уређаја - пећи на чврсто гориво (50% дрво и 50% угаљ). Касније је уграђен систем централног грејања са котлом на чврсто гориво (90% угаљ) и радијаторима као грејним телима.

Originally, local heating stoves (50 % wood and 50% coal fired) were used for heating building. The central hydronic heating system with radiators has been installed afterwards, using coal fired boiler (90% coal).

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Припрема санитарне топле воде није била предвиђена пројектом. Данас се потрошна топла вода припрема у електричним бојлерима.

Originally, domestic hot water preparation system was not installed. Nowadays, domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



У вртићу је у изворном облику коришћено инкадесцентно осветљење, док је према постојећем стању мањи део објекта покривен инкадесцентним осветљењем, а већи флуоресцентним осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

Incadescent lighting was used in the original form. Nowadays, smaller part of the kindergarten is lightened with incadescent lighting and bigger part with fluorescent lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице
—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Зграде предшколских установа минималних капацитета, из најстаријег периода, углавном су стамбене куће или виле у међувремену прилагођене за нову намену. У највећем броју случајева уочавају се елементи декоративне фасадне пластике, а поједини објекти могу бити и у режиму заштите. Прозори су појединачни, са хоризонталном и вертикалном поделом; кровови су коси, сложени. Зграде овог типа зидане су традиционалним техникама грађења, без знатнијих разлика у односу на основног типског представника.

The preschool facilities of minimum capacities from the earliest period were originally residential houses or villas that were later repurposed. Most buildings have decorative plasterwork elements on the facade exterior, and some are protected as cultural heritage. The single windows are in horizontal and vertical alignment, while the roofs are complex, pitched constructions. All buildings of this type were built using traditional building techniques, without significant differences in comparison to the basic representative of the type.

Затечено стање — Existing state

Претходна
унапређења

–

Previous improvements

Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом.

—

Installation of new PVC windows with double glazing.

Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1

–

Improvement 1

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност).

—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).

Унапређење 2

–

Improvement 2

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање пода на тлу уз потпуну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). Уградња нових улазних дрвених врата са термоизолационом испуном.

—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic, with minor reconstruction of existing layers. Insulation of ground floor, with total layers reconstruction. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness). Installation of new entrance wooden doors, with thermal insulation infill.

Унапређење 3

–

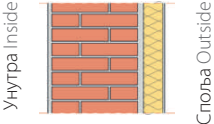
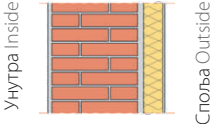
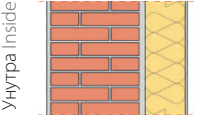

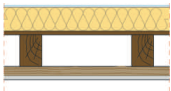

Improvement 3

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање пода на тлу уз потпуну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). Уградња нових улазних дрвених композитних врата са термоизолационом испуном.


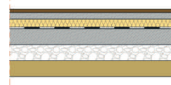
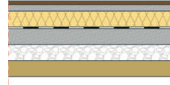
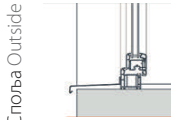
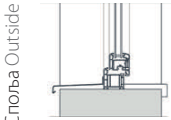
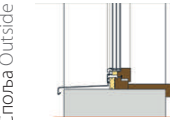
—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic, with minor reconstruction of existing layers. Insulation of ground floor, with total layers reconstruction. Installation of new composite windows with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness). Installation of new entrance composite doors, with thermal insulation infill.




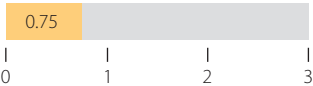
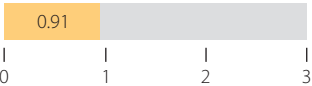
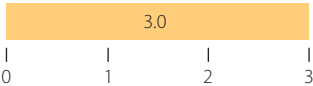
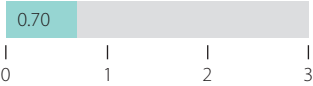
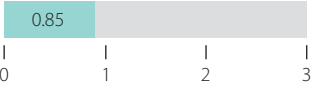
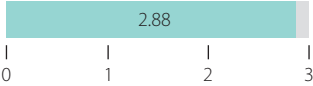


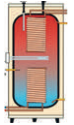
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид</p> <p>External wall</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 44 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 44 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 44 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 44 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 44 cm, малтер 3 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 44 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m ² K)	0.28	0.28	0.16
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана</p> <p>Floor structure to unheated attic</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 15 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 15 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 25 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 25 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>
U (W/m ² K)	0.78	0.19	0.13







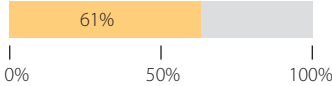
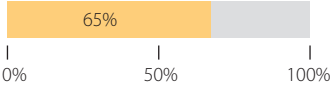
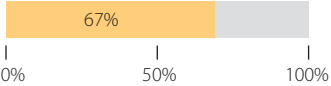
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, термоизолација 5 cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 4 cm, thermal insulation 5 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10 cm, rammed earth</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, термоизолација 10 cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 4 cm, thermal insulation 10 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10 cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.47	0.28	0.20
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>“PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling”</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>“PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling”</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.40	1.40	0.80

Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: централно грејање са котлом на чврсто гориво (угаљ).</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: central hydronic system with coal fired boiler.</p>	 <p>Котло на угаљ замењен је котлом који користи дрвну биомасу (пелет).</p> <p>—</p> <p>Coal fired boiler is replaced with the boiler that uses wood biomass (pellet)</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>	 <p>0.75</p>	 <p>0.91</p>	 <p>3.0</p>
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>	 <p>0.70</p>	 <p>0.85</p>	 <p>2.88</p>
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем</p> <p>—</p> <p>Air source heat pump and solar panels</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Унутрашња расвета — Interior lighting	 <p>Замења постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама. — LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији. — Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
Спољна расвета — Exterior lighting	 <p>Замења постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године. — Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана. — LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
Релативна енергетска уштеда система осветљења [%] — Relative energy savings of lighting system [%]	 <p>61%</p>	 <p>65%</p>	 <p>67%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance

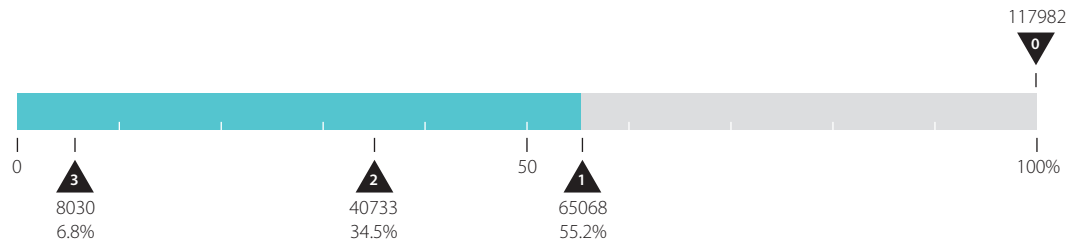


Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance

Финална енергија

Final energy

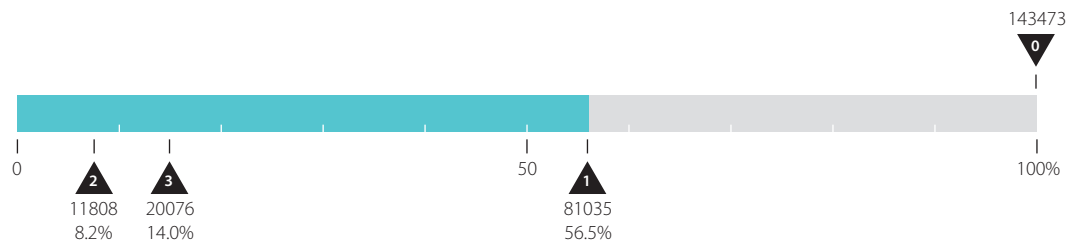
[kWh/a]



Примарна енергија

Primary energy

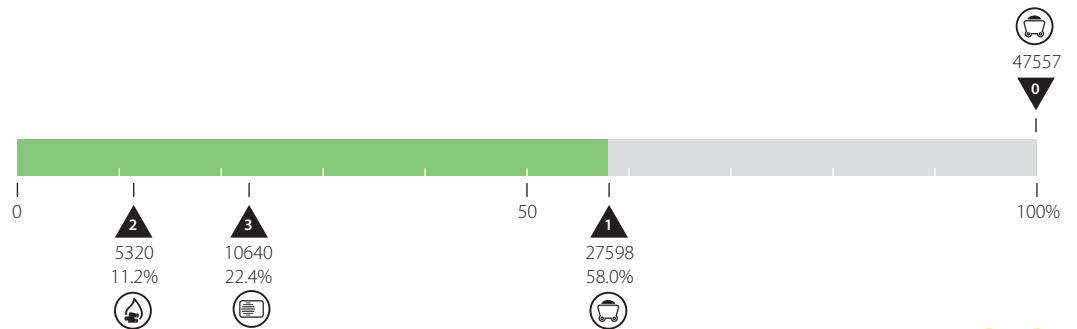
[kWh/a]



Емисија CO₂ након примене грађевинских и термотехничких мера

CO₂ emission after architectural and HVAC improvement

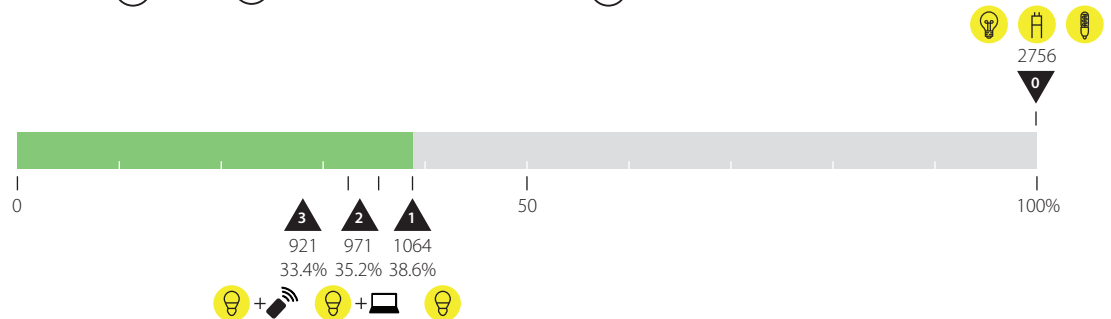
[kg/a]



Емисија CO₂ након унапређења система расвете

CO₂ emission after lighting improvement

[kg/a]



0 полазно стање starting condition

1 најчешће интервенције usual interventions

1 унапређење 1 improvement 1

2 унапређење 2 improvement 2

3 унапређење 3 improvement 3



A2
A2



Предшколска установа површине 500-2000 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	1922.
Број етажа	Су+Пр+1
Површина (m ²) бруто	500
Површина (m ²) нето грејана	380
Запремина (m ³) нето грејана	1270

Предратне зграде у којима се данас налазе предшколске установе најчешће су иницијално пројектоване са другом наменом па немају архитектонски склоп који може одговорити свим савременим функционалним захтевима. Како се ради о објектима који су нешто веће површине, они су без обзира на првобитну намену били пројектовани као донекле репрезентативна здања већих спратних висина.

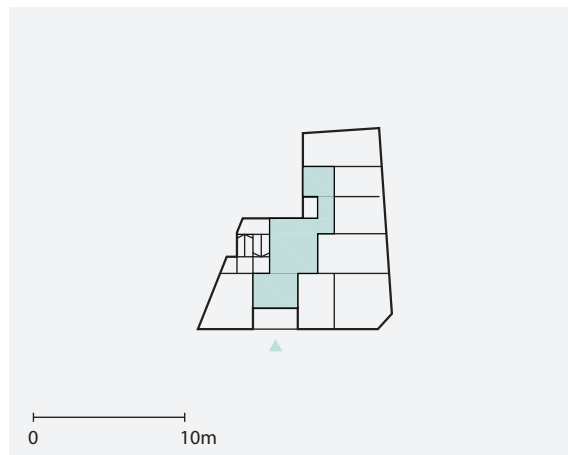
Покривене су косим крововима, са таванским простором који се не користи, а у појединим случајевима поседују и негрејане подрумске просторије. Прозорски отвори су појединачни, без заштите од сунца или са платненим ролетнама.

Kindergarten with area 500-2000 m²

Category	kindergarten
Year of construction	1922
Number of floors	B+Gf+1
Area (m ²) Gross	500
Area (m ²) Net heated	380
Volume (m ³) Net heated	1270

Pre-war buildings that are presently used as kindergarten facilities were most often initially designed for other purposes so that their architectural composition cannot fulfill all the current functional requirements. Regardless of their original purpose, they were designed as rather representative buildings so that they have a relatively large area and more floors.

The roofs are hipped; there is an unused attic space and an occasional unheated basement. The window openings are single, without sun protection or with canvas roller blinds.



Зграде овог типа рађене су традиционалним техникама грађења. Конструктивни склоп је масиван, са пруским сводом изнад подрума, дрвеном међуспратном конструкцијом („каратаван“) и косим вишеводним кровом. Фасадни зидови су обострано малтерисани, неизоловани, са елементима декоративне пластике. Прозори су дрвени, двоструки, са раздвојеним крилима, застакљени једноструким стаклом. Подови су дрвени (бродски под или паркет) на потпатосницама у песку.

The buildings of this type were built using traditional construction technologies. The primary structure is massive, with the Prussian vault as the floor construction to the basement, a traditional simple wooden construction between floors and to the attic, and a hip roof. The facade walls are plastered on both sides with some exterior decorative plasterwork, and without thermal insulation. The windows are wooden framed, double-sashed with single glazing. The wood flooring (strip or parquet) was placed on sleepers.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
330

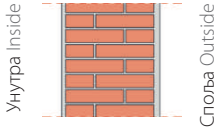
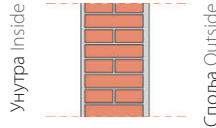
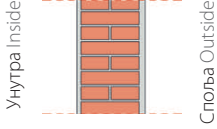

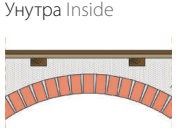
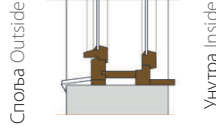
Energy class of building – as designed

$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
248

A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

G

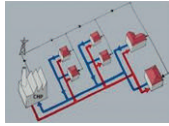
Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

<p>Спољашњи зид 1 — External Wall 1</p>	 <p>малтер 2cm, опека 44cm, малтер 3cm — plaster 2 cm, brick wall 44 cm, plaster 3 cm</p> <p>U (W/m²K) 1.10</p>	<p>Зид ка суседном објекту — Wall to the adjacent building</p>	 <p>малтер 2 cm, опека 29 cm, малтер 3 cm — plaster 2 cm, brick wall 29 cm, plaster 3 cm</p> <p>U (W/m²K) 1.40</p>
<p>Спољашњи зид 2 — External Wall 2</p>	 <p>малтер 2cm, опека 29 cm, малтер 3cm — plaster 2 cm, brick wall 29 cm, plaster 3 cm</p> <p>U (W/m²K) 1.48</p>	<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана — Floor structure to unheated attic</p>	 <p>Унутра Inside земља са плевом 10 cm, даске 2.4 cm, таванаће 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm — earth 10 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p> <p>U (W/m²K) 0.78</p>
<p>Међуспратна конструкција изнад негрејаног подрума — Floor structure to unheated basement</p>	 <p>Унутра Inside Споља Outside паркет 2.2 cm, даске 2.4 cm, потпатоснице (8/5cm) у слоју песка 10-30 cm, опека 14 cm — parquet 2.2 cm, wooden subfloor 2.4 cm, sleepers 8/5 cm in 10-30 cm sand bedding, brick vault 14 cm</p> <p>U (W/m²K) 1.05</p>	<p>Прозори — Windows</p>	 <p>Споља Outside Унутра Inside Дрвени двоструки са размакнути крилима (широка кутија) и једноструким стаклом — wooden, double frame, double sash (wide box) with single glazing</p> <p>U (W/m²K) 3.50</p>

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

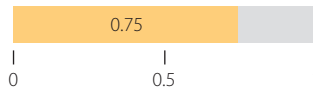
Систем загревања просторија
—
Heating system



У изворном стању, вртић се загревао системом централног грејања, са котлом на течном гориву. Касније је систем за грејање повезан на топлану која као извор топлоте користи природни гас.

Originally, central heating system with liquid fuel fired boiler was used for heating. Later on, the same heating system was connected to district heating system with natural gas fired plant.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



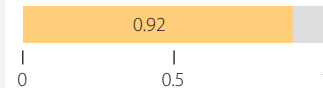
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Припрема санитарне топле воде није била предвиђена пројектом. Данас се санитарна топла вода припрема у електричним бојлерима.

Originally, domestic hot water preparation system was not installed. Nowadays, domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



У вртићу је у изворном облику коришћено инкадесцентно осветљење, док је према постојећем стању цео објекат покривен флуоресцентним осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

Incandescent lighting was used in the original form. Nowadays, complete kindergarten is lightened with fluorescent lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице
—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Зграде предшколских установа овог типа грађене су, својевремено, као репрезентативни стамбени објекти и временом су прилагођене новој намени. Фасаде имају мање или више развијене елементе декоративне пластике, а фасадни отвори су појединачни, нешто већих димензија, са одговарајућом поделом. Кровови су коси, сложени, често повучени иза декоративно обрађеног венца. Све зграде су зидане традиционалним техникама: масивни носећи зидови од пуне опеке, дрвене таванице надземних етажа и пруски свод изнад подрума. Поједини објекти могу бити у одређеном режиму заштите.

The preschool buildings of this type were originally built as representative residences and were later converted to new use. The exterior facade shows some decorative plasterwork and single, relatively large openings are adequately aligned. The roof is a hipped construction, often recessed behind a decorated cornice. All buildings were constructed using traditional techniques: massive load-bearing walls of solid brick, wooden floor constructions to the aboveground levels and the Prussian vault to the basement. Certain buildings can be protected as cultural heritage.

Затечено стање — Existing state

Претходна
унапређења

–

Previous improvements

Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом.

—

Installation of new PVC windows with double glazing.

Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1

–

Improvement 1

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност).

—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).

Унапређење 2

–

Improvement 2

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану, уз минималну реконструкцију постојећих слојева. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном сутерену преко постојећих слојева. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). Уградња нових улазних дрвених врата са термоизолационом испуном.

—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic with minor reconstruction of existing layers. Insulation of floor structure to unheated basement over existing layers. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness). Installation of new entrance wooden doors, with thermal insulation infill.

Унапређење 3

–

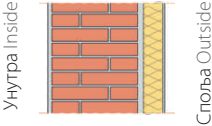
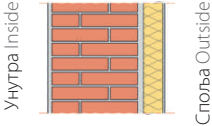
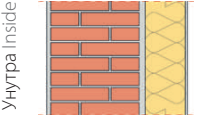
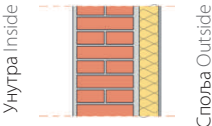
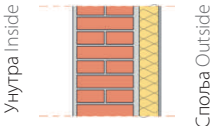
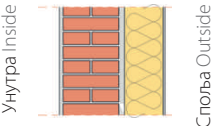

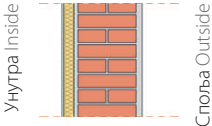
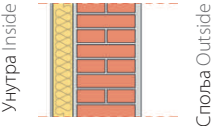
Improvement 3

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану уз минималну реконструкцију постојећих слојева. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном сутерену преко постојећих слојева. Уградња нових прозора од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). Уградња нових улазних дрвених композитних врата са термоизолационом испуном.

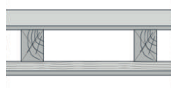
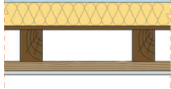

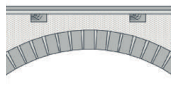
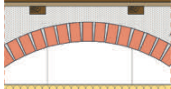
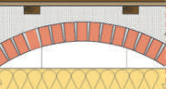
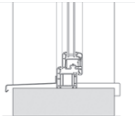
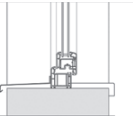
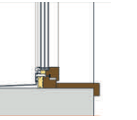
—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic, over existing layers. Insulation of floor structure to unheated basement over existing layers. Installation of new composite windows with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness). Installation of new entrance composite doors, with thermal insulation infill.

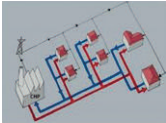
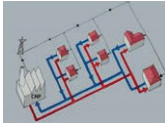



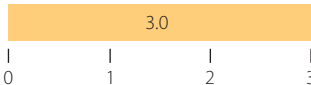
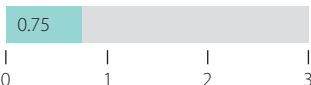
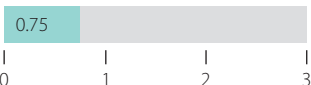
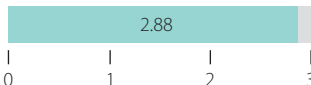


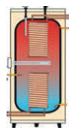
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид 1 — External wall 1</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 44 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 44 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 44 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 44 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 44 cm, малтер 3 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 4 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m ² K)	0.28	0.28	0.16
<p>Спољашњи зид 2 — External wall 2</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 29 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 29 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 29 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 29 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 29 cm, малтер 3 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 29 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m ² K)	0.30	0.30	0.17
<p>Зид ка суседном објекту — Wall to the adjacent building</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција/ термоизолација 5 cm, малтер 2 cm, опека 29 cm, малтер 3 cm</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure/ thermal insulation 5 cm, plaster 2 cm, brick wall 29 cm, plaster 3 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција / термоизолација 10 cm, малтер 2 cm, опека 29 cm, малтер 3 cm</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure / thermal insulation 10 cm, plaster 2 cm, brick wall 29cm, plaster 3 cm</p>
U (W/m ² K)	1.40	0.47	0.29







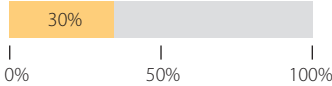


Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана</p> <p>—</p> <p>Floor structure to unheated attic</p>	<p>Унапређење 1 Improvement 1</p> <p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унапређење 2 Improvement 2</p> <p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 15 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>—</p> <p>PE foil, thermal insulation 15 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>	<p>Унапређење 3 Improvement 3</p> <p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 25 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>—</p> <p>PE foil, thermal insulation 25 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.78</p>	<p>0.19</p>	<p>0.13</p>
<p>Међуспратна конструкција изнад негрејаног подрума</p> <p>—</p> <p>Floor structure to unheated basement</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, даске 2.4 cm, потпатоснице (8/5cm) у слоју песка 10-15 cm, опека 14 cm, термоизолација 10 cm, потконструкција, гипскартонска плоча 1.25 cm</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, wooden subfloor 2.4 cm, sleepers 8/5 cm in 10-15 cm sand bedding, brick vault 14 cm, thermal insulation 10 cm, metal substructure, gypsum board 1.25 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, даске 2.4 cm, потпатоснице (8/5cm) у слоју песка 10-15 cm, опека 14 cm, термоизолација 20 cm, потконструкција, гипскартонска плоча 1.25 cm</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, wooden subfloor 2.4 cm, sleepers 8/5 cm in 10-15 cm sand bedding, brick vault 14 cm, thermal insulation 20 cm, metal substructure, gypsum board 1.25 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.05</p>	<p>0.27</p>	<p>0.16</p>
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>"PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling"</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>"PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling"</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.40</p>	<p>1.40</p>	<p>0.80</p>

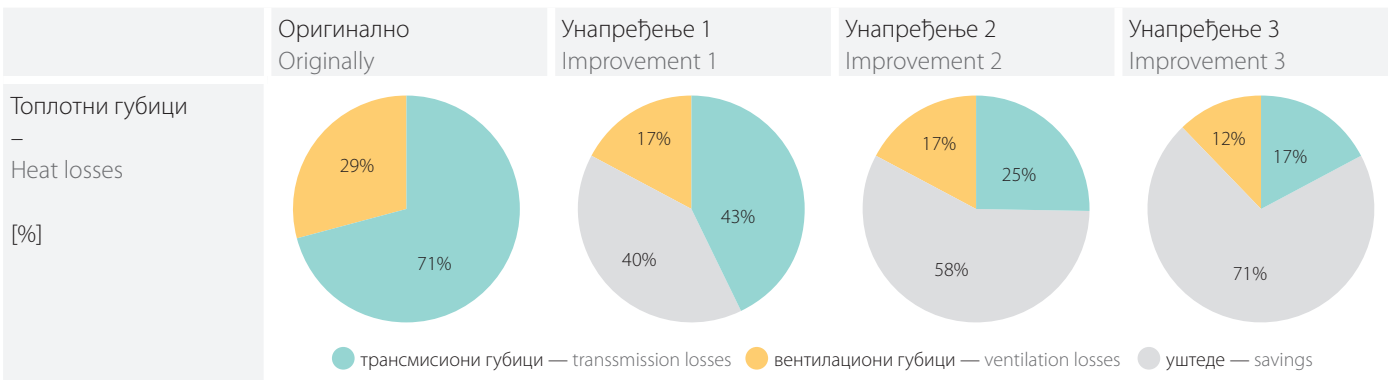
Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating system with natural gas fired plant.</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating system with natural gas fired plant.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>	 <p>0.92</p>	 <p>0.92</p>	 <p>3.0</p>
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>	 <p>0.75</p>	 <p>0.75</p>	 <p>2.88</p>
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода</p> <p>—</p> <p>Air source heat pump</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

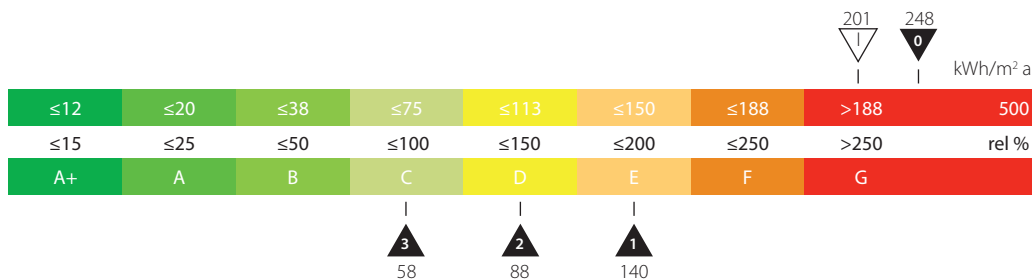
	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Унутрашња расвета</p> <p>—</p> <p>Interior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем.</p> <p>—</p> <p>Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама.</p> <p>—</p> <p>LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији.</p> <p>—</p> <p>Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
<p>Спољна расвета</p> <p>—</p> <p>Exterior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем.</p> <p>—</p> <p>Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године.</p> <p>—</p> <p>Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана.</p> <p>—</p> <p>LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
<p>Релативна енергетска уштеда система осветљења [%]</p> <p>—</p> <p>Relative energy savings of lighting system [%]</p>	 <p>30%</p>	 <p>36%</p>	 <p>39%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance



1- спољашњи зид, 2- прозори, 3- улазна врата, 4- зид ка суседном објекту, 5- међуспратна конструкција испод негрејаног тавана, 6- међуспратна конструкција изнад негрејаног подрума — 1- external wall, 2- windows, 3- doors, 4- wall to the adjacent building 5- floor structure to unheated attic, 6- floor structure to unheated basement

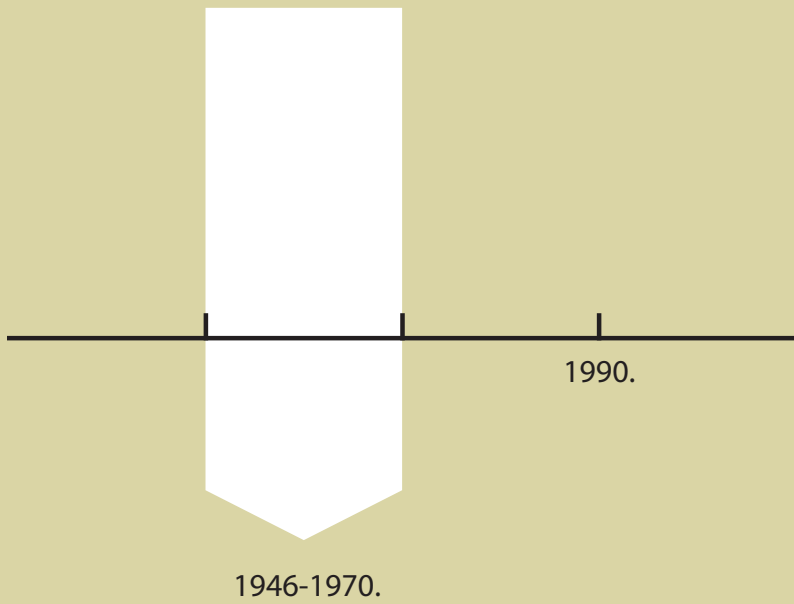
Специфична годишња
потребна енергија за
грејање
–
Specific Heating Energy
demand per year
[kWh/m²a]



Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance



0 полазно стање / starting condition
 1 најчешће интервенције / usual interventions
 1 унапређење 1 / improvement 1
 2 унапређење 2 / improvement 2
 3 унапређење 3 / improvement 3

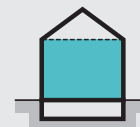
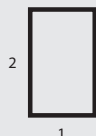


Б период 1946-1970.

В period 1946-1970



Б1
В1



Предшколска установа површине мање од 500 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	1965.
Број етажа	По+Пр
Површина (m ²) бруто	210
Површина (m ²) нето грејана	170
Запремина (m ³) нето грејана	520

Представници предшколских установа овог типа су приземне зграде једноставне, компактне основе. Објекат је грађен наменски као предшколска установа са две јединице, кухињом и пратећим просторима. Јединице немају директан излаз у двориште.

Испод дела објекта налази се негрејани подрум (остава за огрев којој се приступа интерним степеништем) а тавански простор испод четвороводног крова се не користи.

Отвори су појединачни – традиционални вишеделни прозори нешто већих димензија.

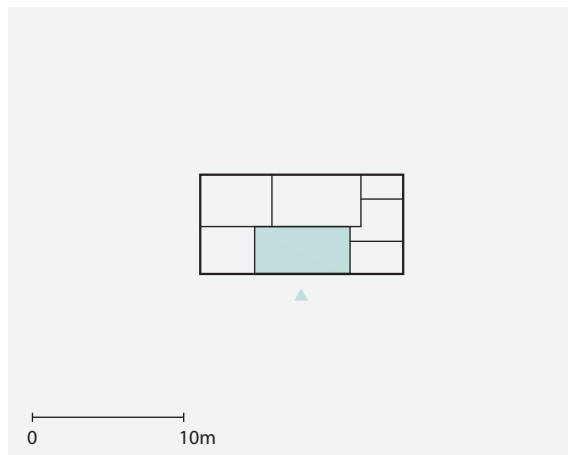
Kindergarten with area less than 500 m²

Category	kindergarten
Year of construction	1965
Number of floors	B+Gf
Area (m ²) Gross	210
Area (m ²) Net heated	170
Volume (m ³) Net heated	520

The representative buildings of this type are one-story buildings with a basic compact floor plan. They are purpose-built kindergarten facilities with two units, a kitchen and complementary spaces. The childcare units do not have direct access to the yard.

The unheated basement (a fuel storeroom accessed by an internal staircase) is located under a part of the building, while the attic under the hipped roof is not used.

The openings are single-framed, traditional multi-sash windows of somewhat larger dimensions.



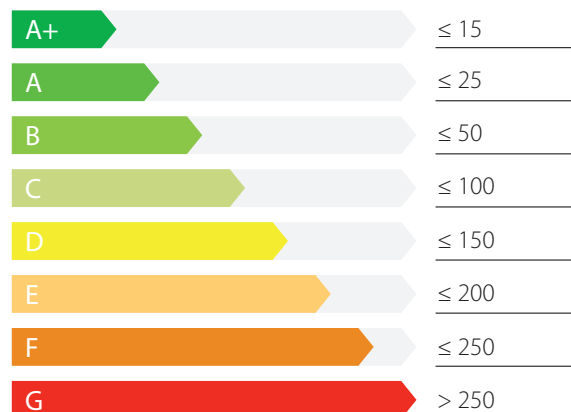
Конструктивни склоп је масиван, са армиранобетонском таваницом изнад подрума, дрвеном међуспратном конструкцијом („каратаван“) и косим двоводним кровом. Фасадни зидови су обострано малтерисани, без термичке изолације, али и без декоративне пластике што омогућава једноставне мере енергетске рехабилитације фасаде. Прозори су дрвени, застакљени једноструким стаклом. Подови су са дрвеном облогом без термичке изолације.

The primary structure is massive with a reinforced concrete floor to the basement, a basic traditional wooden construction for the floors and a pitched roof. The facade walls are plastered on both sides, without thermal insulation or any exterior decorative plasterwork, which enables the implementation of simple energy rehabilitation measures. The windows are wooden framed, with single glazing. The wood flooring is placed on sleepers, without thermal insulation.

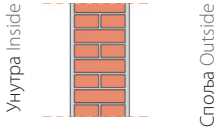
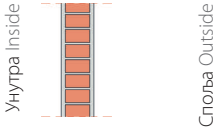

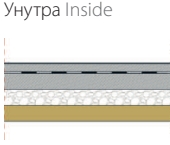
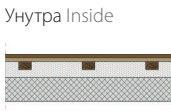
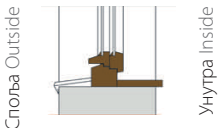
Енергетски разред објекта – пројектовано стање

 $Q_{H,nd,rel} [\%]$
415

Energy class of building – as designed

 $Q_{H,nd} [kWh/(m^2a)]$
311

G

Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

<p>Спољашњи зид — External Wall</p>	 <p>малтер 2 cm, опека 25 cm, малтер 3 cm — plaster 2 cm, brick wall 25 cm, plaster 3 cm</p>	<p>Зид ка негрејаном простору — Wall to unheated area</p>	 <p>малтер 2 cm, опека 12 cm, малтер 2 cm — plaster 2 cm, brick wall 12 cm, plaster 2 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.63</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>2.02</p>
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана — Floor structure to unheated attic</p>	 <p>земља са плевом 10 cm, даске 2.4cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm — earth 10 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>	<p>Под на тлу — Ground floor</p>	 <p>линолеум 0.2 cm, цементна кошуљица 5cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10 cm, набијена земља — linoleum 0.2 cm, cement screed 5 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.78</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.36</p>
<p>Међуспратна конструкција изнад негрејаног подрума — Floor structure to unheated basement</p>	 <p>паркет 2.2 cm, даске 2.4 cm, потплатоснице (8/5cm) у слоју песка 10-30 cm, бетонска плоча 15cm — parquet 2.2 cm, wooden subfloor 2.4 cm, sleepers 8/5 cm in 10-30 cm sand bedding, concrete 15 cm</p>	<p>Прозори — Windows</p>	 <p>дрвени двоструки са спојеним крилима и једноструким стаклом — wooden, double frame, connected sash with single glazing</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.11</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>3.30</p>

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

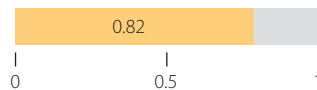
Систем загревања просторија
—
Heating system



У изворном стању зграда се загревала путем локалних загревних уређаја - пећи на чврсто гориво (50% дрво и 50% угаљ). Касније је уграђен систем локалног грејања са пећима на природни гас

Originally, local heating stoves (50 % wood and 50% coal fired) were used for heating . Later on, local heating system with natural gas fired stoves was installed.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



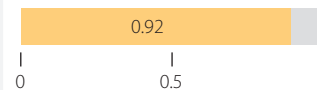
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Припрема санитарне топле воде није била предвиђена пројектом. Данас се санитарна топла вода припрема у електричним бојлерима.

Originally, the system for domestic hot water preparation was not installed. Nowadays, domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



У вртићу је у изворном облику коришћено инкадесцентно осветљење, док је према постојећем стању мањи део објекта покривен инкадесцентним осветљењем, а већи флуоресцентним осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

Incandescent lighting was used in the original form. Nowadays, smaller part of the kindergarten is lightened with incandescent lighting and bigger part with fluorescent lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице
—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Мање предшколске установе грађене у послератном периоду, углавном су наменски грађене приземне зграде једноставне геометрије и материјализације. Састоје се од неколико смештајних јединица, мање кухиње и основних пратећих простора.

Конструктивни склоп је масиван (зидови од пуне опеке или гитер блока), кровови су коси, традиционалне дрвене конструкције, а подови рађени на бетонској плочи, без термоизолације. Фасадни отвори су у виду појединачних прозора који су у појединим случајевима спојени тако да испуњавају простор унутар једног конструктивног растера.

Smaller preschool facilities of the post-war period were mostly purpose-built, one-story buildings of simple geometry and materialization. They consist of several accommodation units, a small kitchen and basic complementary spaces.

The load-bearing structure is massive (walls of solid brick or cellular block), the roofs are pitched with a traditional timber structure, and the floors are placed on concrete slabs without thermal insulation. Facade openings are single windows that in some buildings that they fill the entire space available by the load bearing structure.

Затечено стање — Existing state

Претходна
унапређења

–

Previous improvements

Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом.

—

Installation of new PVC windows with double glazing.

Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1

–

Improvement 1

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност).

—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).

Унапређење 2

–

Improvement 2

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање унутрашњих зидова ка негрејаном простору. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном подруму преко постојећих слојева. Изоловање пода на тлу уз потпуну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). Уградња нових улазних дрвених врата са термоизолационом испуном.

—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Thermal insulation of interior walls to unheated area. Insulation of floor structure to unheated attic, with minor reconstruction of existing layers. Insulation of floor structure to unheated basement over existing layers. Insulation of ground floor, with total layers reconstruction. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness). Installation of new entrance wooden doors, with thermal insulation infill.

Унапређење 3

–

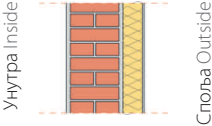
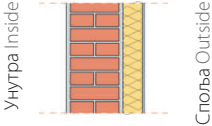
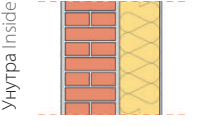
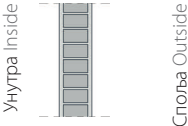
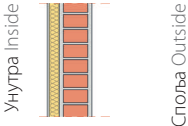
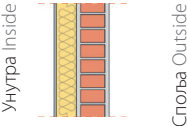
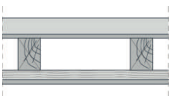
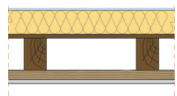

Improvement 3

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање унутрашњих зидова ка негрејаном простору. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном подруму преко постојећих слојева. Изоловање пода на тлу уз потпуну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). Уградња нових улазних дрвених композитних врата са термоизолационом испуном.


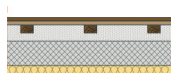




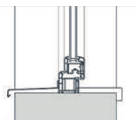
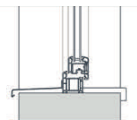
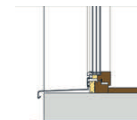
—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Thermal insulation of interior walls to unheated area. Insulation of floor structure to unheated attic, with minor reconstruction of existing layers. Insulation of floor structure to unheated basement over existing layers. Insulation of ground floor, with total layers reconstruction. Installation of new composite windows with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness). Installation of new entrance composite doors, with thermal insulation infill.






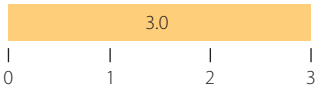


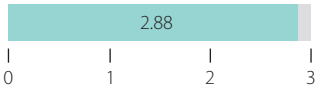


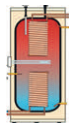
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид</p> <p>—</p> <p>External wall</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 25 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 25 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 25 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 25 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 25 cm, малтер 3 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 25 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m ² K)	0.30	0.30	0.17
<p>Зид ка негрејаном простору</p> <p>—</p> <p>Wall to unheated area</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција/ термоизолација 5 cm, малтер 2 cm, опека 12 cm, малтер 2 cm</p> <p>—</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure/thermal insulation 5 cm, plaster 2 cm, brick wall 12 cm, plaster 2 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција/ термоизолација 10 cm, малтер 2 cm, опека 12 cm, малтер 2 cm</p> <p>—</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure/thermal insulation 10 cm, plaster 2 cm, brick wall 12 cm, plaster 2 cm</p>
U (W/m ² K)	2.02	0.52	0.31
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана</p> <p>—</p> <p>Floor structure to unheated attic</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 15 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>—</p> <p>PE foil, thermal insulation 15 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 25 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>—</p> <p>PE foil, thermal insulation 25 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>
U (W/m ² K)	0.78	0.19	0.13







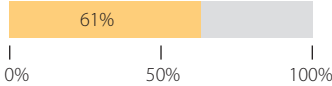
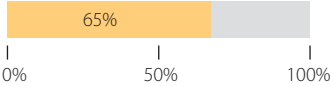
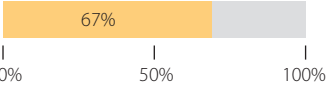
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Међуспратна конструкција изнад негрејаног подрума</p> <p>—</p> <p>Floor structure to unheated basement</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside паркет 2.2 cm, даске 2.4 cm, потпатоснице (8/5cm) у слоју песка 10-30 cm, бетонска плоча 15cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm — parquet 2.2 cm, wooden subfloor 2.4 cm, sleepers 8/5 cm in 10-30 cm sand bedding, concrete 15 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside паркет 2.2 cm, даске 2.4 cm, потпатоснице (8/5cm) у слоју песка 10-30 cm, бетонска плоча 15cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm — parquet 2.2 cm, wooden subfloor 2.4 cm, sleepers 8/5 cm in 10-30 cm sand bedding, concrete 15 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m ² K)	1.11	0.28	0.16
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, термоизолација 10 cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10cm, набијена земља — parquet 2.2 cm, cement screed 4 cm, thermal insulation 10 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10 cm, rammed earth</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, термоизолација 10 cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10cm, набијена земља — parquet 2.2 cm, cement screed 4 cm, thermal insulation 10 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10 cm, rammed earth</p>
U (W/m ² K)	1.36	0.31	0.31
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом — PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом — PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом — Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
U (W/m ² K)	1.40	1.40	0.80

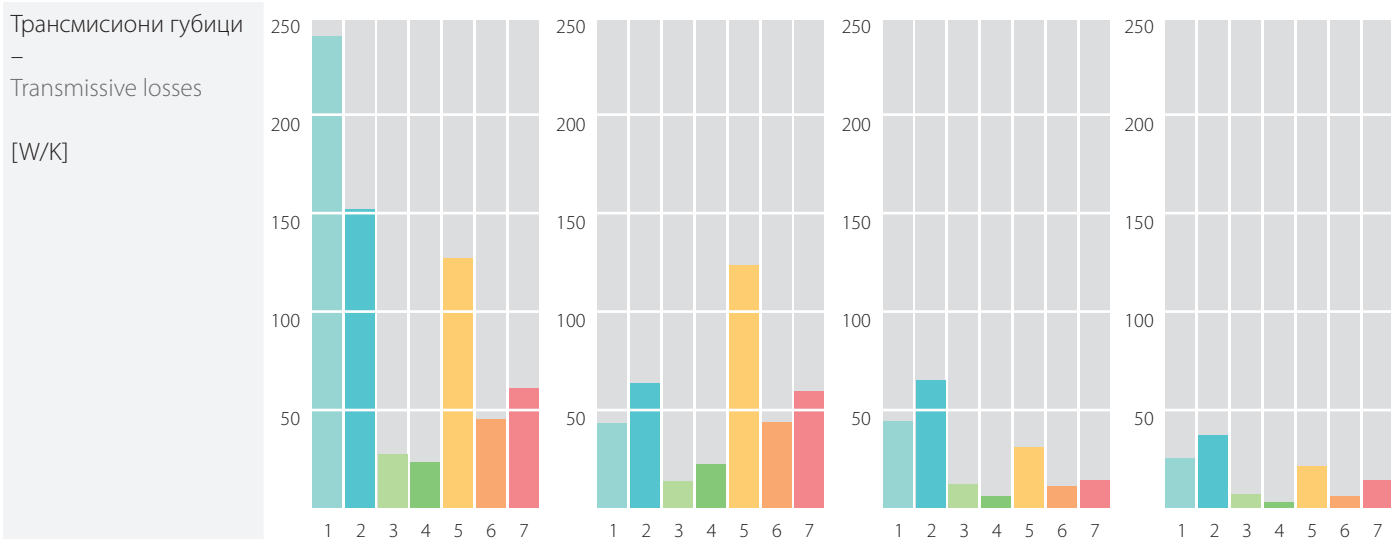
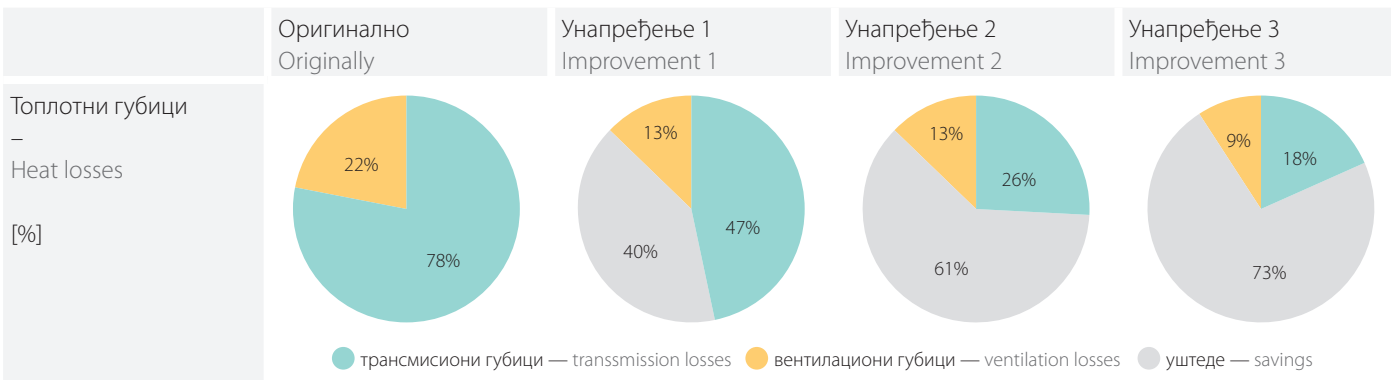
Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Уградња централног система грејања са радијаторима као грејним телима. Као гориво се користи природни гас.</p> <p>—</p> <p>Installation of central hydronic system with radiators. The heating source is natural gas fired boiler.</p>	 <p>Уградња централног система грејања са радијаторима као грејним телима. Рад на nižем температурском режиму. Као гориво се користи природни гас.</p> <p>—</p> <p>Installation of central hydronic system with radiators. The heating source is natural gas fired boiler, working with lower temperature regimes.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>	 <p>0.92</p>	 <p>0.92</p>	 <p>3.0</p>
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>	 <p>0.86</p>	 <p>0.86</p>	 <p>2.88</p>
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

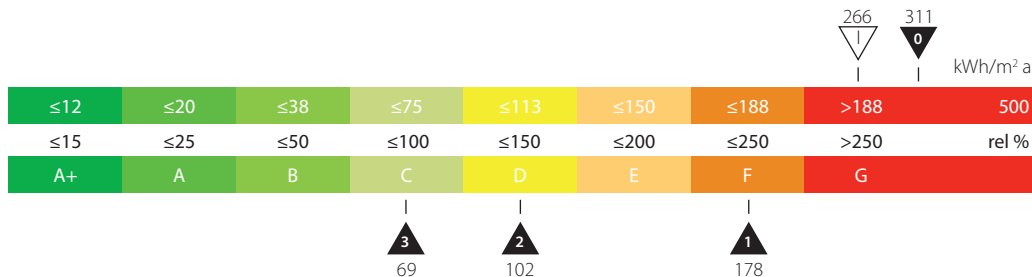
	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Унутрашња расвета — Interior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама. — LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији. — Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
Спољна расвета — Exterior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године. — Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана. — LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
Релативна енергетска уштеда система осветљења [%] — Relative energy savings of lighting system [%]	 <p>61%</p>	 <p>65%</p>	 <p>67%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance



1- спољашњи зид, 2- прозори, 3- улазна врата, 4- зид ка негрејаном простору, 5- међуспратна конструкција испод негрејаног тавана, 6- међуспратна конструкција изнад негрејаног подрума, 7- под на тлу — 1- external wall, 2- windows, 3- doors, 4- wall to unheated area, 5- floor structure to unheated attic, 6- floor structure to unheated basement, 7- ground floor

Специфична годишња
потребна енергија за
грејање
–
Specific Heating Energy
demand per year
[kWh/m²a]

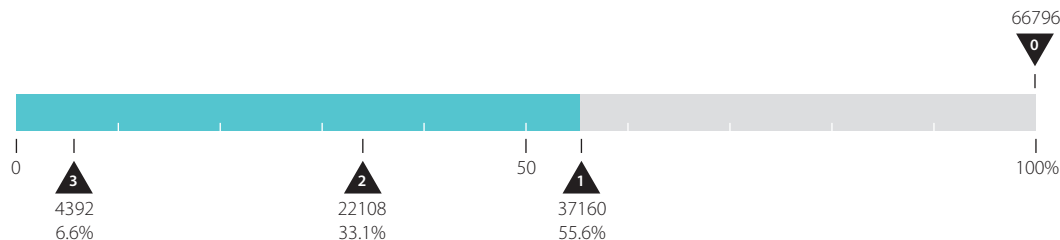


Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance

Финална енергија

Final energy

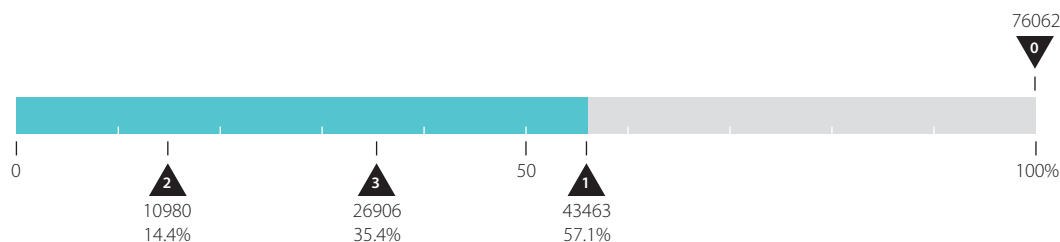
[kWh/a]



Примарна енергија

Primary energy

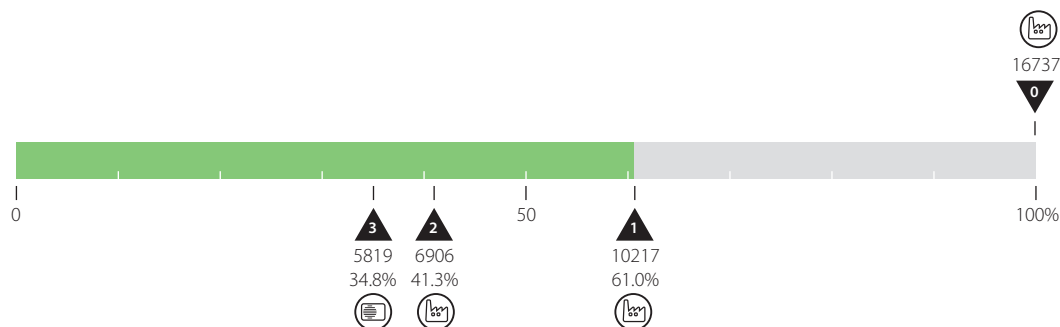
[kWh/a]



Емисија CO₂ након примене грађевинских и термотехничких мера

CO₂ emission after architectural and HVAC improvement

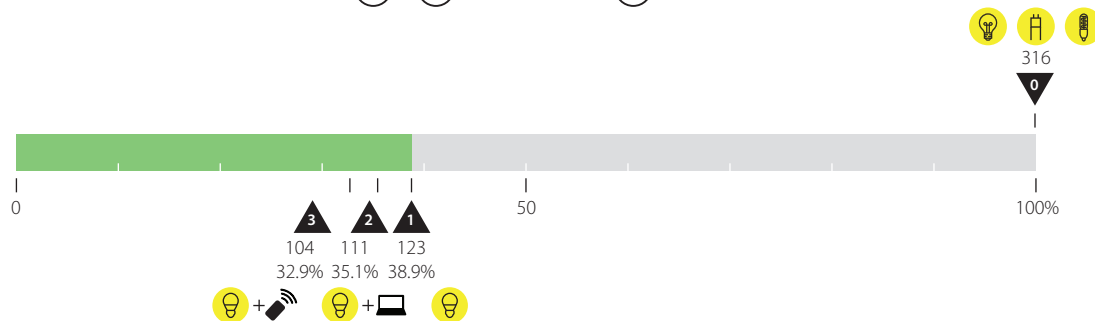
[kg/a]



Емисија CO₂ након унапређења система расвете

CO₂ emission after lighting improvement

[kg/a]



0 полазно стање starting condition

1 најчешће интервенције usual interventions

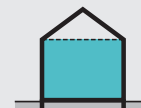
1 унапређење 1 improvement 1

2 унапређење 2 improvement 2

3 унапређење 3 improvement 3



B2a
B2a



Предшколска установа површине 500-2000 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	1960.
Број етажа	Пр
Површина (m ²) бруто	660
Површина (m ²) нето грејана	575
Запремина (m ³) нето грејана	1790

Слободностојећа, приземна зграда наменски пројектована за потребе предшколске установе. Састоји се из два корпуса – смештајног и сервисног - повезана улазним делом, а јединице немају директан излаз у двориште. Кров је сложене геометрије а тавански простор се не користи.

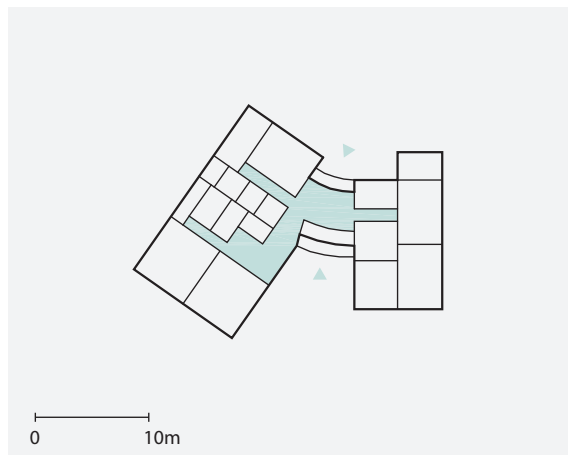
Отвори су појединачни – традиционални вишеделни прозори нешто већих димензија, најчешће са платненим ролетнама са унутрашње стране.

Kindergarten with area 500-2000 m²

Category	kindergarten
Year of construction	1960
Number of floors	Gf
Area (m ²) Gross	660
Area (m ²) Net heated	575
Volume (m ³) Net heated	1790

This is a freestanding one-story building, purpose-built for a kindergarten facility. It consists of two volumes – for accommodation and for service – that are connected by the entrance area, while the units do not have direct access to the yard. There is an unused attic under the roof of complex geometry.

The traditional single window openings with multiple sashes are relatively large, usually with interior canvas roller blinds.



Конструктивни склоп је масиван, са зидовима од опеке, дрвеном међуспратном конструкцијом („каратаван” са тршчаним плафоном) и косим сложеним кровом. Фасадни зидови су обострано малтерисани, без термичке изолације, али и без декоративне пластике што омогућава једноставне мере енергетске рехабилитације фасаде. Прозори су дрвени, двоструки са спојеним крилима, застакљени једноструким стаклом. Подови су са дрвеном облогом без термичке изолације.

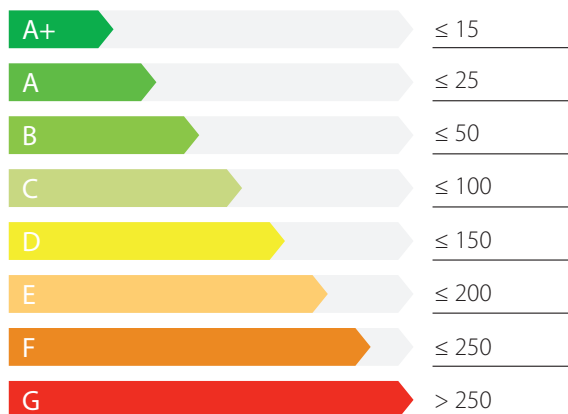
The massive primary structure has load bearing brick walls, a simple wooden floor construction with a straw ceiling to the attic, and a complex pitched roof. The facade walls are plastered on both sides, without thermal insulation or exterior decorative plasterwork, which enables the implementation of simple energy rehabilitation measures. The windows are wooden single-framed, connected double sashes with single glazing. The wood flooring is placed on sleepers, without thermal insulation.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
285

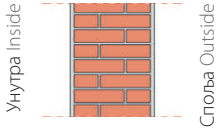
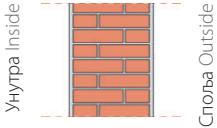

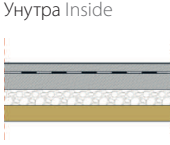
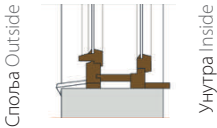
Energy class of building – as designed

$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
214



G

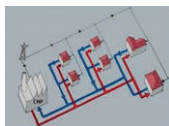
Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

<p>Спољашњи зид — External Wall</p>	 <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm — plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm</p>	<p>Зид ка негрејаном простору — Wall to unheated area</p>	 <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm — plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.23</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.11</p>
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана — Floor structure to unheated attic</p>	 <p>земља са плевом 10 cm, даске 2.4cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm — earth 10 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>	<p>Под на тлу — Ground floor</p>	 <p>линолеум 0.2 cm, цементна кошуљица 5 cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10 cm, набијена земља — linoleum 0.2 cm, cement screed 5 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.78</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.38</p>
<p>Прозори — Windows</p>	 <p>дрвени двоструки са раздвојеним крилима и једноструким стаклом — wooden, double frame, double sash with single glazing</p>		
<p>U (W/m²K)</p>	<p>3.50</p>		

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

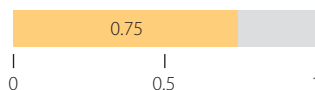
Систем загревања просторија
—
Heating system



У изворном стању, зграда се загревала системом централног грејања, са котлом на течном гориву. Касније је систем грејања повезан на топлану са котлом на природни гас

—
Originally, central heating system with liquid fuel fired boiler was used for heating. Later on, the same heating system was connected to district heating system with natural gas fired plant.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



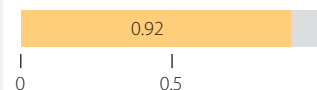
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Санитарна топла вода припрема се у електричним бојлерима.

—
Domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



У вртићу је у изворном облику коришћено инкадесцентно осветљење, док је према постојећем стању мањи део објекта покривен инкадесцентним осветљењем, а већи флуоресцентним осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

—
Incandescent lighting was used in the original form. Nowadays, smaller part of the kindergarten is lightened with incandescent lighting and bigger part with fluorescent lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице
—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Предшколске установе овог типа најчешће су формиране као групација неколико функционалних целина повезаних проширеним комуникацијама и заједничким садржајима. Објекти су приземни, свака функционална група понаособ је једноставне геометрије, али заједно чине разуђену структуру. Поједине јединице имају директан излаз у двориште.

Преовлађује масивни конструктивни склоп, са зидовима од опеке или гитер блока. Кровови су разноврсни – коси, традиционалне конструкције, плитки коси или равни, непроходни. Прозори су дрвени, двоструки, већих димензија и испуњавају простор унутар конструктивног растера.

Preschool facilities of this type were usually designed as a group of several functional units mutually connected by extended communications and common content. Each functional unit is a one-story building of simple geometry while as a group they form a complex structure. Some units have direct access to the yard.

A massive primary structure prevails, with load-bearing walls of brick or hollow block. There is a variety of roof types: traditional hipped constructions, shallow pitched, or flat. The windows are large wooden framed double sashes that fill the entire structural span.

Затечено стање — Existing state

Претходна
унапређења

–

Previous improvements

Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом.

—

Installation of new PVC windows with double glazing.

Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1

–

Improvement 1

Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност).

—

Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).

Унапређење 2

–

Improvement 2

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање унутрашњих зидова ка негрејаном простору. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану уз минималну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). Уградња нових улазних дрвених врата са термоизолационом испуном.

—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Thermal insulation of interior walls to unheated area. Insulation of floor structure to unheated attic, with minor reconstruction of existing layers. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness). Installation of new entrance wooden doors, with thermal insulation infill.

Унапређење 3

–


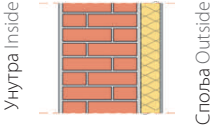
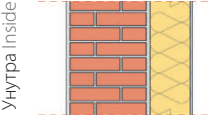
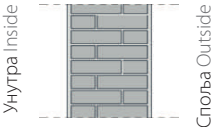
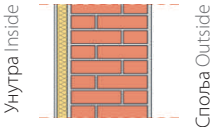
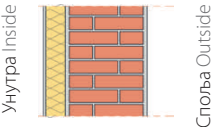
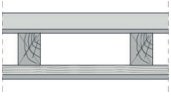
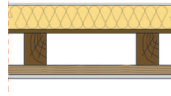

Improvement 3

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање унутрашњих зидова ка негрејаном простору. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). Уградња нових улазних дрвених композитних врата са термоизолационом испуном.



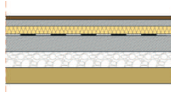
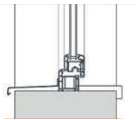
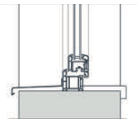
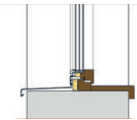
—

Thermal insulation of façade walls with a contact façade system. Thermal insulation of interior walls to unheated area. Insulation of floor structure to unheated attic, with minor reconstruction of existing layers. Insulation of ground floor, with partial layers reconstruction. Installation of new composite windows with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness). Installation of new entrance composite doors, with thermal insulation infill.

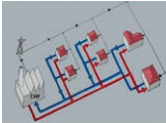
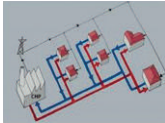



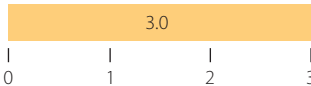


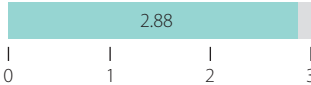


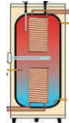
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид</p> <p>External wall</p>	 <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	 <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m ² K)	1.23	0.28	0.16
<p>Зид ка негрејаном простору</p> <p>Wall to unheated area</p>	 <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција/ термоизолација 5 cm, малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure/ thermal insulation 5 cm, plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm</p>	 <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција/ термоизолација 10 cm, малтер 2 cm, опека 38cm, малтер 3 cm</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure/ thermal insulation 10 cm, plaster 2 cm, brick wall 38cm, plaster 3 cm</p>
U (W/m ² K)	1.11	0.43	0.27
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног тавана</p> <p>Floor structure to unheated attic</p>	 <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>ПЕ фолија, термоизолација 15 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 15 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>	 <p>ПЕ фолија, термоизолација 25 cm, даске 2.4 cm, тавањаче 14/20 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 25 cm, plank 2.4 cm, wood rafters 14/20 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>
U (W/m ² K)	0.78	0.19	0.13







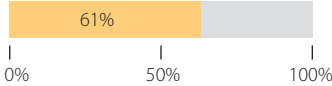
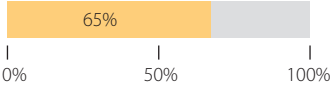
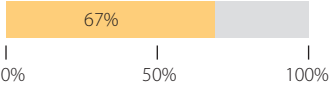
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, термоизолација 5 cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 4 cm, thermal insulation 5 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10 cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.38	0.38	0.24
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.40	1.40	0.80

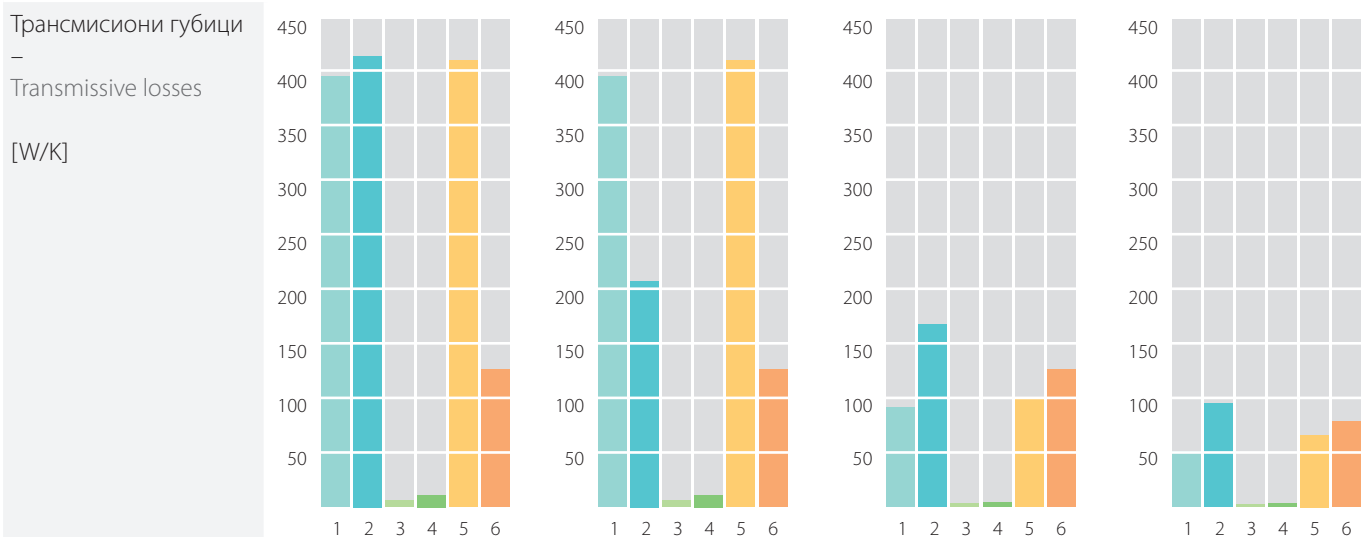
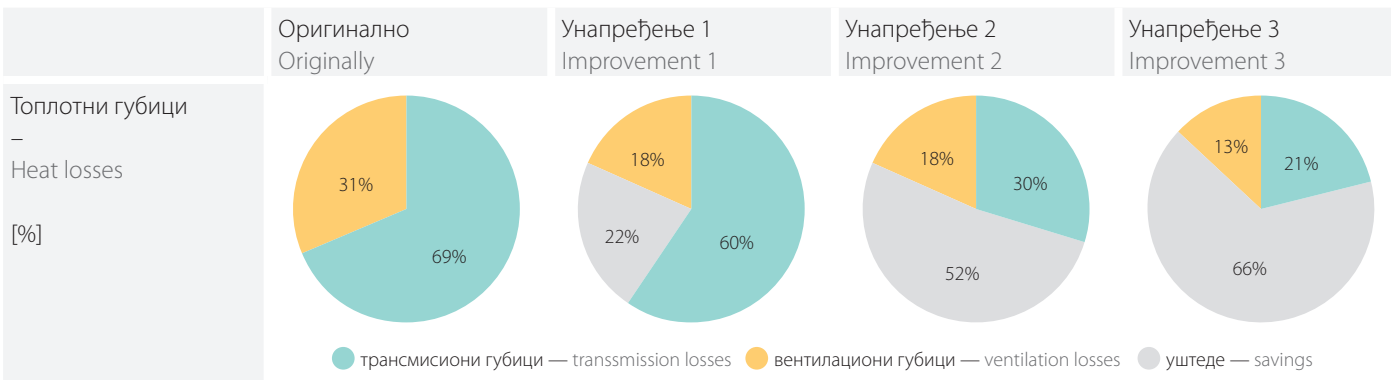
Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating system with natural gas fired plant.</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating system with natural gas fired plant.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>			
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>			
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

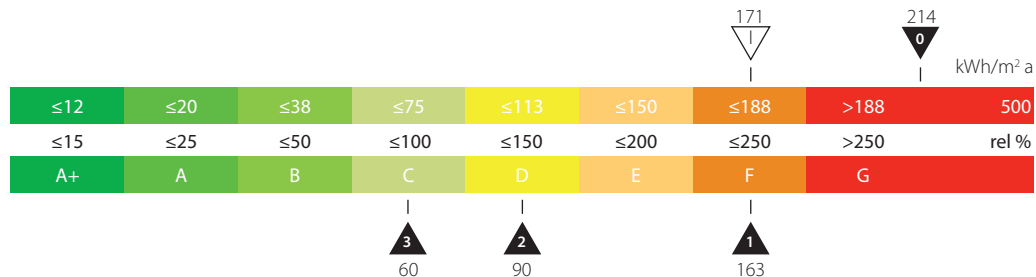
	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Унутрашња расвета — Interior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама. — LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији. — Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
<p>Спољна расвета — Exterior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године. — Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана. — LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
<p>Релативна енергетска уштеда система осветљења [%] — Relative energy savings of lighting system [%]</p>	 <p>61%</p>	 <p>65%</p>	 <p>67%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance



1- спољашњи зид, 2- прозори, 3- улазна врата, 4- зид ка негрејаном простору, 5- међуспратна конструкција испод негрејаног тавана, 6- под на тлу — 1- external wall, 2- windows, 3- doors, 4- wall to unheated area, 5- floor structure to unheated attic, 6- ground floor

Специфична годишња потребна енергија за грејање
–
Specific Heating Energy demand per year
[kWh/m²a]

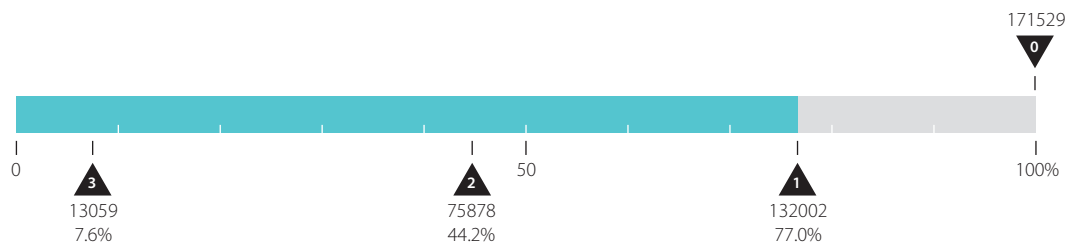


Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance

Финална енергија

Final energy

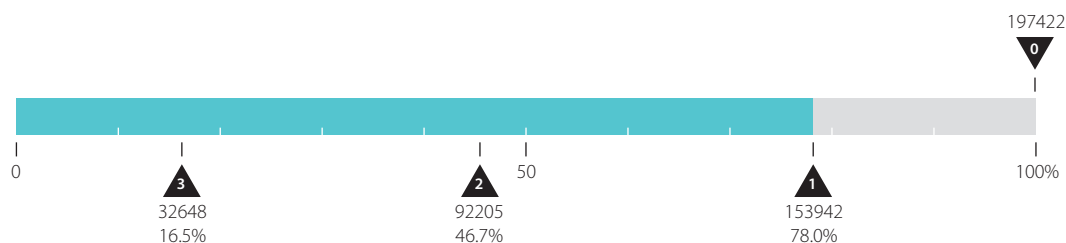
[kWh/a]



Примарна енергија

Primary energy

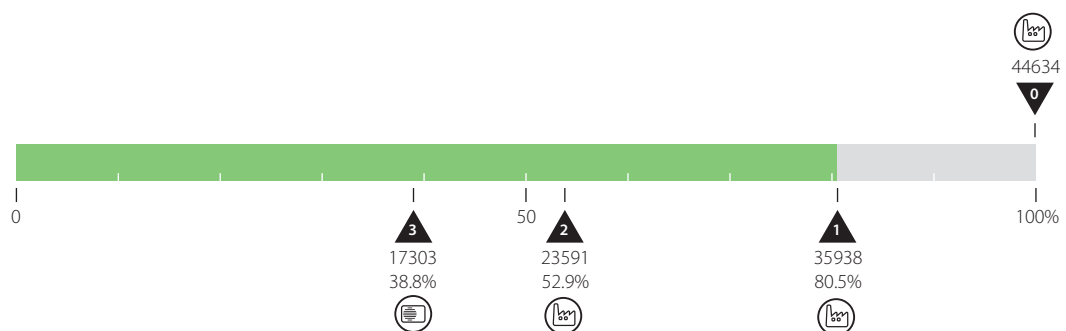
[kWh/a]



Емисија CO₂ након примене грађевинских и термотехничких мера

CO₂ emission after architectural and HVAC improvement

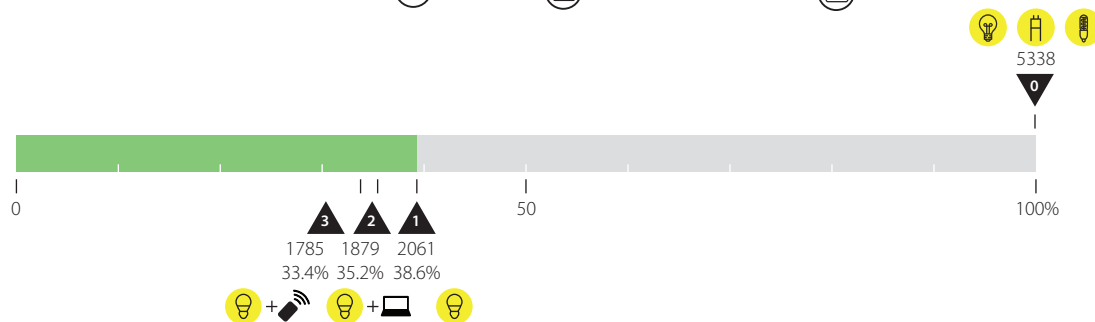
[kg/a]



Емисија CO₂ након унапређења система расвете

CO₂ emission after lighting improvement

[kg/a]



0 полазно стање starting condition

1 најчешће интервенције usual interventions

1 унапређење 1 improvement 1

2 унапређење 2 improvement 2

3 унапређење 3 improvement 3



B26
B2b



Предшколска установа површине 500-2000 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	1958.
Број етажа	Пр+1
Површина (m ²) бруто	1270
Површина (m ²) нето грејана	1130
Запремина (m ³) нето грејана	3845

Представници овог типа предшколске установе су слободностојеће, спратне зграде, релативно разуђене основе. Наменски пројектована за потребе предшколске установе, типска зграда има већи број смештајних јединица и пратеће просторе за различите активности.

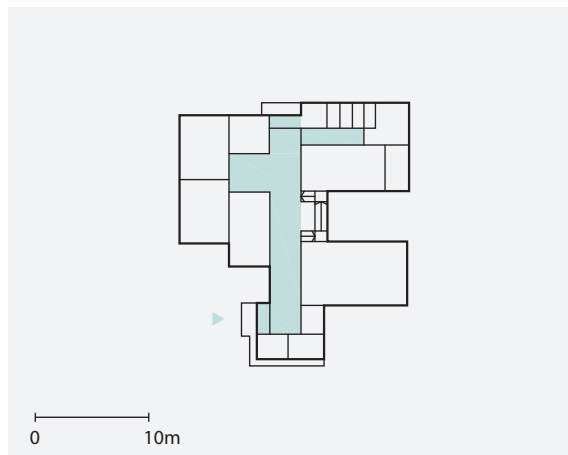
Сваки волумен понаособ покривен је плитким једноводним кровом, везни делови су рађени као непроходан раван кров, а тавански простор се не користи. Отвори су појединачни али већих димензија (испуњавају цео конструктивни растер), најчешће без система за заштиту од сунца.

Kindergarten with area 500-2000 m²

Category	kindergarten
Year of construction	1958
Number of floors	Gf+1
Area (m ²) Gross	1270
Area (m ²) Net heated	1130
Volume (m ³) Net heated	3845

The representatives of this type of kindergarten facilities are freestanding two-story buildings with a relatively complex floor plan. Purpose-built for a childcare institution, the model building has a large number of accommodation units and complementary spaces for various activities.

Each volume has a low single-pitched roof, while the connecting corridors are covered with a flat roof. The attic area is not used. Large single window openings fit the entire structural span and are usually without any shades or blinds.



Конструктивни склоп је армиранобетонски скелетни, са видним елементима на фасади. Међуспратне конструкције су ситноребрасте са тршчаним плафонима, а конструкција косог крова на делу изнад сале су дрвене решетке. Фасадни зидови су без термичке изолације, са видном опеком. Прозори су дрвени, двоструки са спојеним крилима, а фасадна браварија у улазним холовима и ходницима је метална без термо прекида. Подови су такође без термичке изолације.

The load bearing structure is in the reinforced concrete frame system with exposed beams and pillars. The ribbed floor slabs have straw ceilings, while above the hall there are wooden trusses of the pitched roof. The facade walls with visible brickwork are uninsulated. The windows are wooden, single-framed connected double sashes, while the metal fenestration in the entrance halls and hallways is without thermal breaks. The floors are also without thermal insulation.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
287

Energy class of building – as designed

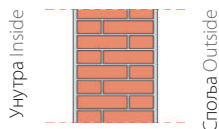
$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
215

A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

G

Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

Спољашњи зид
—
External Wall

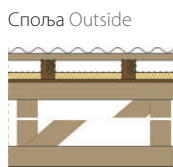


малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm
—
plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm

U (W/m²K)

1.23

Кос кров
—
Pitched roof

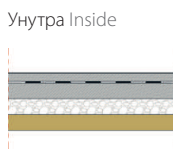


Унутра Inside
салонит, летве 8/5cm, тер хартија, рогови 12/14cm, плоче од дрвене вуне 5 cm, даске 2.2/10 на размаку од 50 cm, решетка 100 cm, дашчано платно 2.2 cm
—
asbestos-cement roof sheet, battens 8/5cm, roofing paper, wood rafters 12/14, thermal insulation 5 cm (wood-cement board), planks 2.2cm, wooden spaceframe (100 cm height), planks 2.2

U (W/m²K)

0.89

Под на тлу
—
Ground floor



Споља Outside
линолеум 0.2 cm, цементна кошуљица 3 cm, бетонска плоча 6cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 8 cm, шљунак 10 cm, набијена земља
—
linoleum 0.2 cm, cement screed 3 cm, concrete 6 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 8 cm, gravel 10 cm, rammed earth

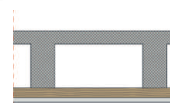
U (W/m²K)

0.41

Међуспратна
конструкција испод
негрејаног таванског
простора
—

Floor construction to
unheated attic

Споља Outside



Унутра Inside
ситноребраста таваница 35 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm
—
ribbed concrete structure 35 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm

U (W/m²K)

0.91

Раван кров
—
Flat roof

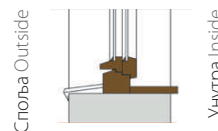


Унутра Inside
шљунак 6cm, хидроизолација, цементна кошуљица 3 cm, плоче од дрвене вуне 5cm, бетон за пад мин 4cm, ситноребраста таваница 35 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm
—
gravel 6 cm, hydro insulation, cement screed 3cm, thermal insulation 5 cm (wood-cement board), lightweight concrete to fall min. 4cm, ribbed concrete structure 35 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm

U (W/m²K)

0.56

Прозори
—
Windows



дрвени двоструки са спојеним крилима и једноструким стаклом
—
wooden, double frame, connected sash with single glazing

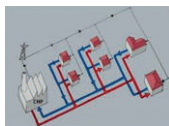
U (W/m²K)

3.30

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

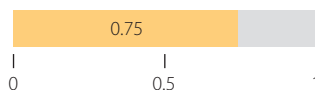
Систем загревања просторија
—
Heating system



У изворном стању, зграда се загревала системом централног грејања, са котлом на течном гориву. Касније је систем грејања повезан на топлану са котлом на природни гас.

—
Originally, central heating system with liquid fuel fired boiler was used for heating. Later on, the same heating system was connected to district heating system with natural gas fired plant.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



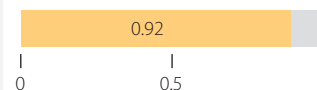
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Санитарна топла вода припрема се у електричним бојлерима.

—
Domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



У вртићу је у изворном облику коришћено инкадесцентно осветљење, док је према постојећем стању мањи део објекта покривен инкадесцентним осветљењем, а већи флуоресцентним осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

—
Incandescent lighting was used in the original form. Nowadays, smaller part of the kindergarten is lightened with incandescent lighting and bigger part with fluorescent lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Метал халогене сијалице
—
Metal halogen bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Подтип зграда предшколских установа средње величине за период 1946–1970. су спратни објекти, грађени наменски, често на великим парцелама у склопу нових насеља. Садрже већи број јединица са пратећим садржајима.

Геометрија ових објеката је сведена, кубична, а преовлађују равни или плитки коси кровови. Прозори су појединачни, већих димензија или у виду прозорских трака. Преовлађују двоструки дрвени прозори, али се на већим застакљеним површинама користи и браварија без термопрекида. Осим масивног, уочава се и армиранобетонски скелетни конструктивни склоп. Елементи термичког омотача нису изоловани.

The subtype for medium-size preschool buildings in the period 1946-1970 includes purpose-built two-story structures, usually constructed on large lots within newly developed city areas. They contain several main units with complementary spaces.

These buildings have a rather simplified, prismatic geometry with mainly flat or shallow pitched roofs. The windows are either large single units or they are organized in ribbons. Wooden double-sashed windows prevail but larger glazed surfaces sometimes are without thermal breaks. Apart from massive load-bearing structure, reinforced concrete frame constructions were also used. The building envelope elements are not thermally insulated.

Затечено стање — Existing state

Претходна
унапређења

—

Previous improvements

Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом.

—

Installation of new PVC windows with double glazing.

Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1

—

Improvement 1

Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност).

—

Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).

Унапређење 2

—

Improvement 2

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану преко постојећих слојева. Изоловање косог крова са унутрашње стране. Изоловање равног крова уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност).

—

Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic over existing layers. Interior insulation of pitched roof structure. Insulation of flat roof structure with minor layer reconstruction. Insulation of ground floor, with partial layers reconstruction. Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).

Унапређење 3

—

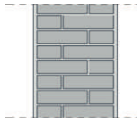
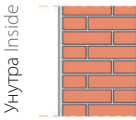
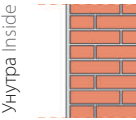

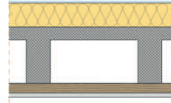


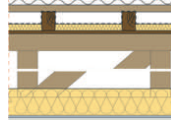

Improvement 3

Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међуспратне конструкције ка негрејаном тавану преко постојећих слојева. Изоловање косог крова са унутрашње стране. Изоловање равног крова уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност).

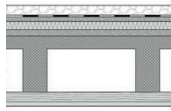
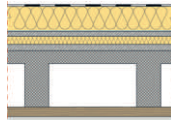
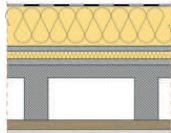
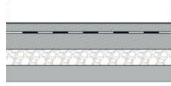
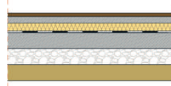
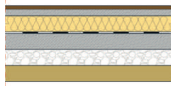
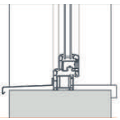
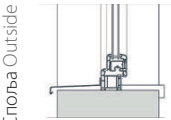
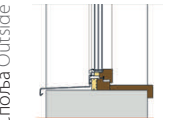
—

Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic over existing layers. Interior insulation of pitched roof structure. Insulation of flat roof structure with minor layer reconstruction. Insulation of ground floor, with partial layers reconstruction. Installation of new composite windows and entrance doors with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).

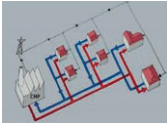
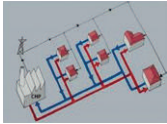



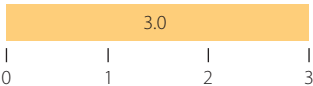
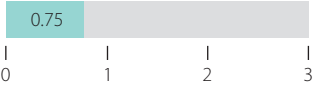
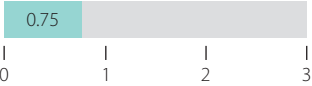
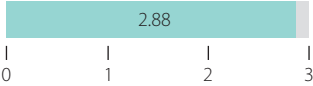


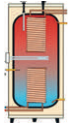
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид</p> <p>External wall</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.23	0.28	0.16
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног таванског простора</p> <p>Floor construction to unheated attic</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 15 cm, ситноребраста таваница 35 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 15 cm, ribbed concrete structure 35 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 25 cm, ситноребраста таваница 35 cm, дрвена потконструкција 6 cm, малтер на тршчаној подлози 3 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 25 cm, ribbed concrete structure 35 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.91	0.19	0.13
<p>Кос кров</p> <p>Pitched roof</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>фибер-цемент плоче, летве 8/5cm, тер хартија, рогови 12/14cm/ плоче од дрвене вуне 5 cm, даске 2.2/10 на размаку од 50 cm, термоизолација 20 cm, ПЕ фолија, решетка 100 cm, гипс картонска плоча 1.25 cm</p> <p>фибре-cement roof sheet, battens 8/5cm, roofing paper, wood rafters 12/14, thermal insulation 5 cm (wood-cement board), planks 2.2cm, thermal insulation 20 cm, PE foil, wooden spaceframe (100 cm height), gypsum board 1.25 cm</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>фибер-цемент плоче, летве 8/5cm, тер хартија, рогови 12/14cm/ плоче од дрвене вуне 5 cm, даске 2.2/10 на размаку од 50 cm, термоизолација 30 cm, ПЕ фолија, решетка 100 cm, гипс картонска плоча 1.25 cm</p> <p>фибре-cement roof sheet, battens 8/5cm, roofing paper, wood rafters 12/14, thermal insulation 5 cm (wood-cement board), planks 2.2cm, thermal insulation 30 cm, PE foil, wooden spaceframe (100 cm height), gypsum board 1.25 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.89	0.16	0.11







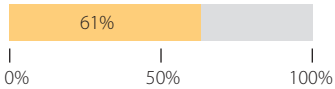
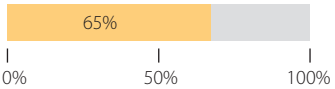
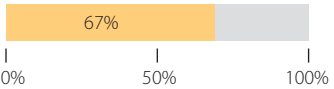
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Раван кров — Flat roof	Унутра Inside  Споља Outside НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES	Унутра Inside  Споља Outside хидроизолациона мембрана, термоизолација 15 см, ПЕ фолија, цементна кошуљица 3 см, плоче од дрвене вуне 5см, бетон за пад мин 4см, ситноребраста таваница 35 см, дрвена потконструкција 6см, малтер на тршчаној подлози 3 см — waterproof membrane, thermal insulation 15cm, PE foil, cement screed 3cm, thermal insulation 5 cm (wood-cement board), lightweight concrete to fall min. 4cm, ribbed concrete structure 35 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm	Унутра Inside  Споља Outside хидроизолациона мембрана, термоизолација 25 см, ПЕ фолија, цементна кошуљица 3 см, плоче од дрвене вуне 5 см, бетон за пад мин 4см, ситноребраста таваница 35 см, дрвена потконструкција 6 см, малтер на тршчаној подлози 3 см — waterproof membrane, thermal insulation 25cm, PE foil, cement screed 3cm, thermal insulation 5 cm (wood-cement board), lightweight concrete to fall min. 4cm, ribbed concrete structure 35 cm, wooden substructure 6 cm, straw-plaster ceiling 3 cm
U (W/m ² K)	0.56	0.18	0.12
Под на тлу — Ground floor	Унутра Inside  Споља Outside НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES	Унутра Inside  Споља Outside паркет 2.2 см, цементна кошуљица 3 см, термоизолација 5см, бетонска плоча 6см, хидроизолација 1 см, бетонска плоча 8 см, шљунак 10 см, набијена земља — parquet 2.2 cm, cement screed 3 cm, thermal insulation 5cm, concrete 6 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 8 cm, gravel 10 cm, rammed earth	Унутра Inside  Споља Outside паркет 2.2 см, цементна кошуљица 3 см, термоизолација 10 см, бетонска плоча 6см, хидроизолација 1 см, бетонска плоча 8 см, шљунак 10 см, набијена земља — parquet 2.2 cm, cement screed 3 cm, thermal insulation 10 cm, concrete 6 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 8 cm, gravel 10 cm, rammed earth
U (W/m ² K)	0.41	0.25	0.19
Прозори — Windows	Споља Outside  Унутра Inside ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом — PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling	Споља Outside  Унутра Inside ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом — PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling	Споља Outside  Унутра Inside Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом — Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling
U (W/m ² K)	1.40	1.40	0.80

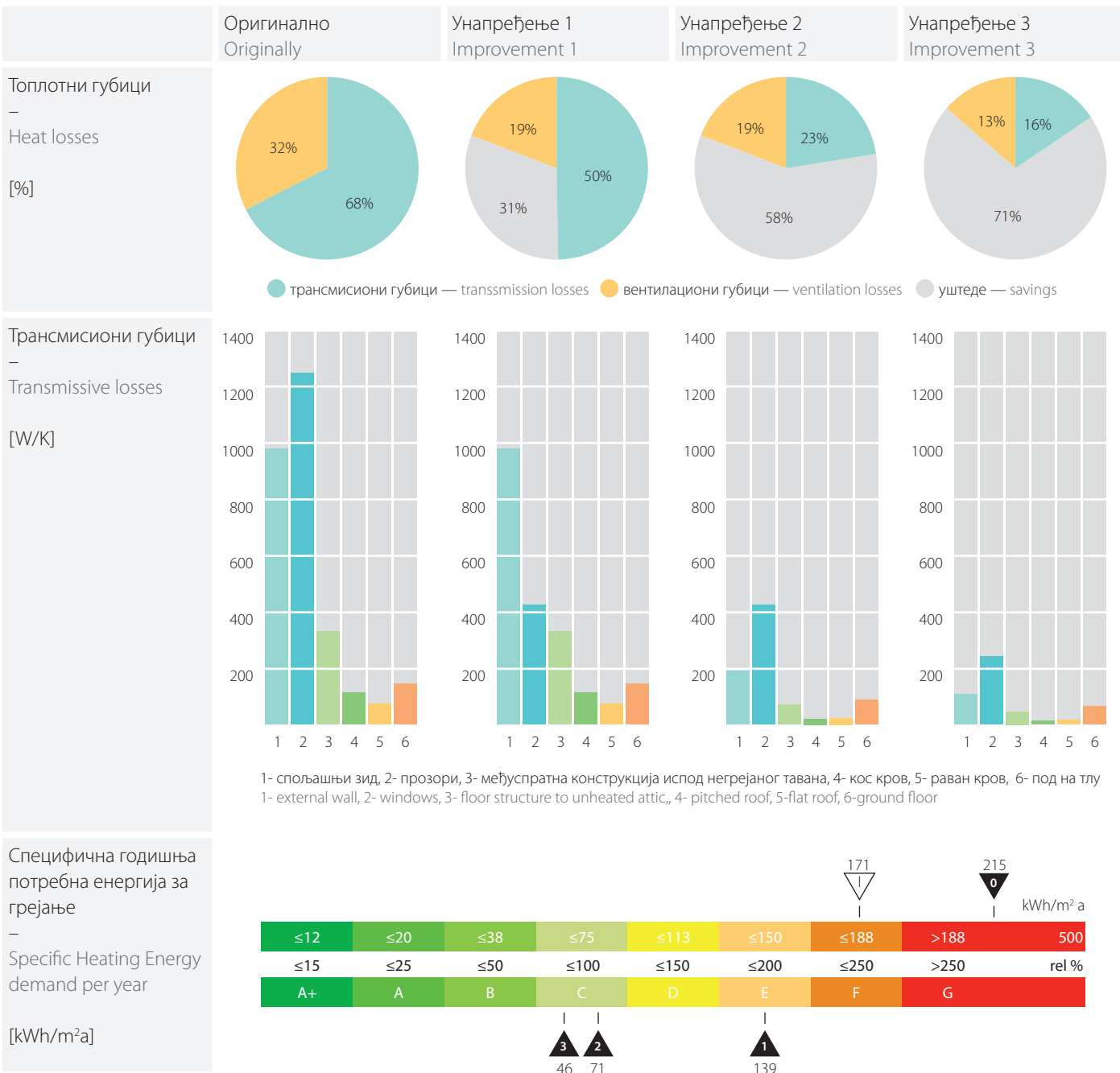
Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлани.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating system with natural gas fired plant.</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлани.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating system with natural gas fired plant.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>			
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>			
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Унутрашња расвета — Interior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама. — LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији. — Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
Спољна расвета — Exterior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године. — Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана. — LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
Релативна енергетска уштеда система осветљења [%] — Relative energy savings of lighting system [%]	 <p>61%</p>	 <p>65%</p>	 <p>67%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance

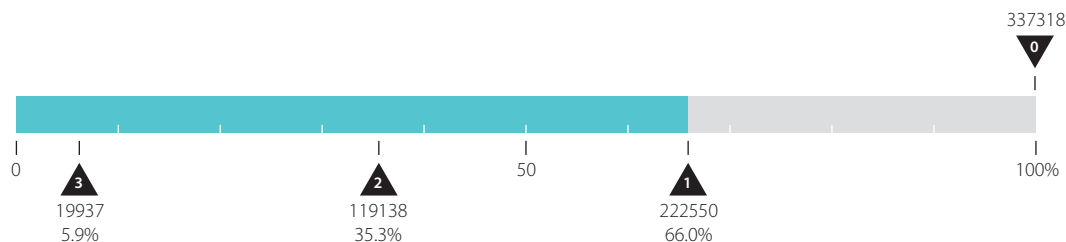


Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance

Финална енергија

Final energy

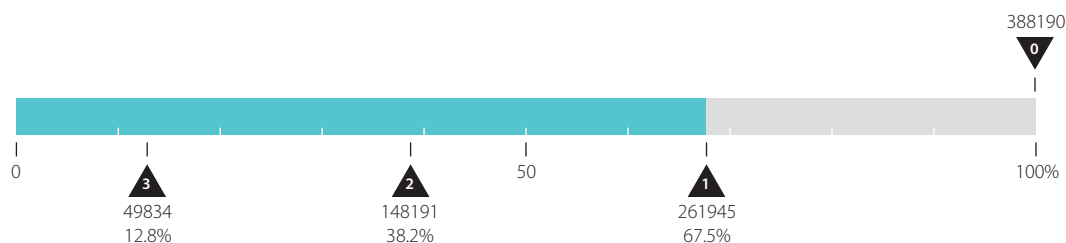
[kWh/a]



Примарна енергија

Primary energy

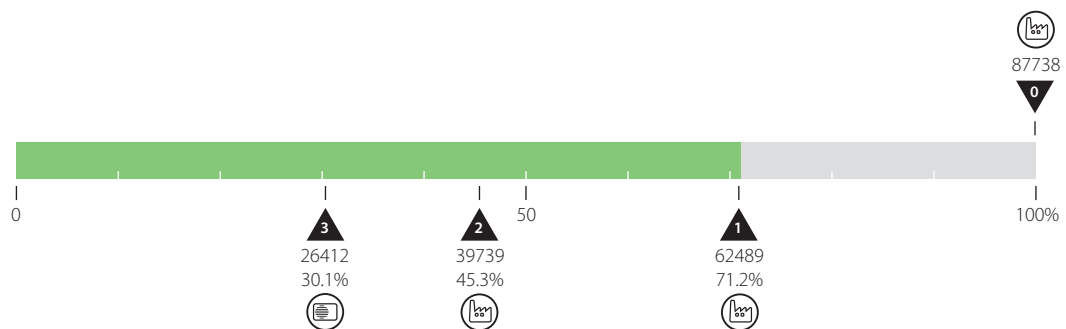
[kWh/a]



Емисија CO₂ након примене грађевинских и термотехничких мера

CO₂ emission after architectural and HVAC improvement

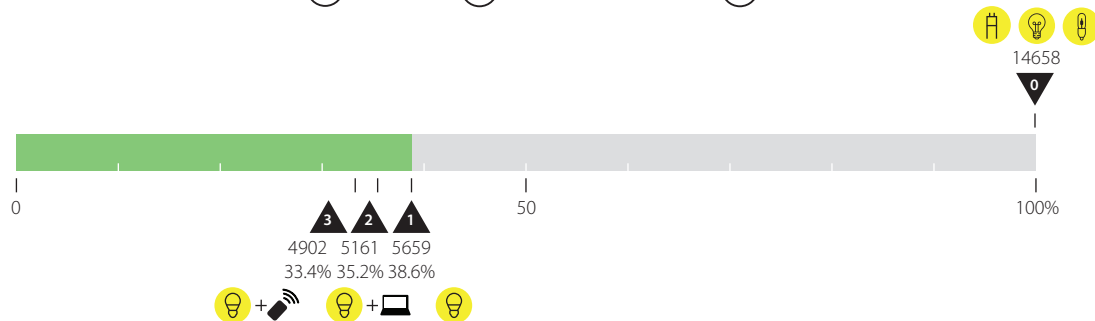
[kg/a]



Емисија CO₂ након унапређења система расвете

CO₂ emission after lighting improvement

[kg/a]



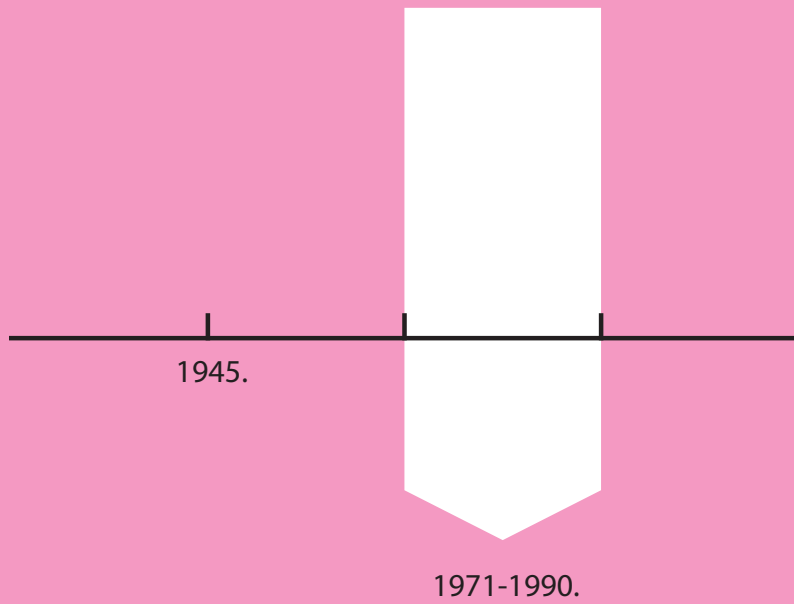
0 полазно стање starting condition

1 најчешће интервенције usual interventions

1 унапређење 1 improvement 1

2 унапређење 2 improvement 2

3 унапређење 3 improvement 3



Ц

период 1971-1990.

C

period 1971-1990



Предшколска установа површине мање од 500 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	1980.
Број етажа	Пр
Површина (m ²) бруто	275
Површина (m ²) нето грејана	255
Запремина (m ³) нето грејана	775

Зграда предшколске установе са две јединице, холем, санитарним чвором и чајном кухињом за припремање ужине, рађена према прилагођеном типском пројекту. Представници овог типа су приземне зграде једноставне, компактне основе, без подземних етажа. Кров је двоводни, а тавански простор се не користи. Отвори су у појединачни, вишеделни прозори а у смештајним јединицама се простиру читавом дужином фасадног зида унутар конструктивног растера. Јединице немају директан излаз у двориште.

Архитектонска решења ових објеката немају специфичности које би условљавале посебан режим при енергетској санацији.

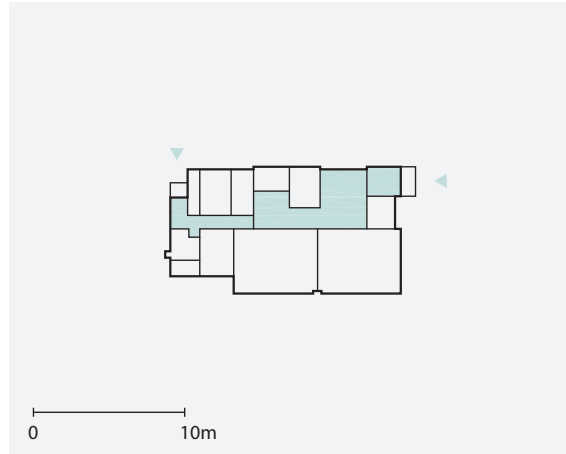
Kindergarten with area less than 500 m²

Category	kindergarten
Year of construction	1980
Number of floors	Gf
Area (m ²) Gross	275
Area (m ²) Net heated	255
Volume (m ³) Net heated	775

The kindergarten building with two childcare units, a hall, sanitary facilities and a kitchenette for preparing light meals was built according to a customized standard design.

The representatives of the type are one-story buildings of a simple and compact layout, without underground levels. The gable roof covers the unused attic. The single multi-sash windows fit the entire structural span in the accommodation units. The rooms do not have direct access to the yard.

The architectural design of the buildings does not have such specific features that would require a special approach to energy rehabilitation.



Конструктивни склоп је масиван са зидовима од гитер блока, армиранобетонском таваницом и косим двоводним кровом традиционалне конструкције. Фасадни зидови су обострано малтерисани, без термичке изолације, али и без декоративне пластике што омогућава једноставне мере енергетске рехабилитације фасаде. Прозори су дрвени, двоструки са спојеним крилима, застакљени једноструким стаклом. Подови су рађени на бетонској плочи без термичке изолације.

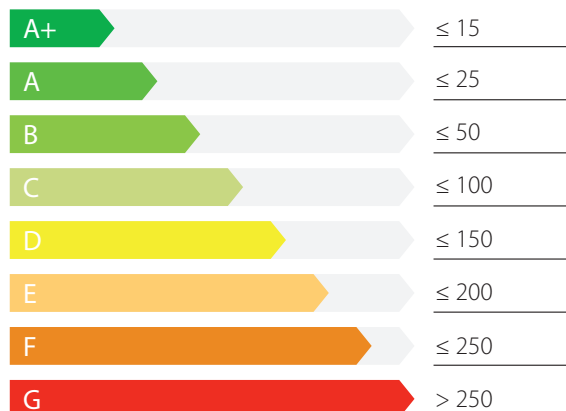
The massive primary structure has load-bearing walls of clay block, a reinforced concrete floor slab, and a traditional gable roof structure. The facade walls are plastered on both sides, without thermal insulation or any exterior decorative plasterwork, allowing for uncomplicated energy rehabilitation measures for the facade. The windows are wooden single-framed connected double sashes with single glazing. The flooring is placed on the concrete slab without thermal insulation.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
367

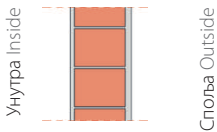
Energy class of building – as designed

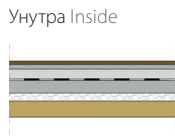
$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
275

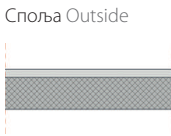


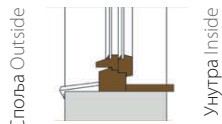
G

Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

Спољашњи зид — External Wall	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, гитер блок 25 cm, малтер 3 cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2 cm, hollow clay block 25 cm, plaster 3 cm</p>	U (W/m ² K)	1.49
------------------------------------	---	------------------------	------

Под на тлу — Ground floor	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 2.8 cm, перлит бетон 6 cm, хидроизолација, бетонска плоча 8 cm шљунак 5 cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 2.8 cm, insulating perlite concrete 6 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 8 cm, gravel 5 cm, rammed earth</p>	U (W/m ² K)	0.48
---------------------------------	--	------------------------	------

Међуспратна конструкција испод негрејаног таванског простора — Floor construction to unheated attic	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>малтер од струготина 5 cm, армирано бетонска плоча 20 cm</p> <p>—</p> <p>wood-cement plaster 5cm, concrete slab 20cm</p>	U (W/m ² K)	1.75
---	---	------------------------	------

Прозори — Windows	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>дрвени двоструки са спојеним крилима и једноструким стаклом</p> <p>—</p> <p>wooden, double frame, connected sash with single glazing</p>	U (W/m ² K)	3.30
-------------------------	---	------------------------	------

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

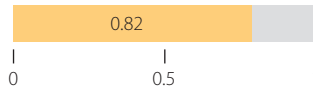
Систем загревања просторија
—
Heating system



У изворном стању зграда се загревала путем локалних загревних уређаја - пећи на чврсто гориво (50% дрво и 50% угаљ). Касније је уграђен систем локалног грејања са пећима на природни гас.

—
Originally, local heating stoves (50 % wood and 50% coal fired) were used for heating building. Later on, local heating system has been installed using natural gas fired stoves.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



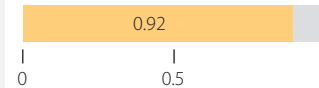
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Припрема потрошне топле воде није била предвиђена пројектом. Данас се потрошна топла вода припрема у електричним бојлерима.

—
Originally, the system for domestic hot water preparation was not installed. Nowadays, domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



Највећи део вртића је покривен флуоресцентним осветљењем а мањи делови инкадесцентним и CFL осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

—
The larger part of the kindergarten is lightened with fluorescent lighting and smaller part with incandescent and CFL lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице
—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Зграде предшколских установа овог типа, иако су често рађене коришћењем типских функционалних склопова, исказују извесну разноврсност у обликовању и материјализацији. Ради се о слободностојећим објектима, компактне или слабо разуђене основе, са неколико јединица и основним пратећим садржајима.

Преовлађује масиван конструктивни склоп и коси кровови традиционалне дрвене конструкције. Прозори су дрвени, већих димензија, и код смештајних јединица се простиру целом дужином фасадног зида. Елементи термичког омотача углавном нису изоловани.

Although the preschool buildings of this type were often built using model design assemblies, they show some diversity of the form and materialization. These are freestanding structures with a compact or slightly complex floor plan, comprising several units and basic complementary spaces.

Most buildings were built with a massive primary structure and a hipped roof supported by a traditional timber structure. The large wooden windows are placed along the whole length of the facade wall of the accommodation units. Generally, the elements of the thermal envelope are not insulated.

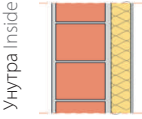
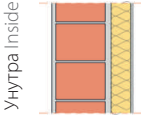
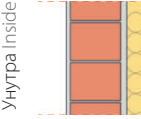


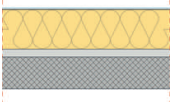
Затечено стање — Existing state

Претходна унапређења — Previous improvements	Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом. — Installation of new PVC windows with double glazing.
---	---

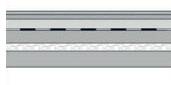
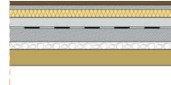
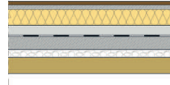
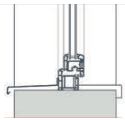
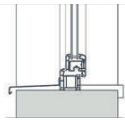
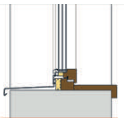
Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1 — Improvement 1	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). — Insulation of façade walls with a contact façade system. Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).
Унапређење 2 — Improvement 2	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међусратне конструкције ка негрејаном тавану преко постојећих слојева. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). Уградња нових улазних дрвених врата са термоизолационом испуном. — Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic over existing layers. Insulation of ground floor, with partial layers reconstruction. Installation of new PVC windows with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness). Installation of new entrance wooden doors, with thermal insulation infill.
Унапређење 3 — Improvement 3	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање међусратне конструкције ка негрејаном тавану преко постојећих слојева. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). Уградња нових улазних композитних дрвених врата са термоизолационом испуном. — Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of floor structure to unheated attic over existing layers. Insulation of ground floor, with partial layers reconstruction. Installation of new composite windows with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness). Installation of new entrance composite wooden doors, with thermal insulation infill.




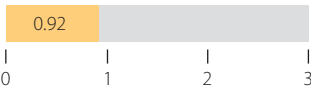

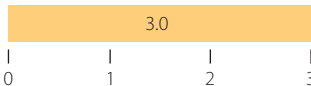
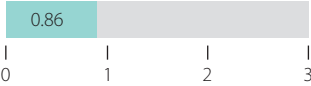
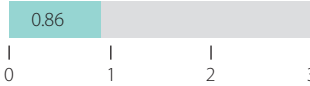
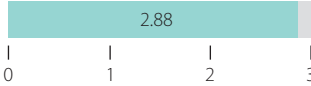


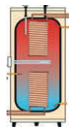
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид</p> <p>External wall</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, гитер блок 25 cm, малтер 3cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, hollow clay block 25 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, гитер блок 25 cm, малтер 3cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, hollow clay block 25 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, гитер блок 25 cm, малтер 3cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, hollow clay block 25 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m²K)	0.30	0.30	0.16
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног таванског простора</p> <p>Floor construction to unheated attic</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 15 cm, малтер од струготина 5 cm, армирано бетонска плоча 20 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 15 cm, wood-cement plaster 5cm, concrete slab 20cm</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 25 cm, малтер од струготина 5 cm, армирано бетонска плоча 20 cm</p> <p>PE foil, thermal insulation 25 cm, wood-cement plaster 5cm, concrete slab 20cm</p>
U (W/m²K)	1.75	0.22	0.14







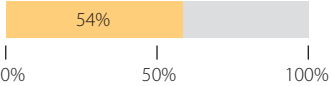
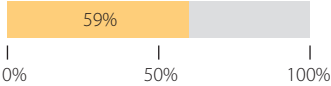
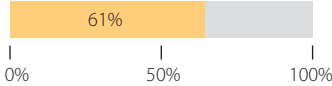
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 3 cm, термоизолација 5 cm, перлит бетон 6cm, хидроизолација, бетонска плоча 8 cm шљунак 5 cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 3cm, thermal insulation 5cm, insulating perlite concrete 6cm, hydro insulation 1 cm, concrete 8 cm, gravel 5 cm, rammed earth</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 3 cm, термоизолација 10 cm, перлит бетон 6cm, хидроизолација, бетонска плоча 8 cm шљунак 5 cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 3cm, thermal insulation 10cm, insulating perlite concrete 6cm, hydro insulation 1 cm, concrete 8 cm, gravel 5 cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.48	0.28	0.20
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.40	1.40	0.80

Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Уградња централног система грејања са радијаторима као грејним телима. Као гориво се користи природни гас.</p> <p>—</p> <p>Installation of central hydronic system with radiators. The heating source is natural gas-fired boiler.</p>	 <p>Уградња централног система грејања са радијаторима као грејним телима. Рад на nižем температурском режиму. Као гориво се користи природни гас.</p> <p>—</p> <p>Installation of central hydronic system with radiators. The heating source is natural gas fired boiler, working with lower temperature regimes.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>	 <p>0.92</p>	 <p>0.92</p>	 <p>3.0</p>
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>	 <p>0.86</p>	 <p>0.86</p>	 <p>2.88</p>
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Унутрашња расвета — Interior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама. — LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији. — Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
Спољна расвета — Exterior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године. — Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана. — LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
Релативна енергетска уштеда система осветљења [%] — Relative energy savings of lighting system [%]	 <p>54%</p>	 <p>59%</p>	 <p>61%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance

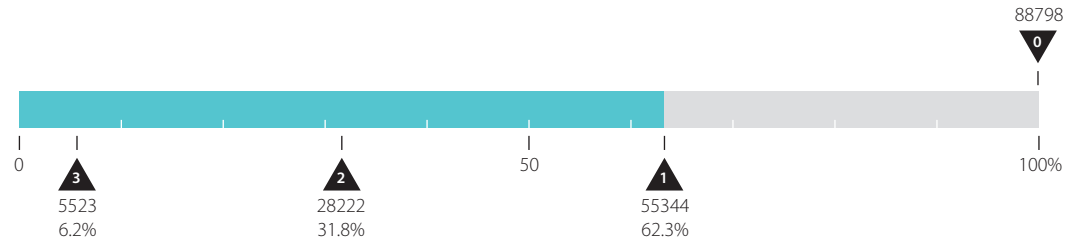


Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance

Финална енергија

Final energy

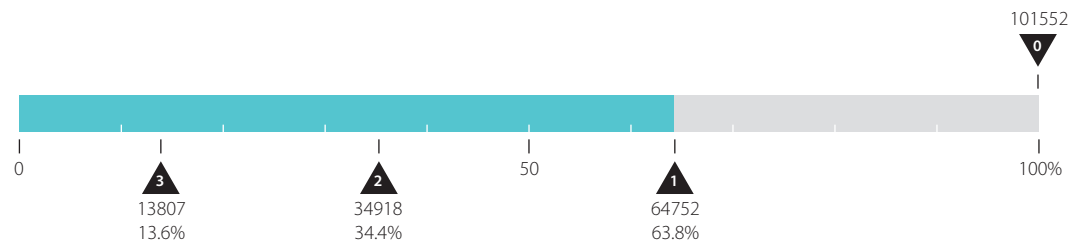
[kWh/a]



Примарна енергија

Primary energy

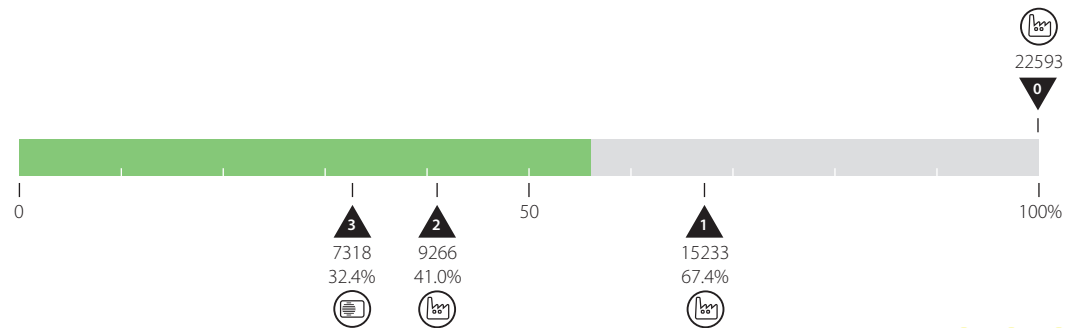
[kWh/a]



Емисија CO₂ након примене грађевинских и термотехничких мера

CO₂ emission after architectural and HVAC improvement

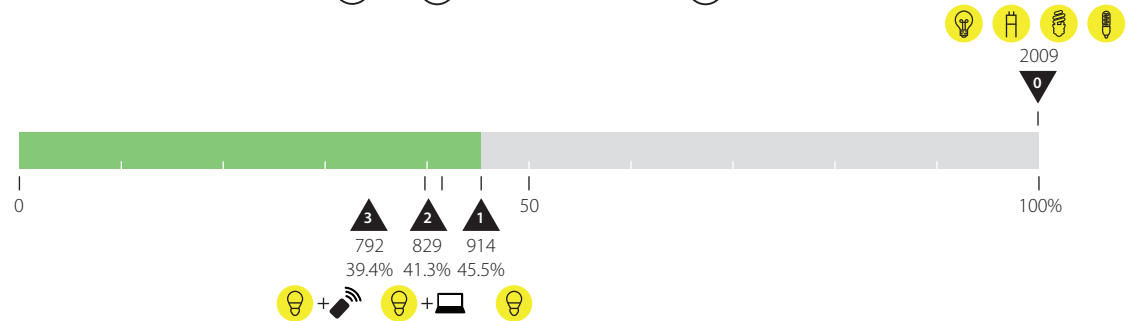
[kg/a]



Емисија CO₂ након унапређења система расвете

CO₂ emission after lighting improvement

[kg/a]



0 полазно стање starting condition

1 најчешће интервенције usual interventions

1 унапређење 1 improvement 1

1 унапређење 2 improvement 2

1 унапређење 3 improvement 3



Ц2
С2



Предшколска установа површине 500-2000 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	1980.
Број етажа	Пр+1
Површина (m ²) бруто	1710
Површина (m ²) нето грејана	1530
Запремина (m ³) нето грејана	5940

Слободностојећа зграда, наменски пројектована за потребе предшколске установе. Састоји из са два смакнута тракта - приземног и спратног - и има већи број смештајних јединица као и пратеће просторе за различите активности. Јединице за старије групе могу имати директан излазак у двориште. Кровови су једноставни, двоводни.

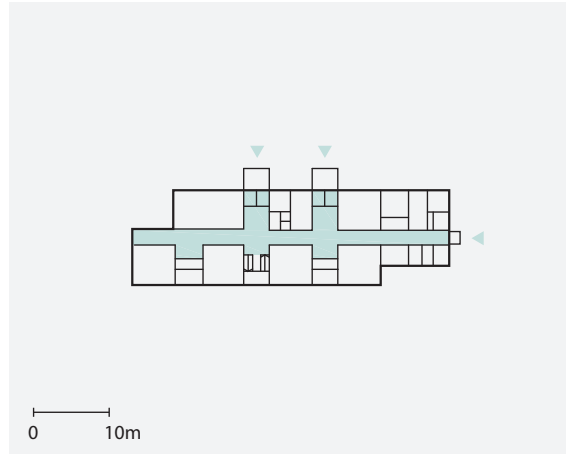
Фасадни отвори су већих димензија и испуњавају цео конструктивни растер, најчешће без система за заштиту од сунца или са платеним ролетнама са унутрашње стране.

Kindergarten with area 500-2000 m²

Category	kindergarten
Year of construction	1980
Number of floors	Gf+1
Area (m ²) Gross	1710
Area (m ²) Net heated	1530
Volume (m ³) Net heated	5940

This is a freestanding building, purpose-built for a kindergarten facility. It consists of two distinct volumes of one and two floors, respectively, and has a considerable number of accommodation units and complementary spaces for various activities. Older age units have direct access to the yard.

The roofs are simple pitched gables. The window openings are relatively large and they fit the entire structural spans; they usually have no sun protection or have canvas roller blinds on the interior.



Конструктивни склоп је армиранобетонски скелетни, са косим бетонским кровним плочама. Кровови су изоловани плочама дрвене вуне дебљине 5cm. Фасадни зидови су од пуне опеке дебљине 38cm или у виду сендвич зидова од бетона и пуне опеке са термоизолацијом од таропора у дебљини од 5cm. Прозори су дрвени, двоструки са спојеним крилима, застакљени једноструким стаклом.

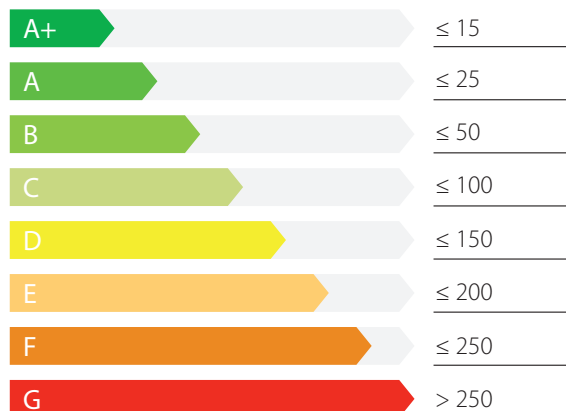
The primary structure is in the reinforced concrete frame system, with slanted concrete roof slabs. The roofs are insulated with 5cm wood wool panels. The load bearing walls are of either 38cm brick or a concrete and brick sandwich, with 5cm insulating panels. The windows are wooden framed, connected double sashes with single glazing.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
260

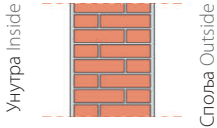
Energy class of building – as designed

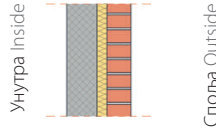
$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
195

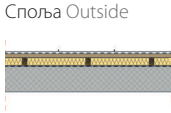


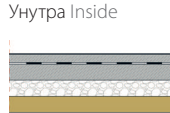
G

Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

Спољашњи зид 1 — External Wall 1	 <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm — plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm</p>
U (W/m ² K)	1.23

Спољашњи зид 2 — External Wall 2	 <p>армирани бетон 15 cm, термоизолација 5cm (хераклит), фасадна опека 12cm — concrete 15cm, thermal insulation 5cm (wood-cement board), facade brick 12cm</p>
U (W/m ² K)	0.97

Кос кров — Pitched roof	 <p>лим, тер папир, дашчана оплата 2,4, летве 3/5 cm/ термоизолација 5 cm (хераклит), армирани бетон 16 cm — metal sheet, roofing paper, planks 2.4cm, battens 3/5cm, thermal insulation 5cm (wood-cement board), concrete 16cm</p>
U (W/m ² K)	0.99

Под на тлу — Ground floor	 <p>линолеум 0.2 cm, цементна кошуљица 5cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10 cm, набијена земља — linoleum 0.2 cm, cement screed 5 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10cm, rammed earth</p>
U (W/m ² K)	0.31

Прозори — Windows	 <p>дрвени двоструки са спојеним крилима и једноструким стаклом — wooden, double frame, connected sash with single glazing</p>
U (W/m ² K)	3.30

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

Систем загревања просторија

—

Heating system



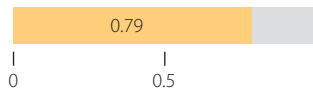
У изворном стању у вртићу је било инсталирано централно грејање са котлом на течном гориву. Тај систем се користи и данас.

Originally, centralized heating system with liquid fuel fired boiler was installed. The same heating system is in use nowadays.

Степен корисности система грејања

—

Heating system efficiency



Систем припреме санитарне топле воде

—

Domestic hot water (DHW) preparation system



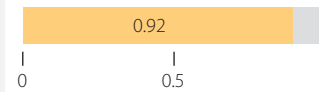
Санитарна топла вода се припрема у електричним бојлерима.

Domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде

—

DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета

—

Interior lighting



Према постојећем стању мањи део објекта покривен је инкадесцентним осветљењем, а већи флуоресцентним осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

Smaller part of the kindergarten is lightened with incadescent lighting and bigger part with fluorescent lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета

—

Outdoor lighting



Живине сијалице

—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Најзаступљенији тип предшколских установа карактерише велика разноврсност архитектонских решења. Преовлађују зграде спратности П+1, али су честе и приземне, као и зграде са два спрата.

У материјализацији се, такође, примећује разноврсност која одговара варијетету архитектонских решења. Преовлађују армиранобетонски скелетни системи, док су код фасада најзаступљенији бетон и опекарски елементи (видни или малтерисани) у зидовима „сендвич“ конструкције. Прозори су дрвени, двоструки, већих димензија. Највећи део термичког омотача је дебљине која не задовољава актуелне прописе.

The predominant type of preschool buildings is characterized by a great variety of architectural solutions. Most buildings have two levels (GF+1), with a share of the facilities with a single ground floor and two floors above the ground level.

The materials also show diversity that reflects the variety in architectural solutions. The predominant load-bearing structure is the reinforced concrete frame system, while the facade materials are mostly concrete or brick elements (visible or plastered) in the “sandwich wall” structures. The windows are large wooden double sashes. Most of the thermal envelope elements have insulation layers, the thickness of which does not comply with the current regulations.


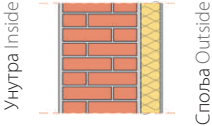
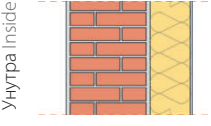
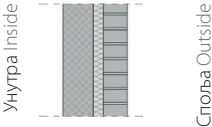
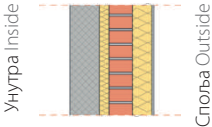
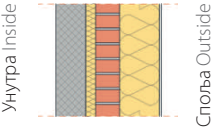

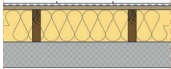
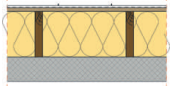
Затечено стање — Existing state

Претходна унапређења — Previous improvements	Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом. — Installation of new PVC windows with double glazing.
---	---

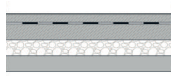
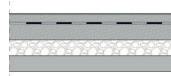
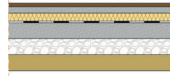
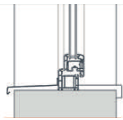
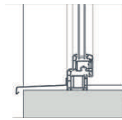
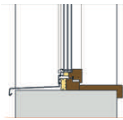
Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1 — Improvement 1	Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). — Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).
Унапређење 2 — Improvement 2	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање косог крова уз потпуну реконструкцију слојева са спољашње стране. Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). — Insulation of façade walls with a contact façade system. Exterior insulation of pitched roof structure with total layer reconstruction. Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).
Унапређење 3 — Improvement 3	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање косог крова уз потпуну реконструкцију слојева са спољашње стране. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). — Insulation of façade walls with a contact façade system. Exterior insulation of pitched roof structure with total layer reconstruction. Insulation of ground floor, with partial layer reconstruction. Installation of new composite windows and entrance doors with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).




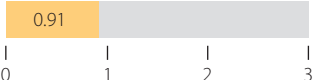
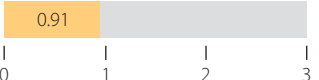
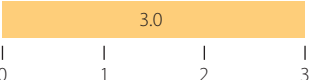

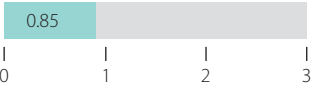
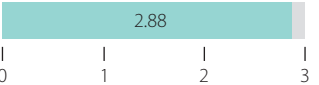


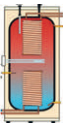
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид 1</p> <p>External wall 1</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 10 cm, plaster 1 cm</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 cm, опека 38 cm, малтер 3 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>plaster 2 cm, brick wall 38 cm, plaster 3 cm, thermal insulation 20 cm, plaster 1 cm</p>
U (W/m ² K)	1.23	0.28	0.16
<p>Спољашњи зид 2</p> <p>External wall 2</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>армирани бетон 15 cm, термоизолација 5 cm (хераклит), фасадна опека 12cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>concrete 15cm, thermal insulation 5cm (wood-cement board), facade brick 12cm, thermal insulation 10cm, plaster 1cm</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>армирани бетон 15 cm, термоизолација 5cm, фасадна опека 12cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>concrete 15cm, thermal insulation 5cm (wood-cement board), facade brick 12cm, thermal insulation 20cm, plaster 1cm</p>
U (W/m ² K)	0.97	0.27	0.16
<p>Кос кров</p> <p>Pitched roof</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>лим, тер папир, дашчана оплата 2.4 cm, дистанцери 5/20 cm/ термоизолација 20cm, бетонска плоча 16 cm</p> <p>metal sheet, roofing paper, planks 2.4cm, spacers (battens) 5/20cm, thermal insulation 20cm, concrete 16cm</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>лим, тер папир, дашчана оплата 2.4 cm, дистанцери 5/30 cm/ термоизолација 30cm, бетонска плоча 16 cm</p> <p>metal sheet, roofing paper, planks 2.4cm, spacers 5/30cm, thermal insulation 30cm, concrete 16cm</p>
U (W/m ² K)	0.99	0.15	0.11







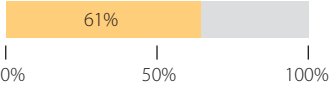
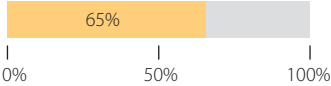
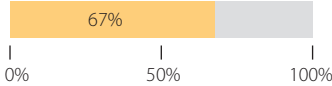
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 3 cm, термоизолација 5 cm, хидроизолација 1 cm, бетонска плоча 10 cm, шљунак 10 cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 3 cm, thermal insulation 5 cm, hydro insulation 1 cm, concrete 10 cm, gravel 10 cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.31	0.31	0.20
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.40	1.40	0.80

Систем грејања зграда – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Уградња новог котла на чврсто гориво, који користи дрвну биомасу.</p> <p>—</p> <p>Installation of new boiler that uses wood biomass as the nergy source.</p>	 <p>Уградња новог котла на чврсто гориво, који користи дрвну биомасу.</p> <p>—</p> <p>Installation of new boiler that uses wood biomass as the nergy source.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>	 <p>0.91</p>	 <p>0.91</p>	 <p>3.0</p>
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>	 <p>0.85</p>	 <p>0.85</p>	 <p>2.88</p>
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Унутрашња расвета — Interior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама. — LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији. — Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
Спољна расвета — Exterior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године. — Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана. — LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
Релативна енергетска уштеда система осветљења [%] — Relative energy savings of lighting system [%]	 <p>61%</p>	 <p>65%</p>	 <p>67%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance

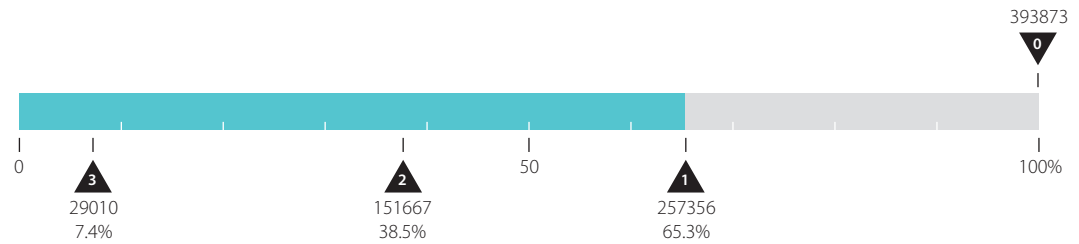


Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance

Финална енергија

Final energy

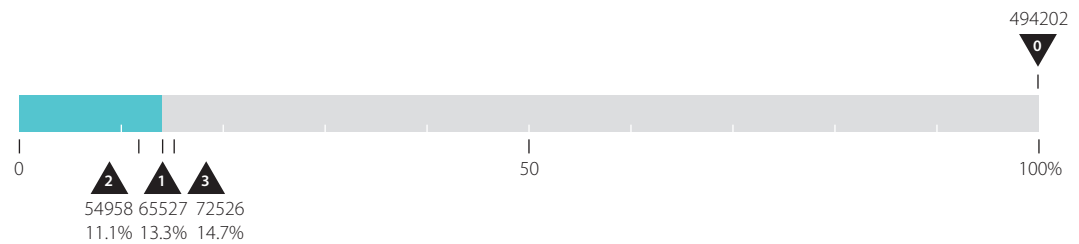
[kWh/a]



Примарна енергија

Primary energy

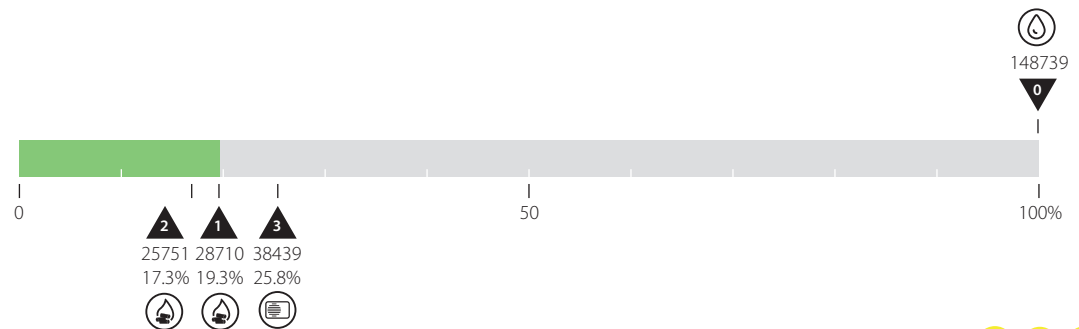
[kWh/a]



Емисија CO₂ након примене грађевинских и термотехничких мера

CO₂ emission after architectural and HVAC improvement

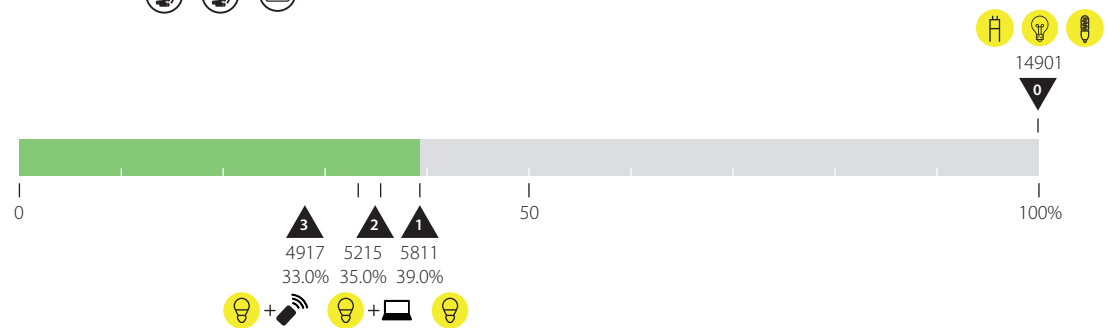
[kg/a]



Емисија CO₂ након унапређења система расвете

CO₂ emission after lighting improvement

[kg/a]



0 полазно стање starting condition

1 најчешће интервенције usual interventions

1 унапређење 1 improvement 1

2 унапређење 2 improvement 2

3 унапређење 3 improvement 3



ЦЗ
СЗ



Предшколска установа површине веће од 2000 m²

Категорија	предшколска установа
Година изградње	1984.
Број етажа	Пр+Пк - П+1+Пк
Површина (m ²) бруто	2325
Површина (m ²) нето грејана	1915
Запремина (m ³) нето грејана	6450

Зграде предшколских установа већег капацитета грађене су током 1970-их и 1980-их као спратни објекти, разуђене геометрије, са јасленим јединицима на спрату а старијим групама и пратећим садржајима у приземљу, са могућношћу изласка у двориште. Кровови су коси, сложене геометрије.

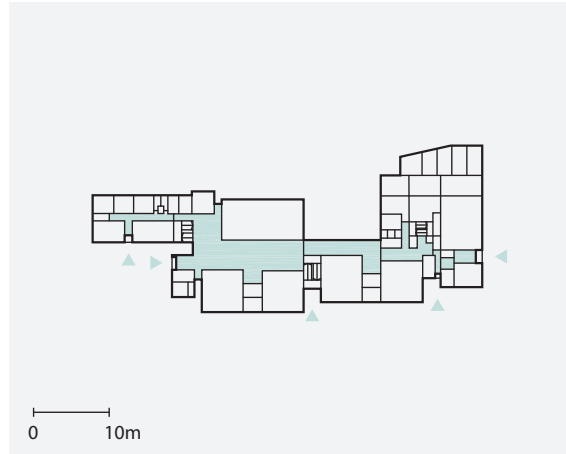
Отвори на смештајним јединицама су у виду прозорских трака које се простиру целом дужином фасадног зида, а захваљујући разуђеној основи обезбеђено је природно осветљење и проветравање свих простора.

Kindergarten with area more than 2000 m²

Category	kindergarten
Year of construction	1984
Number of floors	Gf+1 - Gf+1+Att
Area (m ²) Gross	2325
Area (m ²) Net heated	1915
Volume (m ³) Net heated	6450

High-capacity kindergarten facilities were built in the 1970s and 1980s as two-story buildings with a complex floor plan, in which nursery units are located on the upper floor while the older age units and complementary spaces are on the ground floor, with access to the yard.

The pitched roofs have complex geometry. The ribbon windows cover the entire structural spans, and the complex layout provides natural light and ventilation to all spaces.



Објекат је рађен су у масивном армиранобетонском систему, са бетонским таваницама и дрвеном кровном конструкцијом. Фасадни зидови су махом сендвич конструкције са армираним бетоном, термоизолацијом и фасадном опеком. У склопу косог крова термоизолација је у дебљини рогова (12cm). Прозори су дрвени, једноструки, застакљени двоструким термоизолационим стаклом. Подови су рађени у складу са наменом просторије, на бетонској плочи без термоизолације.

The load bearing structure is a reinforced concrete system with concrete floor slabs and a wooden roof construction. The facade walls are sandwich structures of reinforced concrete, thermal insulation and facade brick. The thickness of the thermal insulation in the pitched roof construction is that of the rafters (12cm). The windows are wooden single sashes with insulating double glazing. The flooring was placed on concrete slabs without thermal insulation, in accordance with the purpose of the space.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
260

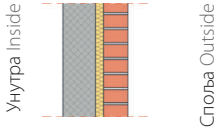
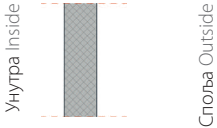
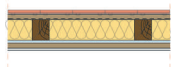

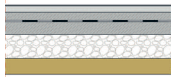
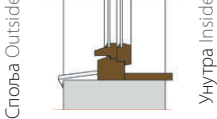
Energy class of building – as designed

$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
195

A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

G

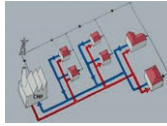
Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

<p>Спољашњи зид — External Wall</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>армирани бетон 16 cm, термоизолација 4cm, фасадна опека 12 cm</p> <p>—</p> <p>concrete 16cm, thermal insulation 4cm, facade brick 12cm</p>	<p>Зид према негрејаном таванском простору — Partition wall to unheated attic</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>армирани бетон 16 cm</p> <p>—</p> <p>concrete 16cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.60</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>3.04</p>
<p>Кос кров — Pitched roof</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>цреп, летве 5/3 cm, тер папир, рогови 12cm /термоизолација 12cm, ПВЦ фолија, летве 5/3 cm, гипс картонске плоче 1.25cm</p> <p>—</p> <p>clay tiles, battens 5/3, roofing paper, wood rafters 12cm, thermal insulation 12cm, PVC sheet, battens 5/3, gypsum board 1.25cm</p>	<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног таванског простора — Floor construction to unheated attic</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>армирани бетон 20 cm</p> <p>—</p> <p>concrete 20cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.40</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>3.50</p>
<p>Под на тлу — Ground floor</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>линолеум 0,2 cm, цементна кошуљица 4cm, бетонска плоча 5 cm, хидроизолација, армирано бетонска плоча 8 cm, шљунак 15 cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>linoleum 0.2 cm, cement screed 4 cm, concrete 5cm, hydro insulation, concrete 8cm, gravel 15 cm, rammed earth</p>	<p>Прозори — Windows</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>дрвени једноструки са двоструким стаклом</p> <p>—</p> <p>wooden singleframe with double glazing</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.38</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>3.10</p>

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

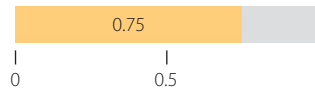
Систем загревања просторија
—
Heating system



Систем централног грејања са радијаторима као грејним телима. Зграда је повезана на систем даљинског грејања, а у топлани се као основно гориво користи природни гас.

The central hydronic heating system with radiators is installed. Building is connected to district heating system, with thermal plant using natural gas as primary energy source.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



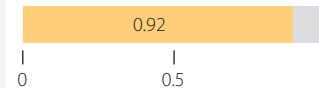
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Санитарна топла вода се припрема у електричним бојлерима.

Domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



Према постојећем стању мањи део објекта покривен је инкадесцентним осветљењем, а већи флуоресцентним осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

Smaller part of the kindergarten is lightened with incandescent lighting and bigger part with fluorescent lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице
—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



У зградама овог типа смештене су комбиноване дечије установе већег капацитета, најчешће предвиђене за групе свих узраста и са бројним пратећим садржајима. Објекти су разуђене основе, спратности П+1, ређе П+2.

Преовлађују скелетни армиранобетонски конструктивни склоп и коси кровови, мада су приметна одступања појединих конструктивних елемената у односу на основни типски објекат. Фасадни зидови су различити сколови „сендвич“ конструкције. Прозори су махом у виду прозорских трака, дрвени, двоструки. Већина елемената термичког омотача је изолована, супстандардно према данашњим прописима.

The facilities of this type accommodate combined childcare institutions of high capacity, most often with groups of all ages and numerous complementary contents. The buildings have a complex floor plan and usually one or, more seldom, two levels above the ground floor.

The predominant load-bearing structure is in the reinforced concrete frame system with a pitched roof although certain structural elements show noticeable variations in relation to the basic type. The facade was done in various “sandwich wall” structures. The windows are mainly in the form of ribbons, with wooden double sashes. Most of the thermal envelope elements have insulation layers, the thickness of which is substandard according to the current regulations.

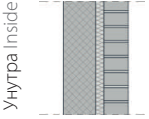
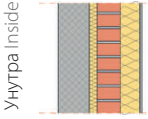
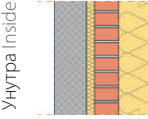
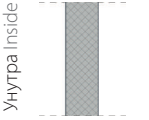
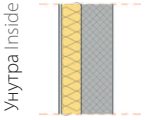
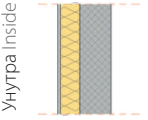

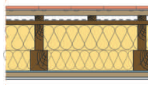
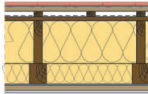
Затечено стање — Existing state

Претходна унапређења — Previous improvements	Уградња нових прозора од ПВЦ профила са двослојним изолационим стакло-пакетом. — Installation of new PVC windows with double glazing.
---	---


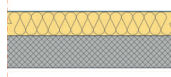

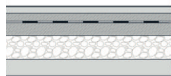
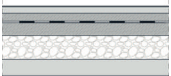
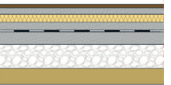
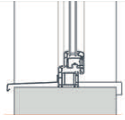
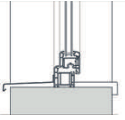
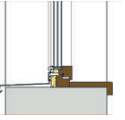
Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1 — Improvement 1	Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). — Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).
Унапређење 2 — Improvement 2	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање унутрашњих зидова ка негрејаном простору. Изоловање косог крова уз делимичну реконструкцију слојева са спољашње стране. Изоловање међусpratне конструкције испод негрејаног простора преко постојећих слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). — Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of interior walls to unheated area. Exterior insulation of pitched roof structure with partial layer reconstruction. Insulation of floor structure to unheated attic over existing layers. Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).
Унапређење 3 — Improvement 3	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање унутрашњих зидова ка негрејаном простору. Изоловање косог крова уз делимичну реконструкцију слојева са спољашње стране. Изоловање међусpratне конструкције испод негрејаног простора преко постојећих слојева. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). — Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of interior walls to unheated area. Exterior insulation of pitched roof structure with partial layer reconstruction. Insulation of floor structure to unheated attic over existing layers. Insulation of ground floor with partial layer reconstruction. Installation of new composite windows and entrance doors with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).

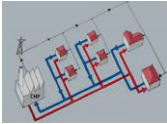
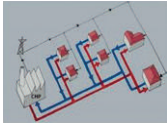



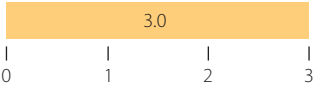


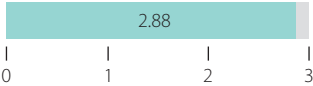


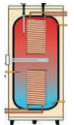
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид</p> <p>External wall</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>армирани бетон 16 cm, термоизолација 4cm, фасадна опека 12 cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>concrete 16cm, thermal insulation 4cm, facade brick 12cm, thermal insulation 10, plaster 1cm</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>армирани бетон 16 cm, термоизолација 4cm, фасадна опека 12 cm, термоизолација 20 cm, малтер 1 cm</p> <p>concrete 16cm, thermal insulation 4cm, facade brick 12cm, thermal insulation 20, plaster 1cm</p>
U (W/m ² K)	0.60	0.23	0.14
	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Зид према негрејаном таванском простору</p> <p>Partition wall to unheated attic</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција/ термоизолација 10 cm, армирани бетон 16 cm</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure/ thermal insulation 10 cm, concrete 16 cm</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>гипс картонска плоча 1.25 cm, потконструкција/ термоизолација 10 cm, армирани бетон 16 cm</p> <p>gypsum board 1.25 cm, substructure/thermal insulation 10 cm, concrete 16 cm</p>
U (W/m ² K)	3.04	0.32	0.32
	Споља Outside	Споља Outside	Споља Outside
<p>Кос кров</p> <p>Pitched roof</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>цреп, летве 2x5/3 cm, тер папир, дашчана оплата 2.4 cm, дистанцери 5/15 cm/ термоизолација 15 cm, рогови 12 cm/ термоизолација 12cm, ПВЦ фолија, летве 5/3 cm, гипс картонске плоче 1.25 cm</p> <p>clay tiles, battens 2x5/3 cm, roofing paper, planks 2.4cm, wood spacers 5/15, thermal insulation 15cm, wood rafters 12cm, thermal insulation 12cm, PVC sheet, battens 5/3, gypsum board 1.25cm</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>цреп, летве 2x5/3 cm, тер папир, дашчана оплата 2.4 cm, дистанцери 5/25 cm/ термоизолација 25 cm, рогови 12 cm/ термоизолација 12cm, ПВЦ фолија, летве 5/3 cm, гипс картонске плоче 1.25 cm</p> <p>clay tiles, battens 2x5/3 cm, roofing paper, planks 2.4cm, wood spacers 5/25, thermal insulation 25cm, wood rafters 12cm, thermal insulation 12cm, PVC sheet, battens 5/3, gypsum board 1.25cm</p>
U (W/m ² K)	0.40	0.20	0.14







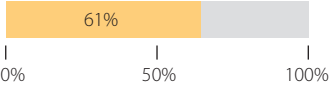
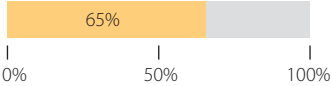
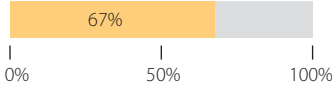
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Међуспратна конструкција испод негрејаног таванског простора</p> <p>—</p> <p>Floor structure to unheated attic</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 15 cm, армирани бетон 20 cm</p> <p>—</p> <p>PE foil, thermal insulation 15cm, concrete 20cm</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПЕ фолија, термоизолација 25 cm, армирани бетон 20 cm</p> <p>—</p> <p>PE foil, thermal insulation 25cm, concrete 20cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	3.50	0.23	0.14
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, термоизолација 5 cm, бетонска плоча 5 cm, хидроизолација, армирано бетонска плоча 8 cm, шљунак 15 cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.4 cm, cement screed 4 cm, thermal insulation 5cm, concrete 5cm, hydro insulation, concrete 8 cm, gravel 15 cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.38	0.38	0.23
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.40	1.40	0.80

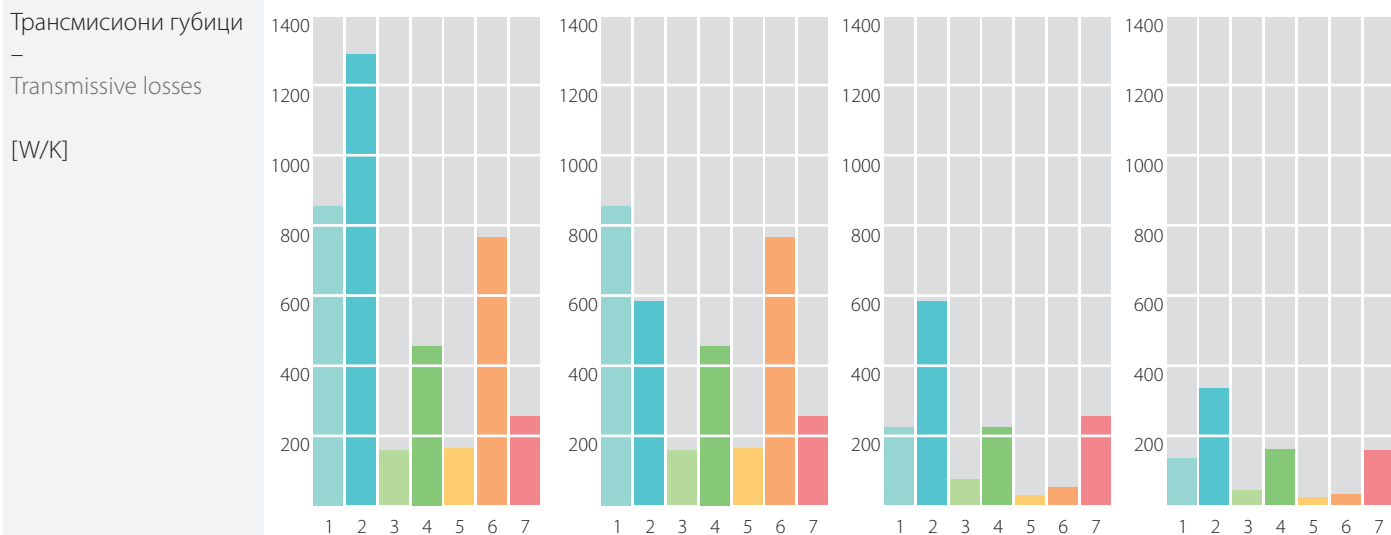
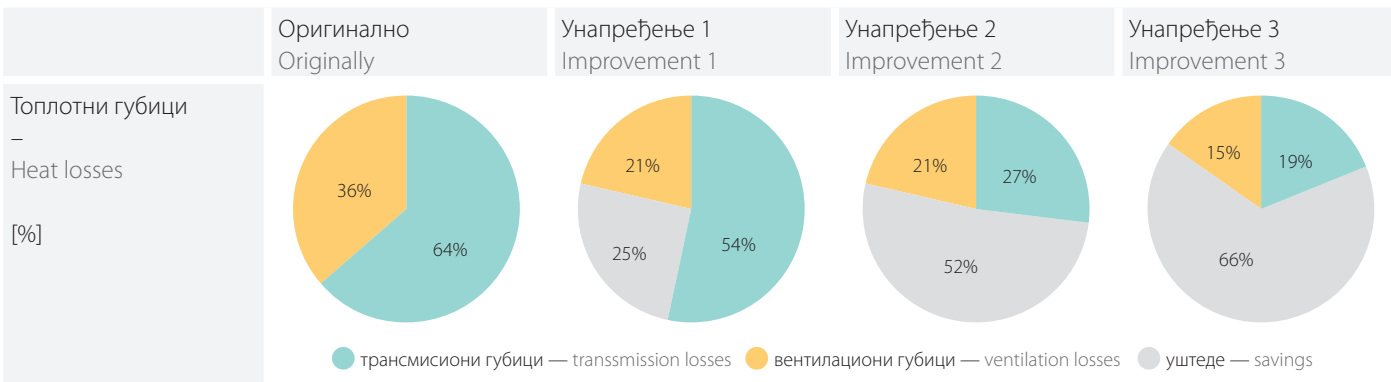
Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлани.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating with natural gas fired plant.</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлани.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating with natural gas fired plant.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>	 <p>0.92</p>	 <p>0.92</p>	 <p>3.0</p>
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>	 <p>0.75</p>	 <p>0.75</p>	 <p>2.88</p>
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

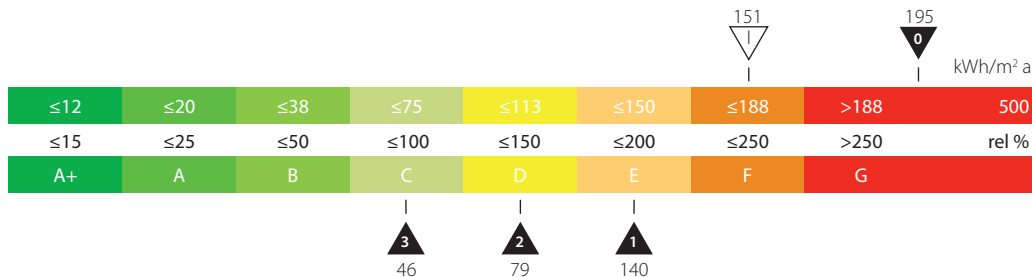
	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Унутрашња расвета — Interior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама. — LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији. — Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
Спољна расвета — Exterior lighting	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем. — Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године. — Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана. — LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
Релативна енергетска уштеда система осветљења [%] — Relative energy savings of lighting system [%]	 <p>61%</p>	 <p>65%</p>	 <p>67%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance



1- спољашњи зид, 2- прозори, 3- врата, 4- кос кров, 5- зид према негрејаном тавану, 6- међуспратна конструкција испод негрејаног тавана, 7- под на тлу — 1- external wall, 2- windows, 3- doors, 4- pitched roof, 5- wall to unheated attic, 6- floor structure to unheated attic, 7- ground floor

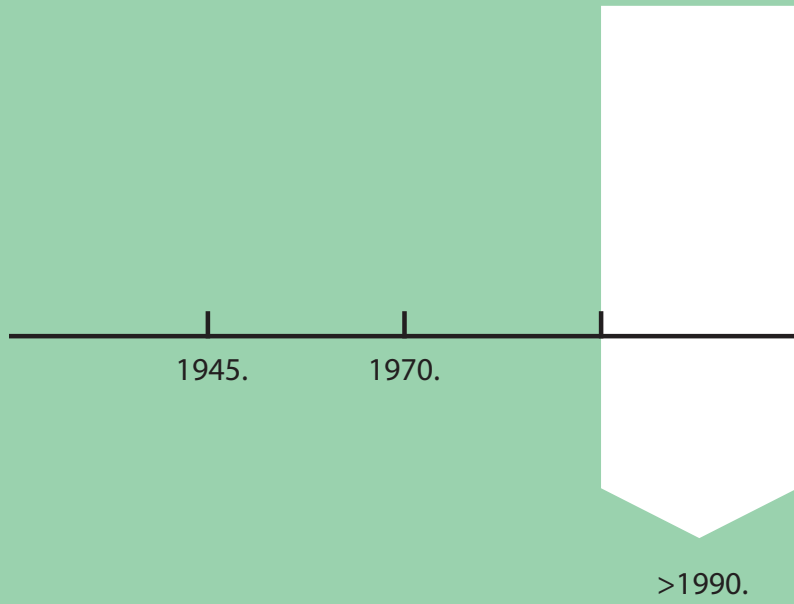
Специфична годишња потребна енергија за грејање
–
Specific Heating Energy demand per year
[kWh/m²a]



Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance



0 полазно стање / starting condition
 1 најчешће интервенције / usual interventions
 1 унапређење 1 / improvement 1
 2 унапређење 2 / improvement 2
 3 унапређење 3 / improvement 3



Д

период после 1991.

D

period after 1991



D2
D2



Предшколска установа површине 500-2000 m²

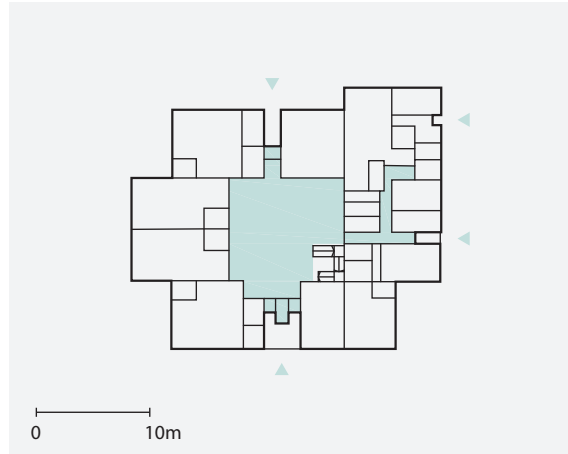
Категорија	предшколска установа
Година изградње	2012.
Број етажа	Пр+1
Површина (m ²) бруто	1590
Површина (m ²) нето грејана	1450
Запремина (m ³) нето грејана	5350

Зграда предшколске установе новијег датума има приземље и повучени спрат. Осим осам смештајних јединица, у објекту се налазе и остали комплементарни садржаји предвиђени за комбиноване дечије установе овог типа. Старије групе, смештене у приземљу, имају директан излаз у двориште. Кровови су равни, непроходни. Отвори су вишеделни, великих димензија.

Kindergarten with area 500-2000 m²

Category	kindergarten
Year of construction	2012
Number of floors	Gf+1
Area (m ²) Gross	1590
Area (m ²) Net heated	1450
Volume (m ³) Net heated	5350

The kindergarten building of a recent date has a recessed upper level over the ground floor. In addition to the eight accommodation units, the building has other complementary spaces that belong to combined child-care facilities of this type. Older age group units, located on the ground floor, have direct access to the yard. The roofs are flat structures and the windows are large, multi sashed.



Објекат је рађен су у скелетном армиранобетонском систему, са таваницама од пуних бетонских плоча. Фасадни зидови су сендвич конструкције (гитер блок, термоизолација и пуна опека), обострано малтерисани. Непроходан раван кров има XPS термоизолацију дебљине 12cm. Фасадна столарија је комбинација пластифицираног алуминијума и дрвета, застакљена двоструким термоизолационим стаклом. Подови су рађени на бетонској плочи са термоизолационим слојем.

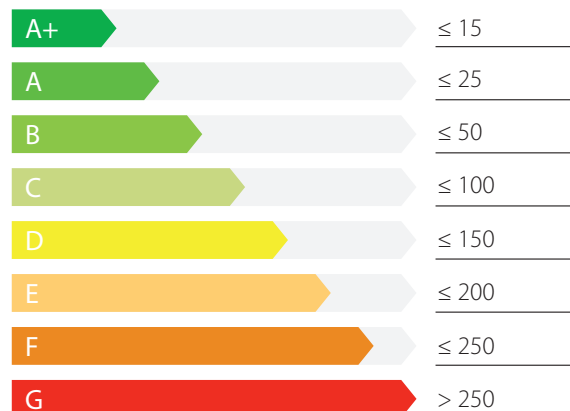
The load bearing structure is in the reinforced concrete frame system and concrete slabs. The facade walls are sandwich structures (hollow block, thermal insulation and full brick), plastered on both sides. The flat roof has 12cm XPS thermal insulation. The facade window frames are a combination of plasticized aluminium and wood with insulating double glazing. The flooring is placed on the concrete slab with a thermal insulation layer.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
110

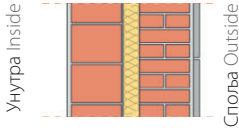
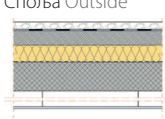
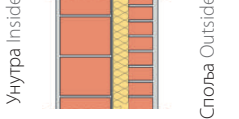
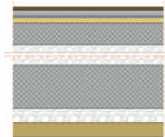
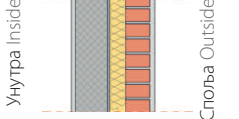
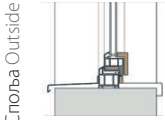
Energy class of building – as designed

$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
82



D

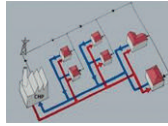
Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

<p>Спољашњи зид 1 — External Wall 1</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, гитер блок 25 cm, алуминијумска фолија, термоизолација 8 cm, опека 25cm, малтер 2cm, камене плоче 3cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, clay block 25 cm, Al sheet, thermal insulation 8cm, brick 25cm, plaster 2cm, stone tiles 3cm</p>	<p>Раван кров — Flat roof</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>шљунак 5 cm, хидроизолација 1 cm, лаки бетон за пад 3-30cm, термоизолација 12 cm, битуменска трака са ал. фолијом, армиранобетонска плоча 20 cm, ваздушни простор 40 cm, гипскартонска плоча 1.25 cm</p> <p>—</p> <p>gravel 5cm, hydroinsulation layer 1cm, lightweight concrete to fall 3-30cm, thermal insulation 12cm, vapour control layer (bituminous sheet with Aluminum), concrete slab 20cm, air space 40 cm, gypsum board 1.25cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.30</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.25</p>
<p>Спољашњи зид 2 — External wall 2</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, гитер блок 25 cm, алуминијумска фолија, термоизолација 8cm, опека 12cm, малтер 2.5cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, clay block 25cm, Al sheet, thermal insulation 8cm, brick 12cm, plaster 2.5cm</p>	<p>Под на тлу — Ground floor</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, ПВЦ фолија, термоизолација 4 cm, армирано бетонска плоча 15 cm, шљунак 95cm армирано бетонска плоча 30 cm, шљунак 15cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 4cm, PVC foil, thermal insulation 4cm, concrete 15cm, gravel 95cm, concrete 30cm, gravel 15cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.32</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.20</p>
<p>Спољашњи зид 3 — External wall 3</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, армирани бетон 16 cm, алуминијумска фолија, термоизолација 8cm, опека 12cm, малтер 2.5cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, concrete 16cm, Al sheet, thermal insulation 8cm, brick 12cm, plaster 2.5cm</p>	<p>Прозори — Windows</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>једноструки алуминијум-дрво прозор застакљен двослојним стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>aluminium-wood composite single-frame, double-glazed window</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.35</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>2.90</p>

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

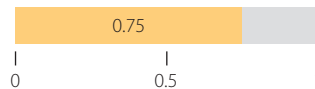
Систем загревања просторија
—
Heating system



У изворном стању, вртић се загревао системом централног грејања, са котлом на течном гориву. Касније је систем за грејање повезан на топлану која као извор топлоте користи природни гас.

Originally, central heating system with liquid fuel fired boiler was used for heating. Later on, the same heating system was connected to district heating system with natural gas fired plant.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



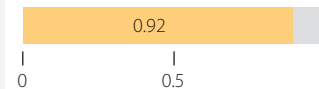
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Санитарна топла вода се припрема у електричним бојлерима.

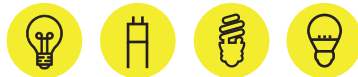
Domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



Највећи део вртића је покривен флуоресцентним осветљењем а мањи делови инкадесцентним осветљењем, CFL осветљењем и LED осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

The bigger part of the kindergarten is lightened with fluorescent lighting and smaller part is lightened with incandescent lighting, CFL lighting and LED lighting. No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице и метал халогене сијалице.

Mercury vapor bulbs and metal halogen bulbs.

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Зграде предшколских установа новијег датума карактерише савремени архитектонски израз, као и формирање и груписање функционалних склопова у складу са актуелним пројектантским постулатима из ове области. Објекти обично садрже 8-10 јединица са свим комплементарним садржајима. Јединице се нижу у трактовима, а габарити су разуђени што омогућава природно осветљење и вентилацију свих простора.

Преовлађује скелетни армиранобетонски склоп, док су фасадни зидови „сендвич“ конструкције са термоизолационим слојем. Прозори су једноструки, застакљени термоизолационим стаклом.

The preschool facilities of a recent date of construction are characterized by a contemporary architectural expression as well as the formation and grouping of functional units in accordance with the current design concepts in the given field. The buildings typically contain 8-10 units with all complementary contents. The units form a series of volumes with the complexity of layout that provides natural lighting and ventilation of all spaces.

The predominant load-bearing structure is in the reinforced concrete frame system, while the facade walls are “sandwich” structures with a thermal insulation layer. The windows are single-framed thermally insulated glass units.

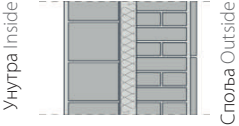
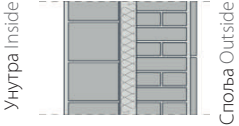
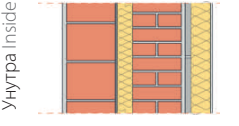


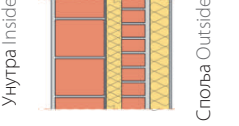
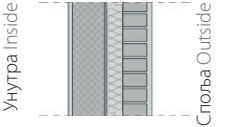
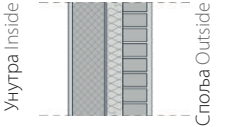
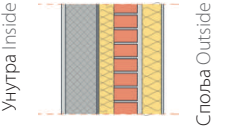
Затечено стање — Existing state

Претходна
унапређења
—
Previous improvements

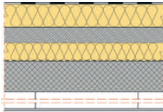
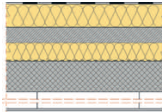
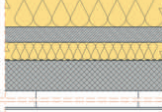
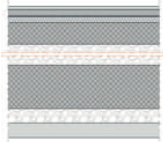
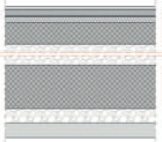
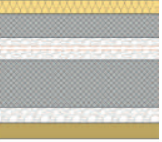
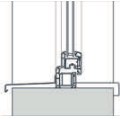
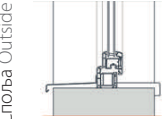
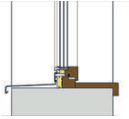
Опис унапређења — Improvement measures description

<p>Унапређење 1 — Improvement 1</p>	<p>Изоловање равног крова уз минималну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). — Insulation of flat roof structure with minor layer reconstruction. Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness).</p>
<p>Унапређење 2 — Improvement 2</p>	<p>Изоловање равног крова уз минималну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од ПВЦ профила са двослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (средња заптивеност). Планиране мере се поклапају са мерама из унапређења 1. — Insulation of flat roof structure with minor layer reconstruction. Installation of new PVC windows and entrance doors with double-glazed low-emissivity glass unit (mid-range air-tightness). Proposed measures are in line with improvement 1 interventions.</p>
<p>Унапређење 3 — Improvement 3</p>	<p>Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање равног крова уз минималну реконструкцију слојева. Изоловање пода на тлу уз делимичну реконструкцију слојева. Уградња нових прозора и улазних врата од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). — Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of flat roof structure with minor layer reconstruction. Insulation of ground floor, with partial layer reconstruction. Installation of new composite windows and entrance doors with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).</p>

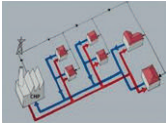
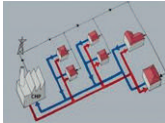


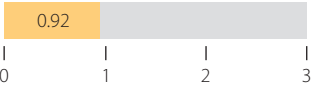
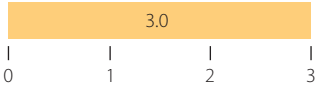

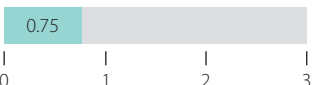
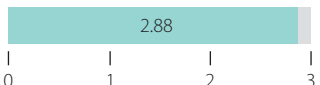


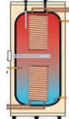
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
Спољашњи зид 1 — External wall 1	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, гитер блок 25 cm, алуминијумска фолија, термоизолација 8 cm, опека 25cm, малтер 2cm, камене плоче 3cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, clay block 25 cm, Al sheet, thermal insulation 8cm, brick 25cm, plaster 2cm, stone tiles 3cm, thermal insulation 10cm, plaster 1</p>
U (W/m ² K)	0.30	0.30	0.16
Спољашњи зид 2 — External wall 2	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, гитер блок 25 cm, алуминијумска фолија, термоизолација 8 cm, опека 12cm, малтер 2.5cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, clay block 25cm, Al sheet, thermal insulation 8cm, brick 12cm, plaster 2.5cm, thermal insulation 10cm, plaster 1cm</p>
U (W/m ² K)	0.32	0.32	0.17
Спољашњи зид 3 — External wall 3	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА — NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2cm, армирани бетон 16 cm, алуминијумска фолија, термоизолација 8 cm, опека 12cm, малтер 2.5cm, термоизолација 10 cm, малтер 1 cm</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, concrete 16cm, Al sheet, thermal insulation 8cm, brick 12cm, plaster 2.5cm, thermal insulation 10cm, plaster 1cm</p>
U (W/m ² K)	0.35	0.35	0.18







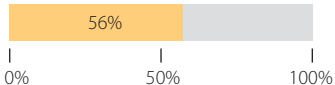
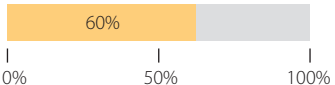
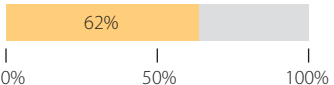
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Раван кров</p> <p>—</p> <p>Flat roof</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>хидроизолациона мембрана, термоизолација 15 cm, лаки бетон за пад 3-30cm, термоизолација 12 cm, битуменска трака са ал. фолијом, армиранобетонска плоча 20 cm, ваздушни простор 40 cm, гипскартонска плоча 1.25 cm</p> <p>—</p> <p>hydroinsulation membrane, thermal insulation 15cm, lightweight concrete to fall 3-30cm, thermal insulation 12cm, vapour control layer (bituminous sheet with Aluminum), concrete slab 20cm, air space 40 cm, gypsum board 1.25cm</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>хидроизолациона мембрана, термоизолација 15 cm, лаки бетон за пад 3-30cm, термоизолација 12 cm, битуменска трака са ал. фолијом, армиранобетонска плоча 20 cm, ваздушни простор 40 cm, гипскартонска плоча 1.25 cm</p> <p>—</p> <p>hydroinsulation membrane, thermal insulation 15cm, lightweight concrete to fall 3-30cm, thermal insulation 12cm, vapour control layer (bituminous sheet with Aluminum), concrete slab 20cm, air space 40 cm, gypsum board 1.25cm</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>хидроизолациона мембрана, термоизолација 20 cm, лаки бетон за пад 3-30cm, термоизолација 12 cm, битуменска трака са ал. фолијом, армиранобетонска плоча 20 cm, ваздушни простор 40 cm, гипскартонска плоча 1.25 cm</p> <p>—</p> <p>hydroinsulation membrane, thermal insulation 20cm, lightweight concrete to fall 3-30cm, thermal insulation 12cm, vapour control layer (bituminous sheet with Aluminum), concrete slab 20cm, air space 40 cm, gypsum board 1.25cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.13	0.13	0.11
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>паркет 2.2 cm, цементна кошуљица 4 cm, ПВЦ фолија, термоизолација 9 cm, армирано бетонска плоча 15 cm, шљунак 95cm, армирано бетонска плоча 30 cm, шљунак 15cm, набијена земља</p> <p>—</p> <p>parquet 2.2 cm, cement screed 4cm, PVC foil, thermal insulation 9cm, concrete 15cm, gravel 95cm, concrete 30cm, gravel 15cm, rammed earth</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.20	0.20	0.16
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>"PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling"</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>ПВЦ са двослојним нискоемисионим стакло пакетом</p> <p>—</p> <p>PVC, double glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.40	1.40	0.80

Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating with natural gas fired plant.</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating with natural gas fired plant.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>	 <p>0.92</p>	 <p>0.92</p>	 <p>3.0</p>
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>	 <p>0.75</p>	 <p>0.75</p>	 <p>2.88</p>
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Унутрашња расвета</p> <p>—</p> <p>Interior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем.</p> <p>—</p> <p>Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама.</p> <p>—</p> <p>LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији.</p> <p>—</p> <p>Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
<p>Спољна расвета</p> <p>—</p> <p>Exterior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем.</p> <p>—</p> <p>Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године.</p> <p>—</p> <p>Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана.</p> <p>—</p> <p>LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
<p>Релативна енергетска уштеда система осветљења [%]</p> <p>—</p> <p>Relative energy savings of lighting system [%]</p>	 <p>56%</p>	 <p>60%</p>	 <p>62%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance



Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance





ДЗ
D3



Предшколска установа површине веће од 2000 m²

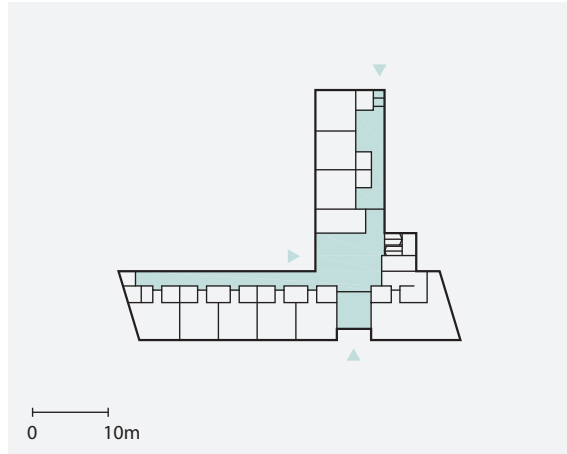
Категорија	предшколска установа
Година изградње	2015.
Број етажа	Пр+1
Површина (m ²) бруто	2470
Површина (m ²) нето грејана	2165
Запремина (m ³) нето грејана	7105

Слободностојећи спратни објекат предшколске установе формирају два функционална тракта, постављена према захтеваној оријентацији за ову врсту објеката (просторије у којима бораве деца су јужне оријентације), која се сучељавају у централном делу објекта. Функционална концепција објекта базирана је на организационој шеми груписања садржаја сродних намена и диференцијацији намена по нивоима. Јаслене и млађе вртићке групе су на спрату, док су старије вртићке групе у приземљу са могућношћу изласка у двориште. Кровови су равни, непроходни. Отвори су у виду прозорских трака и зид завесе.

Kindergarten with area more than 2000 m²

Category	kindergarten
Year of construction	2015
Number of floors	Gf+1
Area (m ²) Gross	2470
Area (m ²) Net heated	2165
Volume (m ³) Net heated	7105

The freestanding two-story kindergarten facility is formed by two functional volumes, positioned according to the requirements for this type of buildings (the rooms occupied by children should be south oriented) and joined at the central segment. The functional concept of the facility is based on the organizational scheme that requires grouping the contents of related purposes and differentiating the purposes by levels. The nursery and younger age units are on the upper floor, while the older age groups are located on the ground level and have access to the yard. The roofs are flat constructions. The facade openings are in the form of ribbon windows and curtain walls.



Конструкција објекта је армиранобетонска са зидним платнима и пуним таваничним плочама. Фасадни зидови су "сендвич" конструкције (гитер блок 20cm, термоизолација 20cm и опека 12cm), обострано малтерисани. Сви елементи термичког омотача урађени су у складу са актуелним прописима из области термичке заштите. Фасадна столарија је алуминијумска са побољшаним термопрекидом и нискоемисионим двоструким термоизолационим стаклом.

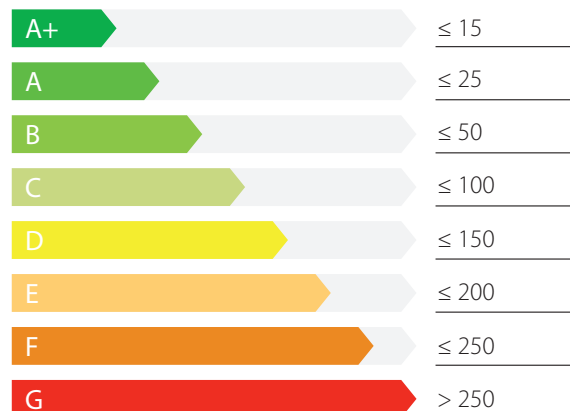
The load bearing structure is in the reinforced concrete system with side walls and full concrete slabs. The facade walls are sandwich structures (20cm hollow block, 20cm thermal insulation and 12cm brick), plastered on both sides. All elements of the thermal envelope comply with the current thermal protection regulations. The facade openings have aluminium frames with an improved thermal break and low-emission insulating double glass units.

Енергетски разред објекта – пројектовано стање

$Q_{H,nd,rel}$ [%]
69

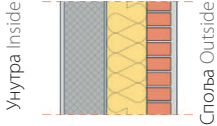
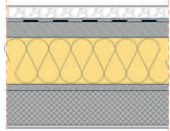
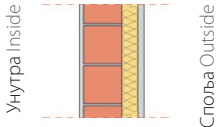
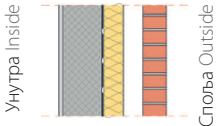
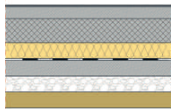
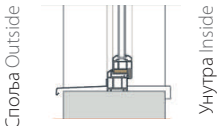
Energy class of building – as designed

$Q_{H,nd}$ [kWh/(m²a)]
52



C

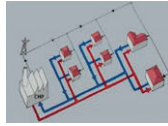
Склопови термичког омотача – постојеће стање — Elements of the thermal envelope – existing

<p>Спољашњи зид — External Wall</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 см, армирани бетон 20 см, ПЕ фолија, термоизолација 20 см, опека 12см, малтер 3 см</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, concrete 20cm, PE foil, thermal insulation 20cm, brick 12cm, plaster 3cm</p>	<p>Раван кров — Flat roof</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>шљунак 8 см, ПЕ фолија, хидроизолациона мембрана, лако армирани бетон за пад 3-30см, термоизолација 30 см, цементна кошуљица 4 см, армиранобетонска плоча 22 см, малтер 2 см</p> <p>—</p> <p>gravel 8cm, PE foil, hydroinsulation membrane, lightweight concrete to fall 3-30cm, thermal insulation 30cm, cement screed 4cm, concrete slab 22cm, plaster 2cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.15</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.12</p>
<p>Зид ка негрејаном простору — Wall to unheated area</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 см, шупљи блок 19 см, термоизолација 8 см, малтер 3 см</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, hollow clay block 19cm, thermal insulation 8cm, plaster 3cm</p>	<p>Зид у тлу — Ground floor</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 см, армирани бетон 20 см, хидроизолација 1 см, термоизолација 10 см, ваздух 10 см, опека 12 см</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, concrete 20cm, waterproof membrane 1cm, thermal insulation 10cm, air space 10 cm, brick 12 cm</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.32</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.22</p>
<p>Под на тлу — Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>каучук 0.2 см, слој за изравнање 0.3 см, цементна кошуљица 7.5 см, армирано бетонска плоча 15 см, термоизолација 10 см, хидроизолација 1 см, бетонска плоча 10 см, шљунак 10 см, набијена земља</p> <p>—</p> <p>rubber flooring 0.2 cm, leveling layer, cement screed 7.5cm, concrete slab 15cm, thermal insulation 10cm, hydroinsulation 1cm, concrete slab 10cm, gravel 10cm, rammed earth</p>	<p>Прозори — Windows</p>	 <p>Споља Outside</p> <p>Унутра Inside</p> <p>једноструки алуминијумски прозор са побољшаним термичким прекидом застакљен нискоемисионим, двослојним стакло пакетом пуњеним криптоном</p> <p>—</p> <p>aluminium single frame HI profile, double glazed low-E glass unit with inert Krypton gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	<p>0.16</p>	<p>U (W/m²K)</p>	<p>1.20</p>

Термотехнички системи и осветљење – постојеће стање — HVAC and lighting – existing

Систем грејања и припреме топле воде Heating and hot water system

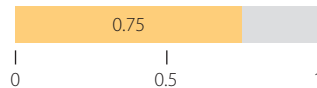
Систем загревања просторија
—
Heating system



Систем централног грејања са радијаторима као грејним телима. Зграда је повезана на систем даљинског грејања, а у топлани се као основно гориво користи природни гас.

—
The central hydronic heating system with radiators is installed. Building is connected to district heating system, with thermal plant using natural gas as primary energy source.

Степен корисности система грејања
—
Heating system efficiency



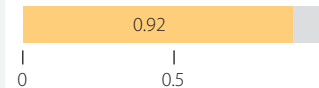
Систем припреме санитарне топле воде
—
Domestic hot water (DHW) preparation system



Санитарна топла вода се припрема у електричним бојлерима.

—
Domestic hot water is prepared using local electric water heaters.

Степен корисности припреме санитарне топле воде
—
DHW preparation efficiency



Систем осветљења Lighting system

Унутрашња расвета
—
Interior lighting



Највећи део вртића је покривен флуоресцентним осветљењем а мањи делови CFL осветљењем. Не постоји аутоматска контрола осветљења.

—
The larger part of the kindergarten is lightened with fluorescent lighting and smaller one with CFL lighting . No automatic lighting control.

Спољна расвета
—
Outdoor lighting



Живине сијалице
—
Mercury vapor bulbs

Слични објекти – представници типа — Similar buildings – type representatives



Комбиноване дечије установе већег капацитета грађене након 1991. године карактерише слободан архитектонски израз и савремен приступ формирању и груписању функционалних склопова. У оквиру ових објеката налази се већи број смештајних јединица са свим пратећим садржајима.

Преовлађује скелетни армиранобетонски систем, често у комбинацији са носећим зидним платнима. Структура и обрада фасадних зидова варирају у складу са архитектонским решењима, али су сви елементи термичког омотача изоловани. Прозори су PVC или алуминијумски са термопрекидом, застакљени двоструким термоизолационим стаклом.

The combined childcare facilities of high capacities built after 1991 are characterized by a free architectural expression and a contemporary approach to the formation and grouping of functional units. These buildings have a substantial number of accommodation units with all necessary complementary contents.

The prevailing load-bearing structure is a reinforced frame system, often in combination with shear walls. The facade wall structure and finishes may vary in accordance with the architectural solutions but all elements of the thermal envelope are insulated. The PVC or aluminium windows are double-glazed insulating units with a thermal break.

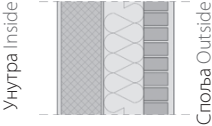
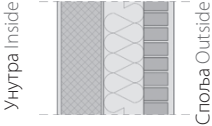
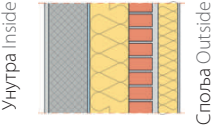
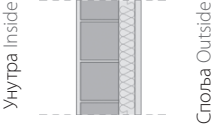
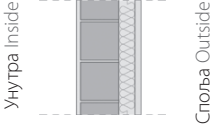
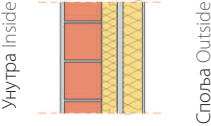
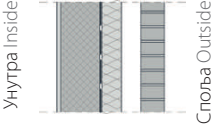
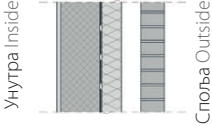
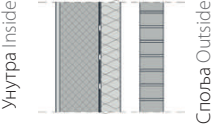
Затечено стање — Existing state

Претходна
унапређења
–
Previous improvements

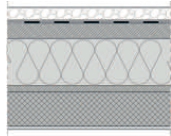
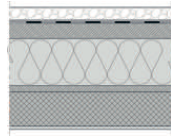
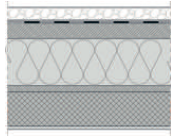
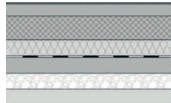
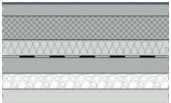
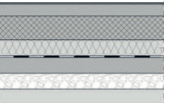
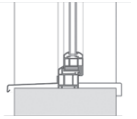
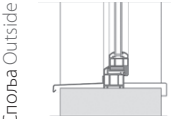
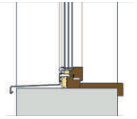
Опис унапређења — Improvement measures description

Унапређење 1 – Improvement 1	Унапређење није планирано. Објект је у складу са правилником. Припада енергетском разреду "С", а позиције омотача су усклађене са вредностима правилника. — Improvement is not specified. Building is in line with rulebook. Energy class is "C", and thermal envelope parts are in line with rulebook values.
Унапређење 2 – Improvement 2	Унапређење није планирано. Објект је у складу са правилником. Припада енергетском разреду "С", а позиције омотача су усклађене са вредностима правилника. — Improvement is not specified. Building is in line with rulebook. Energy class is "C", and thermal envelope parts are in line with rulebook values.
Унапређење 3 – Improvement 3	Изоловање фасадних зидова контактном термоизолационом фасадом. Изоловање унутрашњих зидова ка негрејаном простору. Уградња нових прозора и улазних врата од композитних профила са трослојним изолационим нискоемисионим стакло-пакетом (добра заптивеност). — Insulation of façade walls with a contact façade system. Insulation of interior walls to unheated area. Installation of new composite windows and entrance doors with triple-glazed low-emissivity glass unit (good air-tightness).

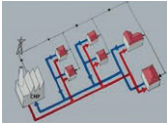
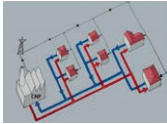

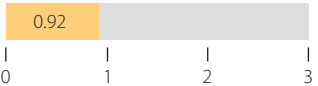
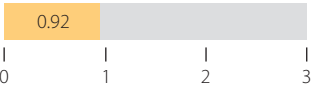
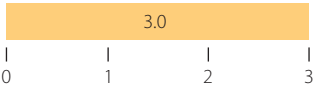


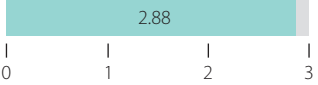


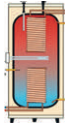
Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Спољашњи зид</p> <p>—</p> <p>External wall</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 см, армирани бетон 20 см, ПЕ фолија, термоизолација 20 см, опека 12 см, малтер 3 см, термоизолација 10 см, малтер 1 см</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, concrete 20cm, PE foil, thermal insulation 20cm, brick 12cm, plaster 3cm, thermal insulation 10cm, plaster 1cm</p>
U (W/m ² K)	0.15	0.15	0.11
<p>Зид ка негрејаном простору</p> <p>—</p> <p>Wall to unheated area</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>малтер 2 см, шупљи блок 19 см, термоизолација 8 см, малтер 3 см, термоизолација 10 см, малтер 1 см</p> <p>—</p> <p>plaster 2cm, hollow clay block 19cm, thermal insulation 8cm, plaster 3cm, thermal insulation 10cm, plaster 1cm</p>
U (W/m ² K)	0.32	0.32	0.17
<p>Зид у тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	 <p>Унутра Inside</p> <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>
U (W/m ² K)	0.22	0.22	0.22








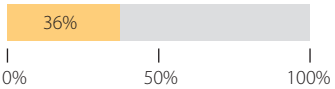

Склопови термичког омотача – унапређења — Elements of the thermal envelope – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Раван кров</p> <p>—</p> <p>Flat roof</p>	<p>Унапређење 1 Improvement 1</p> <p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унапређење 2 Improvement 2</p> <p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унапређење 3 Improvement 3</p> <p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.12	0.12	0.12
<p>Под на тлу</p> <p>—</p> <p>Ground floor</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Унутра Inside</p>  <p>Споља Outside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>
<p>U (W/m²K)</p>	0.16	0.16	0.16
<p>Прозори</p> <p>—</p> <p>Windows</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>НЕМА ИЗМЕНА</p> <p>—</p> <p>NO CHANGES</p>	<p>Споља Outside</p>  <p>Унутра Inside</p> <p>Композитни профил са трослојним нискоемисионим стакло пакетом испуњеним инертним гасом</p> <p>—</p> <p>Composite, triple glazed low-E glass unit, inert gas filling</p>
<p>U (W/m²K)</p>	1.20	1.20	0.80

Систем грејања зграде – унапређења — Heating system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Систем загревања просторија</p> <p>—</p> <p>Heating system</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating with natural gas fired plant.</p>	 <p>Задржан је постојећи систем грејања простора: даљинско грејање с котлом на природни гас у топлини.</p> <p>—</p> <p>The existing heating system is retained: district heating with natural gas fired plant.</p>	 <p>Уградња компресорске топлотне пумпе ваздух/вода са хидромодулом.</p> <p>—</p> <p>Installation of air-source heat pump with hydromodule.</p>
<p>Ефикасност извора топлоте</p> <p>—</p> <p>Heat source efficiency</p>			
<p>Ефикасност система грејања</p> <p>—</p> <p>Heating system efficiency</p>			
<p>Припрема санитарне топле воде</p> <p>—</p> <p>Domestic hot water preparation</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Електрични акумулациони бојлери</p> <p>—</p> <p>Electric water heaters</p>	 <p>Топлотна пумпа ваздух/вода и соларни систем са ПСЕ (када је могуће).</p> <p>—</p> <p>Air-source heat pump and solar panels (when possible).</p>

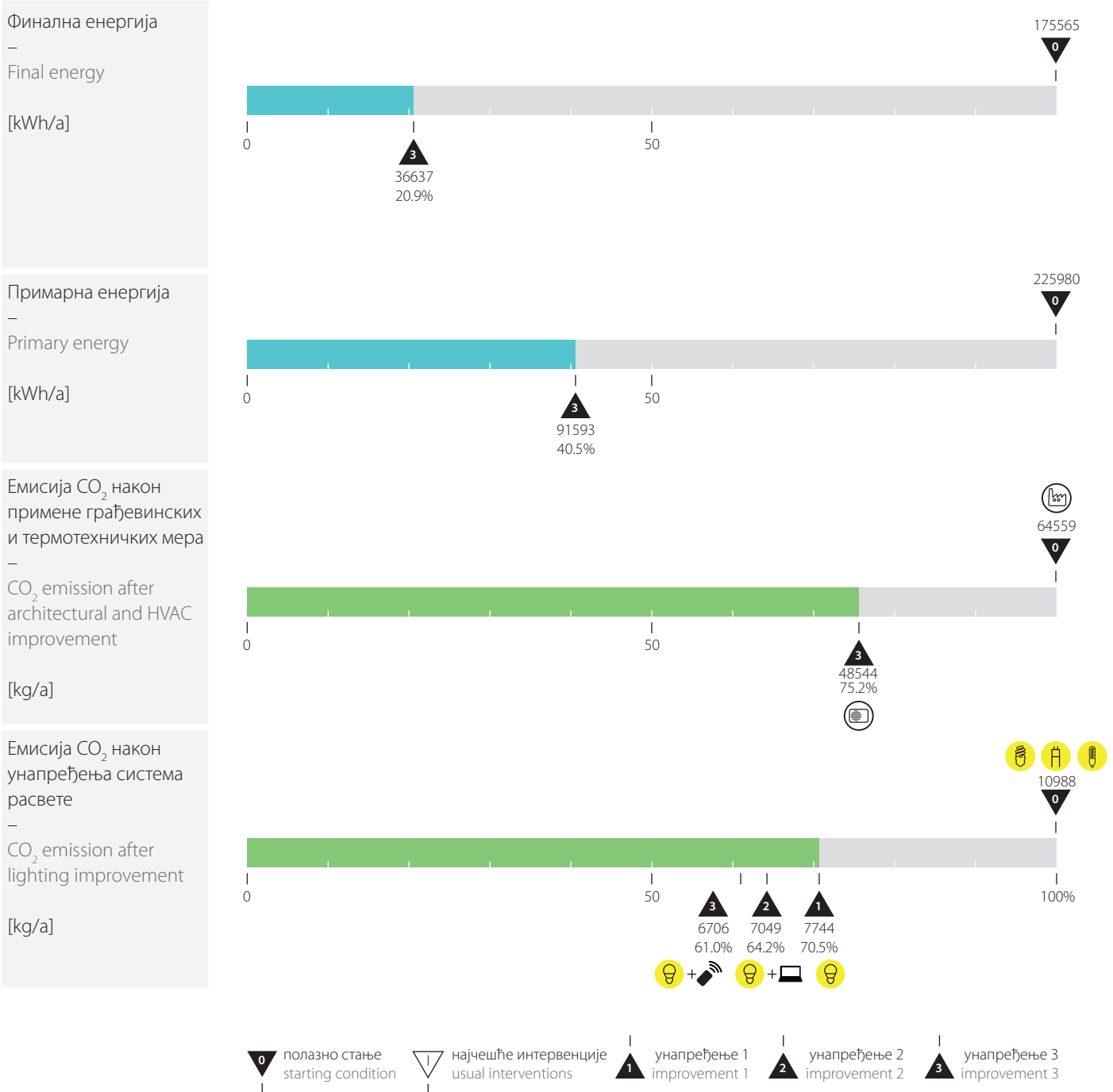
Систем осветљења – унапређења — Lighting system – improvements

	Унапређење 1 Improvement 1	Унапређење 2 Improvement 2	Унапређење 3 Improvement 3
<p>Унутрашња расвета</p> <p>—</p> <p>Interior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем.</p> <p>—</p> <p>Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>LED осветљење са могућношћу централизоване контроле укључености осветљења у појединим просторијама.</p> <p>—</p> <p>LED lighting with the possibility of centralized control of lighting activation in particular classrooms.</p>	 <p>Дисперзовани аутоматизовани систем осветљења који обухвата детекцију присуства људи и могућност прилагођења нивоа осветљења у зависности од доба дана и потреба људи у просторији.</p> <p>—</p> <p>Dispersed automated lighting system that includes the detection of people's presence and the ability to adjust the level of lighting depending on the time of day and the people's needs in the classrooms.</p>
<p>Спољна расвета</p> <p>—</p> <p>Exterior lighting</p>	 <p>Замена постојећег осветљења LED осветљењем.</p> <p>—</p> <p>Replacement of existing lighting with LED lighting.</p>	 <p>Подешавање времена укључивања осветљења у зависности од доба године.</p> <p>—</p> <p>Adjusting the lighting time depending on the time of the year.</p>	 <p>LED осветљење са аутоматском контролом осветљености и димовањем осветљења у зависности од доба дана.</p> <p>—</p> <p>LED lighting with automatic illumination control and lighting dimming depending on the part of the day.</p>
<p>Релативна енергетска уштеда система осветљења [%]</p> <p>—</p> <p>Relative energy savings of lighting system [%]</p>	 <p>30%</p>	 <p>36%</p>	 <p>39%</p>

Унапређење термичког омотача – енергетски биланс — Thermal envelope improvement – energy balance



Унапређење термичког омотача и система грејања – енергетски биланс — Thermal envelope and heating systems improvement – energy balance



ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

- Babić I, Đurišić Ž, Žarković M. (2015) Analysis of impact of building integrated photovoltaic systems on distribution network losses. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, Vol 7/4, 1-13.
- Božić V, Cvetković S, Živković B. (2015) Influence of renewable energy sources on climate change mitigation in the republic of Serbia. *International Scientific Journal „Thermal Science“*, Vol. 19, No 2, 411-424.
- Ignjatović D, Ćuković Ignjatović N, Jovanović Popović M. (2017) Potential for Energy Efficiency and CO2 emission reduction by refurbishment of housing building stock built before 1919 in Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol 26, No. 2, 1201-1209.
- Jovanović R, Sretenović A, Živković B. (2015) Ensemble of various neural networks for prediction of heating energy consumption. *Energy and Buildings*, Vol. 94, 189-199.
- Jovanović R, Sretenović A, Živković B. (2016) Multistage ensemble of feedforward neural networks for prediction of heating energy consumption. *International Scientific Journal „Thermal Science“*, Vol 20, No 4, 1321-1331.
- Jovanović R, Sretenović A. (2015) Various multistage ensembles for prediction of heating energy consumption. *Modeling, Identification and Control*, Vol. 36, No. 2, 119-132.
- Kotur D, Đurišić Ž. (2017) Optimal spatial and temporal demand side management in a power system comprising renewable energy sources. *Renewable Energy*, Vol 108, 533–547.
- Trifunović J, Mikulović J, Đurišić Ž, Đurić M, Kostić M. (2009) Reductions in electricity consumption and power demand in case of the mass use of compact fluorescent lamps. *Energy*, Vol 34, 1355–1363.
- Trifunović J, Mikulović J, Đurišić Ž, Kostić M. (2011) Reductions in electricity losses in the distribution power system in case of the mass use of compact fluorescent lamps. *Electric Power Systems Research*, Vol 81, 465-477.
- Živković B, Jankes G, Novaković V. (2013) Energetska efikasnost u energetici i zgradarstvu kao mera zaštite životne sredine. SANU, *Energetika i životna sredina, Naučni skupovi, Knjiga CXLIII, Beograd*, str. 519-541.

ИЗВОРИ BIBLIOGRAPHY

Jovanović Popović M, Ignjatović D, Radivojević A, Rajčić A, Čuković Ignjatović N, Đukanović Lj, Nedić M. (2013) Nacionalna tipologija stambenih zgrada Srbije/National Typology of Residential Buildings in Serbia. Izdavač: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, GIZ. Beograd.

Jovanović Popović M, Ignjatović D, Radivojević A, Rajčić A, Čuković Ignjatović N, Đukanović Lj, Nedić M. (2013) Atlas višeporodičnih zgrada Srbije/Atlas of Multifamily housing in Serbia. Izdavač: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, GIZ. Beograd.

Jovanović Popović M, Ignjatović D, Radivojević A, Rajčić A, Čuković Ignjatović N, Đukanović Lj, Nedić M. (2012) Atlas porodičnih zgrada Srbije/Atlas of Family housing in Serbia. Izdavač: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, GIZ. Beograd.

EC, Directive 2010/31/EC of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (recast), Official Journal of the European Union 18.06.2010, L 153, 13-35.

EC, Directive 2009/28/EC of the European parliament and of the Council of 23 April 2009 on the Promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directive 2001/77/EC and 2003/77/EC, Official Journal of the European Union 5.06.2009, L 140/16.

EC, Directive 2012/27/EU of the European parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, Official Journal of the European Union 14.11.2012, L 315/1.

EC, Notices from European Union institutions, bodies, offices and agencies (2012) Guidelines accompanying Commission delegated regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2013/10/EC. Official Journal of the European Union 16.01.2012, C115, 1-28.

Pravilnik o energetkoj efikasnosti zgrada ("Sl. glasnik RS", 6p.61/2011) / Ministry of Construction, Transport and Infrastructure of Republic of Serbia (2011) Rulebook on energy efficiency in buildings. The Official Gazette of Republic of Serbia No. 61/2011.

Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada ("Sl. glasnik RS", 6p.69/2012) / Ministry of Construction, Transport and Infrastructure of Republic of Serbia (2012) Rulebook on conditions, content and method of issuing energy performance certificates. The Official Gazette of Republic of Serbia No. 69/2012.

SRPS UJ5.600:1998. Toplotna tehnika u građevinarstvu - TEHNIČKI USLOVI ZA PROJEKTOVANJE I GRAĐENJE ZGRADA

ИНТЕРНЕТ ИЗВОРИ WEB SOURCES

http://www.stat.gov.rs/WebSite/repository/documents/00/02/72/33/16._Obrazovanje.pdf

<http://beta.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/obrazovanje/predskolsko-vaspitanje-i-obrazovanje/>

http://devinfo.stat.gov.rs/SerbiaProfileLauncher/files/profiles/sr/1/DI_Profil_Republika%20Srbija_EURSRB.pdf

<http://osnovneskole.edukacija.rs/drzavni-vrtici>

<http://www.beograd.rs/lat/gradska-vlast/2370-ustanove-decje-zastite/>

CIP - Каталогизација у публикацији -
Народна библиотека Србије, Београд

727.1(497.11)

НАЦИОНАЛНА типологија зграда предшколских установа
Србије / Милица Јовановић Поповић ... [и др.] ; [фотографије
репрезентата типова Срђан Боснић] = National Typology of
Kindergartens in Serbia / Milica Jovanović Popović ... [et al.] ;
[photographs of building type representatives Srđan Bosnić]. -
Germany : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GIZ, 2018 (Београд : Цицеро). - 225 стр. : илустр. ; 22 x 22 cm

Упоредо срп. и енгл. текст. - "Пројекат српско-немачке развојне
сарадње 'Енергетска ефикасност у јавним зградама'" -->
импресум. - Тираж 300. - Напомене и библиографске референце уз
текст. - Библиографија: стр. 224-225.

ISBN 978-86-80390-30-7

1. Ур. ств. насл. 2. Јовановић Поповић, Милица, 1953- [аутор]

а) Предшколске установе (зграде) - Типологија - Србија

COBISS.SR-ID 270979340

Издавач — Published by the

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
2018

