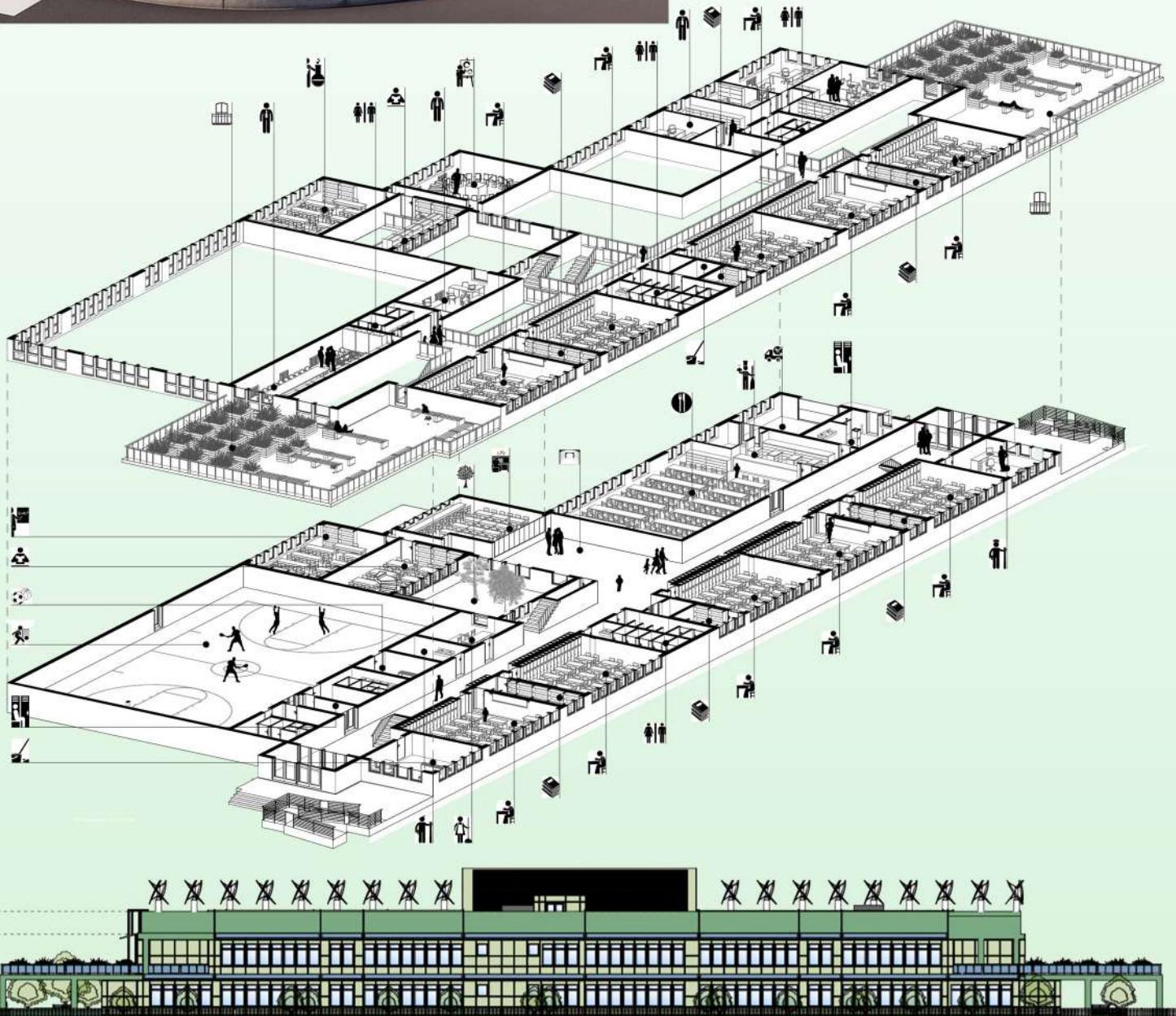


MASTER'S THESIS: ENERGY EFFICIENT SCHOOL IN A SUBURBAN NEIGHBORHOOD JAKA, ILINDEN

YEAR: 2018 / 2019
LOCATION: ILINDEN, N. MACEDONIA
HEIGHT: UNDERGROUND LEVEL + GROUND FLOOR +
+ FIRST FLOOR
PARKING: IN THE UNDERGROUND LEVEL
CONSTRUCTION: REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION
WITH STRUCTURAL STEEL TRUSS

WHEN DESIGNING THE FORM OF THE SCHOOL, THE FOCUS IS ON THE SCHOOL TO HAVE A MORE COMPACT FORM AND TO BE IN CORRELATION WITH THE PLOT, AS WELL AS COMPLIANCE WITH ENERGY EFFICIENT CONDITIONS. TO SATISFY THIS PRIMARY REQUIREMENTS THE BUILDING HAS ALMOST RECTANGULAR SHAPE WITH AN INTERIOR YARD. THE FORM AND THE ENTIRE PROGRAM FOLLOW THE ORTHOGONAL LINEAR CONCEPT OF THE OBJECT, THAT MEANS THAT THE SPACES AND ROOMS ARE LINEAR AND CONTINUES, WITH ACCESS FROM BOTH SIDES AND WITH DIRECTION SOUTHWEST TO NORTHEAST. THE MAIN DIVISION ON THE PROGRAM IS CLEARLY VISIBLE AND IT IS MADE WITH THE MAIN CORRIDOR AS A PRIMARY HORIZONTAL COMMUNICATION. ON THE ONE SIDE OF THE CORRIDOR ARE THE MAIN EDUCATIONAL SPACES, THAT IS THE CLASSROOMS, WHILE ON THE OTHER SIDE ARE THE ACCOMPANYING SPACES LIKE THE SPORTS HALL, THE CANTEEN, THE SCHOOL HALL ETC.



ENERGY EFFICIENT SYSTEMS



FOR THE SCHOOL TO BE ENERGY EFFICIENT, MORE DIFFERENT STRATEGIES AND SYSTEMS ARE USED, SUCH AS: THE LOCATION OF THE BUILDING, THAT WITH ITS FAVORABLE NATURAL CONDITIONS ENSURE APPROPRIATE APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES, LIKE PASSIVE PRINCIPLES; THE COMPACT FORM OF THE CONSTRUCTION REDUCES THE HEAT LOSSES; APPROPRIATE HEAT INSULATION AND REDUCTION OF THERMAL BRIDGES; SUITABLE WINDOWS AS WELL AS PROTECTION FROM OVERHEATING; EFFECTIVE NATURAL VENTILATION SUPPLEMENTED WITH VENTILATION WITH HEAT RECOVERY; HEATING WITH HEAT PUMPS; USING THE SUN'S ENERGY WITH SOLAR PANELS; USING THE RAINWATER THROUGH THE DRAINAGE SYSTEM; USING THE ENERGY OF THE WIND WITH WIND TURBINES ETC.

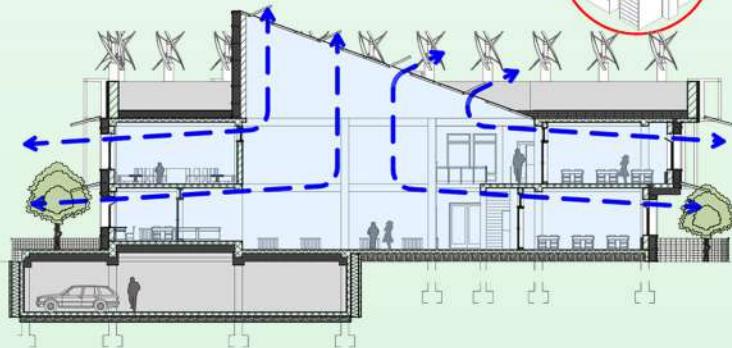
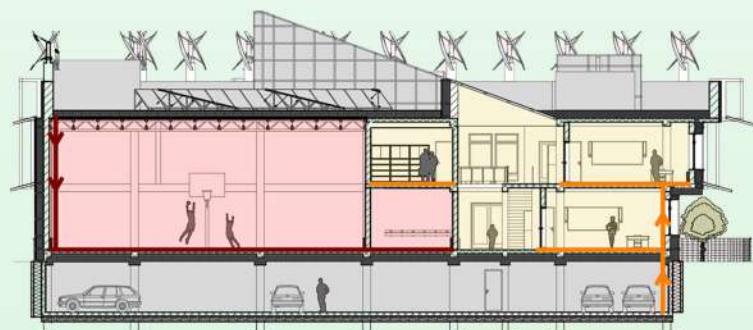
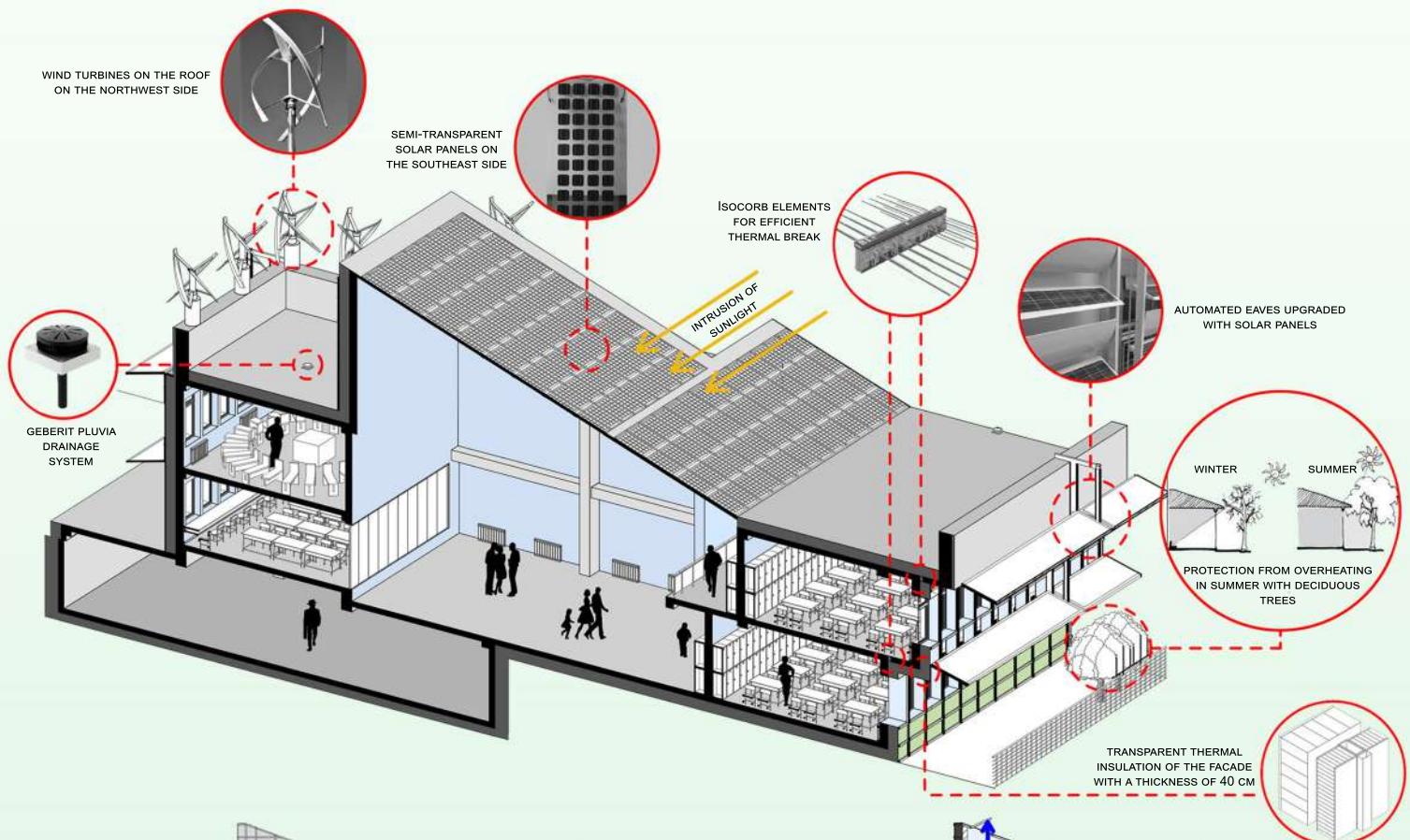


DIAGRAM OF THE SPLIT VENTILATION IN THE SCHOOL:
 - HEATING SYSTEM IN THE SPORTS HALL WITH ENERGY FROM SOLAR PANELS.
 - HEATING SYSTEM IN THE EDUCATIONAL AND OTHER ROOMS WITH A HEAT PUMP.

→ HEATING WITH SOLAR PANELS → HEATING WITH A HEAT PUMP

DIAGRAM OF NATURAL VENTILATION OF THE CLASSROOMS, THE CORRIDOR AND THE HALL IN THE SCHOOL

→ NATURAL AIRFLOW



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“
Архитектонски факултет - Скопје



Тема: Енергетски ефикасен објект – близку
до нула потрошувачка на енергија

Наслов: Енергетско ефикасно училиште во приградска населба Јака, Илинден

Тамара Чорбийќ

Магистерска теза

- теоретски дел -

Скопје, 2018

Тема: Енергетски ефикасен објект – близку до нула потрошувачка на енергија

Наслов: Енергетско ефикасно училиште во приградска населба Јака, Илинден

Кандидат: Тамара Чорбиќ

Ментор: Вонр. проф. д-р Страхиња Трпевски

Комисија за одбрана:

1. Вонр. проф. д-р Ана Тромбева Гаврилоска, претседател
2. Вонр. проф. д-р Михајло Зиноски, член
3. Вонр. проф. д-р Страхиња Трпевски, член

АПСТРАКТ

Овој магистарски труд има за цел да ги задоволи барањата на училишна зграда како воспитно образовна институција со задача програмски да ги исполни барањата за вработените, учениците и сите нивни дополнителни активности. Покрај конвенционалното образование со кое се стекнуваат децата во нивното основно образование, нивното едуцирање се дополнува со начинот за зачувување на животната средина преку енергетската ефикасност. Училиштето активно придонесува за едукација на учениците како и на заедницата за енергетската ефикасност и одржливоста. Затоа идејата на овој магистарски труд е да се прикаже процесот на проектирање на енергетско ефикасно училиште кое ги задоволува сите програмски барања за едно основно училиште, а воедно исполнувајќи ги енергетско ефикасните услови.

За локација на ова енергетско ефикасно училиште избрана е новопланираната приградска населба Јака во општина Илинден која главно се карактеризира со рамен дел. Населбата се наоѓа на само 10 километри од центарот на градот Скопје и се простира на површина од 28 хектари и опфаќа околу 500 парцели за изградба на семејни куќи, трговски центар, хотелско сместувачки капацитети, забавен парк, спортски терени и простор за собири.

Како дополнување на оваа семејна населба се предвидува енергетското ефикасно училиште кое воедно и ќе промовира архитектонски стратегии кои комбинираат високо ниво на енергетска ефикасност и одржливост како и високо ниво на квалитет на внатрешниот амбиент со што се постигнуваат повеќекратни позитивни влијанија.

Со цел да се разбере концептот на одржливост, кој претставува првиот чекор кон енергетската ефикасност, се применуваат соодветни техники и методи за одржливост при проектирањето кои ги дополнуваат просторните и програмските чинители на енергетската ефикасност. Применувајќи ги соодветните стандарди, нормативи и регулативи ќе се постигне објект кој има потрошувачка близку до нула, а воедно нема да ги наруши квалитетите на новопроектираниот простор туку баш напротив преку користење на соодветни методи и техники ќе се подобри внатрешниот квалитет и амбиент на просторот што би допринело до поголема продуктивност кај учениците.

Новопроектираната училишна зграда е во централното подрачје на населбата така што има лесен пристап од повеќе страни. Едукативните простории, односно училиниците и кабинетите имаат јужна ориентација и компактна форма со што се подобрува термичкиот квалитет на зградата. Со помош на програмот KnaufTerm2 направена е софтверска пресметка во која се внесени материјалите и елементите и според добиените податоци се потврдува дека објектот е енергетско ефикасен и спаѓа во В енергетска класа со потрошувачка од 49.89 kWh/m^2 .

Клучни зборови: училиште, енергетска ефикасност, одржливост, просторност, програма

ABSTRACT

This master thesis aims to satisfy the requirements of a school building as an educational institution at the same time fulfilling the requirements for the employees, students and all their additional activities. Apart from the conventional education that the children acquire, they gain knowledge about the environment and how to preserve it through energy efficiency. The school actively contributes to educating students as well as the community on energy efficiency and sustainability. Therefore, the idea of this master's thesis is to present the process an energy efficient school that meets all the program requirements for a primary school and at the same time fulfilling the energy-efficient conditions.

The location for this energy efficient school is the newly planned suburban neighborhood Jaka in the municipality Ilinden. The settlement is located only 10km from the center of the city Skopje and covers an area of 28 hectares and about 500 plots for building family houses, shopping center, hotel, accommodation facilities, amusement part, sports grounds and meeting spaces.

In addition to this family settlement, an energy efficient school is also envisaged which will also promote architectural strategies that combine high level of energy efficiency and sustainability as well as a high level of quality of the inner ambient thus achieving multiple positive impacts.

In order to understand the concept of sustainability, which is the first step towards energy efficiency, appropriate design techniques and methods are applied that complement the spatial and programmatic factors of energy efficiency. With applying the relevant standards, norms and regulations we can achieve an object that has an energy conception close to zero, and at the same time won't impair the qualities of the newly designed space, but just the opposite, with the use of appropriate methods and techniques will improve the inner quality and the ambience of the space that would contribute to greater productivity among the students.

The newly designed school building is in the central area of the neighborhood so it has an easy access from several sides. Educational rooms and classrooms have southern orientation and a compact form that improves the thermal qualities of the building. Using the computer program KnaufTerm2 a software calculation is made in which all the materials and elements were entered and according to the obtained data it is confirmed that the object is energy efficient and belongs to the B energy class with a consumption of 49.89 kWh/m²

Keywords: school, energy efficiency, sustainability, space, program

СОДРЖИНА

Вовед	1
1. Теоретско истражување	2
1.1. Теорија на архитектурата	2
1.2. Примери од традиционалната архитектура	2
1.2.1. Охридска куќа	3
1.2.2. Велешка куќа	3
1.2.3. Струмичка куќа	4
1.3. Референтни примери на училишта	5
1.3.1. Училиште „Strawberry Vale“, Канада	5
1.3.2. Училиште „Silverland“, САД	6
1.3.3. Училиште „Mariturri“, Шпанија	8
1.3.4. Училиште „Bezons Angela Davis“, Франција	9
1.4. Примери на училишта во Македонија	9
1.4.1. ОУ „Круме Кепески“.....	10
1.4.2. ОУ “Гоце Делчев“.....	10
1.4.3. СУГС „Јосип Броз Тито“.....	11
1.4.4 СУГС „Орце Николов“.....	12
2. Законска регулатива пропишана со правилници, стандарди и директиви кои се однесуваат на енергетската ефикасност	13
2.1. Поважни примери од законодавството	13
2.2. Енергетски политики на Европската Унија	13
2.2.1. Енергетски стратегии	13
2.2.2. Директиви за енергетски карактеристики на објектите	14
2.2.3. Дефинирање NzEB згради	14
2.3. Директива во Македонија	14
2.3.1. Релевантни документи за енергетската ефикасност во Македонија	15
2.3.2. Стратешки документи	15
3. Осврт на институцијата основно училиште	16
3.1. Организациона поставеност на основните училишта	18
3.2. Програмски содржини на основните училишта	18
4. Анализа на локација	21
4.1. Поширока локација (Општина Илинден)	21
4.2. Потесна локација (Населба Јака)	22
4.3. Природни карактеристки на локацијата	23
4.3.1. Географска положба	23
4.3.2. Хидрографија	24
4.3.3. Геолошка структура и релјефни карактеристики на теренот	24

4.3.4. Климатски карактеристики	25
4.3.5. Вегетација и животински свет	25
5. Анализа на проектот	26
5.1. Општи услови на локацијата	26
5.2 Потреби и програма	26
5.2.1 Табели	27
5.3. Форма	31
5.4. Распоред на програмата	32
5.5. Конструкција и материјали	34
5.6. Пристап, движење и паркинг	36
6. Енергетска ефикасност	37
6.1. Местоположба и облик на објектот	37
6.2. Ориентација и изложеност на сонце	38
6.3. Пасивни објекти	39
6.4. Топлинска изолација	40
6.4.1. Материјали за топлинска изолација	40
6.4.2. Термоизолација кај пасивни објекти	41
6.4.3. Прозирна топлинска изолација	42
6.5. Прозори и заштита од прегревање	43
6.6. Конструирање без топлински мостови	45
6.7. Вентилација	47
6.8. Греене	48
6.8.1. Топлински пумпи	50
6.8.2. Соларни панели	52
6.9. Осветлување	55
6.10. Систем за одводнување	56
6.11. Ветротурбини.....	57
7. Пресметки во софтверот KnaufTerm2	59
Заклучок	77
Библиографија	78

СПИСОК НА СЛИКИ

Слика 1. Охридска куќа, извор: Ефремовски, М. 2016, Охрид / III. Достапно на:
<http://marh.mk/%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B8%D0%B4-iii/>. [05 август 2018]

Слика 2. Велешка куќа, извор: Крстевска М. 2016, Спомен куќа на Васил Главинов – Велес / крај на 19 век. Достапно на:
[http://marh.mk/%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%9C%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BA%D1%81%D0%BB%D0%BD%D0%BA%D3%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BA%D0%BD%D0%BA%D1%81%D0%BA%D0%BD%D0%BA%D0%BD%D0%BA%D1%81%D0%BB%D0%BD%D0%BA%D0%BD%D0%BA%D1%81%D0%BB%D0%BD%D0%BA/](http://marh.mk/%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%9C%D0%B0%D0%BD%D0%BA-%D0%BD%D0%BA%D0%BC%D0%BD%D0%BA%D1%81%D0%BB%D0%BD%D0%BA%D3%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BA%D0%BD%D0%BA%D5%D0%BB%D0%BD%D0%BA%D1%81%D0%BA%D0%BD%D0%BA%D0%BD%D0%BA%D1%81%D0%BB%D0%BD%D0%BA/). [05 август 2018]

Слика 3. Струмичка куќа, извор: Намичев П. 2014, Традиционалната архитектура во Струмица и струмичко. Достапно на:
<http://eprints.udg.edu.mk/10106/1/TRADICIONALNATA%20ARHITEKTURA%20VO%20STRUMICA%20.pdf>. [05 август 2018]

Слика 4. Strawberry Vale Elementary School, извор: Patkau Architects s.a., Strawberry Vale Elementary School. Достапно на: <https://patkau.ca/projects/sves/> [05 август 2018]

Слика 5. Silverland Middle School, извор: TSK 2011, Silverland Middle School. Достапно на: <http://www.tska.com/silverland-middle-school/>. [05 август 2018]

Слика 6. Mariturri School, извор: A54 arquitectos 2012, C.E.P. Mariturri I.h.i. en vitoria-gasteiz (araba). Достапно на: <http://www.a54.es/mariturri---proyecto.html>. [05 август 2018]

Слика 7. Bezons Angela Davis School, извор: archi 5 2017, Green building, Angela Davis school, Bezons. Достапно на: <https://archi5.fr/en/2017/01/01/green-building-groupe-scolaire-angela-davis-bezons/> [05 август 2018]

Слика 8. Надворешен изглед на ОУ „Круме Кепески“, Македонија, извор: SkopjeInfo 2017, Реконструирано е ЦОУ „Круме Кепески Достапно на:
<http://skopjeinfo.mk:88/rekonstruirano-e-cou-krume-kepeski-spremno-e-za-novite-uchenici> [05 август 2018]

Слика 9. Надворешен изглед на ОУ „Гоце Делчев“, Македонија, извор: Општина Илинден 2011, Реализација на проектот “Енергетска ефикасност во јавните општински установи“. Достапно на: <http://www.ilinden.gov.mk/izvestuvanja/realizacija-na-proektot-%E2%80%9Cenergetska-efikasnost-vo-javnite-opshtinski-ustanovi%E2%80%9C> [05 август 2018]

Слика 10. Надворешен изглед на СУГС „Јосип Броз - Тито“, Македонија, извор: Портаз 2014, Гимназијата „Јосип Броз –Тито“ – енергетски ефикасен објект. Достапно на: <https://www.porta3.mk/gimnazijata-josip-broz-tito-energetski-efikasen-objekt/> [05 август 2018]

Слика 11. Надворешен изглед на СУГС „Орце Николов“, Македонија, извор: makfax 2016, Средното училиште „Орце Николов“ стана енергетски ефикасно. Достапно на: <https://makfax.com.mk/makedonija/skopje/srednoto-uciliste-orce-nikolov-stana-energetski-efikasno/> [05 август 2018]

Слика 12. Слика 12. Максимални димензии на просториите за настава, извор: Нојферт Е. 2010, Архитектонско проектирање, прев. Арс ламина, Скопје

Слика 13. Висина на просториите за настава, извор: Нојферт Е. 2010, Архитектонско проектирање, прев. Арс ламина, Скопје

Слика 14. Различни градежни форми на објектот, извор: Нојферт Е. 2010, Архитектонско проектирање, прев. Арс ламина, Скопје

Слика 15. Локација на Општина Илинден во Македонија, извор: Википедија, Општина Илинден. Достапно на:

<https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%98%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD> [08 август 2018]

Слика 16. Карта на Општина Илинден со селските атари, извор: извор: Википедија, Општина Илинден. Достапно на:

<https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%98%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD> [08 август 2018]

Слика 17. Просторен приказ на Населбата Јака, извор: Build 2014, „Инком Инженеринг“ и „Есперанца“ се победници на конкурсот за населбата „Јака“. Достапно на:
<http://build.mk/inkom-inzhenering-i-esperantsa-s/> [08 август 2018]

Слика 18. 3D Приказ на населбата Јака, извор: Build 2015, Стотина граѓани ги искористија бесплатните проекти при изградба на куќи во Илинден. Достапно на:
<http://build.mk/stotina-gragani-gi-iskoristija-bespl/> [08 август 2018]

Слика 19. Форма на објектот, извор: од авторот

Слика 20. Модуларна мрежа, извор: од авторот

Слика 21. Линеарна комуникација и поделба на програмата, извор: од авторот

Слика 22. Програма на приземје, извор: од авторот

Слика 23. Програма на прв кат, извор: од авторот

Слика 24. Конструкција на објектот, извор: од авторот

Слика 25. Надворешен ѕид на објектот, извор: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

Слика 26. Движење и пристап до парцелата, извор: од авторот

Слика 27. Фактор на форма на геометриски тела со еднаков волумен, извор: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o. Zagreb

Слика 28. Изложеност на сонце, извор: Koški, Ž. Zorić, G. 2010, Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama. број 1. стр. 80-92

Слика 29. Активно и пасивно користење на сончевата енергија, извор: Koški, Ž. Zorić, G. 2010, Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama. број 1. стр. 80-92

Слика 30. Надворешен ѕид на објектот, извор: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

Слика 31. Прозор со PVC профил, Прозор со PVC профил, извор: Trtica Graovac, S. s.a. Pasivna kuća i pvc prozori. Достапно на:
https://www.talaris.rs/pasivna_kuca_i_pvc_prozori_pvc_stolarija.html. [12 август 2018]

Слика 32. Автоматизирани настрешници со соларни панели, извор: Fibernet 2014, Solarni sistemi. Достапно на: <https://www.youtube.com/watch?v=luQ7MOdmOBI>. [12 август 2018]

Слика 33. Топлотен мост, извор: Kreslin, M. s.a. Energetsko svetovanje. Достапно на:
https://www.lendava.si/sites/default/files/toplotni_mostov.pdf. [12 август 2018]

Слика 34. Schöck Isokorbe, извор: Schöck s.a., Balcony Products. Structural thermal breaks for your balcony connections. Достапно на: <https://www.schock-na.com/en-us/balcony-products>
[12 август 2018]

Слика 35. Рекуператор, извор: MC Solar s.a. Rekuperacija zraka u boravišnom prostoru. Достапно на: <http://www.mcsolar.hr/rekuperacija-zraka.php> [15 август 2018]

Слика 36. Шема на работа на контролирана вентилација, извор: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

Слика 37. Топлотна пумпа, извор: Viessmann Group s.a. Princip rada - Može li grejanje biti toliko jeftino. Достапно на: <https://www.grejanjeza1evrodnevno.com/princip.html>. [15 август 2018]

Слика 38. Топлотна пумпа, извор: Jovanović, M 2011, Efikasni izvori toplice za topotne pumpre. Достапно на: <http://www.grejanje.com/strana.php?pID=176>. [15 август 2018]

Слика 39. Транспарентен соларен панел, извор: Solar Constructions s.a. Transparent solar panels. Достапно на: <http://www.solar-constructions.com/wordpress/transparent-solar-panels/>. [15 август 2018]

Слика 40. Транспарентни соларни панели на кров, извор: Solar Constructions s.a. Transparent solar panels. Достапно на: <http://www.solar-constructions.com/wordpress/transparent-solar-panels/>. [15 август 2018]

Слика 41. Комерцијален соларен панел, извор: Shen Ge 2014, Solar Panel Size for Residential, Commercial and Portable Applications. Достапно на:
<https://sunmetrix.com/solar-panel-size-for-residential-commercial-and-portable-applications/>.
[15 август 2018]

Слика 42. Светлосна соларна туба, извор: Solatube s.a. Perfecting daylight through invention. Достапно на: <http://www.solatube.com/residential-daylighting-old-product-page#models>. [17 август 2018]

Слика 43. Светлосни соларни туби - поглед на кров, извор: Orion s.a. APOLLO® Solar Light Pipe | LP. Достапно на: <https://www.orionlighting.com/product/apollo/apollo-solar-light-pipe-lp/>.
[17 август 2018]

Слика 44. Geberit pluvia систем за одводнување, извор: Geberit Pluvia 2014, Installation Guide Siphonic Roof Drainage System. Достапно на: http://www.plasticsystems.co.nz/sites/default/files/Geberit_Pluvia_installation_guide_2014.pdf. [17 август 2018]

Слика 45. Модел на ветротурбина, извор: Urban Green Energy 2012, UGE EDDY owner's manual Достапно на: http://uge.tenarrows.jp/partners/manuals/eddy_manual_Aug_2012.pdf. [17 август 2018]

СПИСОК НА ТАБЕЛИ

Табела 1. Нумерички показатели

Табела 2. Површини во подрум

Табела 3. Површини во приземје

Табела 4. Површини на прв кат

Табела 5. Површини на кровна тераса

ВОВЕД

Училишните згради од секогаш биле тема на истражување со голема важност во однос на општествената вредност. Тие се поле од посебен интерес каде што се обезбедува примена на повисоки стандарди за изведба и технички решенија кои како успешни референци може да се користат и во другите градежни сектори. На тој начин училишните згради стануваат активни простори за едукација на заедницата, играјќи двојна улога односно од една страна тие треба да ги обезбедат соодветните стандарди и технички решенија за адекватни простори кои ги користат учениците, а од друга страна треба ефективно да ги покажат критериумите за дизајн кои се употребени при нивната изведба.

Денешните училишта им овозможуваат на учениците покрај стандардното образование да се стекнат и со повеќе различни активности како социјализација, спортски активности, музичко образование, ликовно образование, култура и сл. Тука децата имаат ран пристап и во однос на едукацијата за зачувувањето на околната и животната средина како и соодветна едукација за енергетската ефикасност и одржливоста користејќи ја самата училишна зграда како соодветен успешен пример.

Истражувањето за овој проект започнува со подобро проучување на образованието и самиот процес на едукација во текот на 9 годишното образование, согледување на различните потреби кои треба да се задоволат кај учениците од различни возрасти кои вршат различни активности. Со применување на методи и техники за одржливост а при тоа почитувајќи ги соодветните стандарди и нормативи при проектирањето, се формира просторот и програмата како и целокупниот архитектонскиот концепт. Резултатот од ова истражување се очекува да биде успешно енергетско ефикасно училиште кое ги користи природните дадености на локацијата за да го подобри внатрешниот квалитет на просторот а воедно и да има што е можно помало штетно влијаније на животната средина.

На глобално ниво се повеќе се работи на имплементација на енергетската ефикасност, на нејзиното унапредување, воведување на нови политики кои доведуваат до значајни подобрувања во проектирањето и во изградбата на објектите. Овие успешни стандарди и принципи секако можат да се употребат и кај нас бидејќи Македонија е земја со одлични природни дадености (сонце, вода и сл.). Проектниот концепт е модел базиран на соседство при што се користат даденостите на локацијата и новопланираната населба со што се овозможува училиштето да биде во една функционална целина со населбата. На тој начин би се развила свеста на заедницата за поголема општествена одговорност и ваквите градби би станале пример и би овозможиле одреден стандард при изградба на јавните општествени објекти.

1. ТЕОРЕТСКО ИСТРАЖУВАЊЕ

Преку анализа на делата во архитектонската теорија, традиционалната архитектура и референти примери на објекти на локална и поширока територија, се истражуваат аспектите на форма, функција, употребливост, ред, ритам итн. кои се клучни при проектирањето на училишна зграда, а воедно се истражуваат и различните стратегии и принципи на енергетската ефикасност и концептот на одржливост

1.1. Теорија на архитектурата

Теорија на архитектурата, како чин на размислување, дискутирање и пишување за архитектурата, претставува првиот и најстар извор од каде што се влечат основните принципи преку теоретски расправи и теоретски примери. Од тука првично се согледуваат основните идеи и концепти за просторот, функцијата, формите и сл. кои воедно можат да бидат разгледувани и во однос на нивната одржливост. Базичните естетски концепти кои стануваат утилитарна вредност на архитектурата се добриот вкус составен од хармонијата меѓу целината и нејзините делови; редот кој претставува дистрибуција на деловите; пропорцијата која е модул за прикладните димензии како на целината така и на деловите во склад со нивната положба и примена; прикладност која претставува подреденост на усвоените намени. Ако велиме дека удобноста на градбата ја создаваат положбата, формата и распоредот на нејзините делови, тогаш можеме да кажеме дека типот на градбата се формира на основа на архитектура која се повторува што е директно поврзано со одржливоста. При тоа се внимава на геометријата нагласувајќи ги принципите на регуларност и симетрија. Една од спецификите на енергетската ефикасност е намалување на површината на обвивката така што телото би имало најпогодна форма и најмал коефицент во односот меѓу волуменот и површината. На тој начин архитектот станува и едукатор каде што инструментот за негова едукација е архитектурата, односно енергетското ефикасно училиште би претставувало успешен пример и би се користело како алатка за едукација за одржливоста.

1.2. Примери од традиционалната архитектура

Профаната традиционална градска куќа создадена во периодот од XVIII до средината на XX век, претставува значаен дел од градителското наследство во Македонија. Традиционална македонска архитектура има свои карактеристични просторни и функционални белези кои ја одбележуваат и ако е разгледувана во однос на одржливоста може да се забележат повеќе изразни елементи кои ја карактеризираат. Овие карактеристични елементи се сретнуваат и во современите објекти со соодветна современа интерпретација особено во општествените објекти на Борис Чипан. Разгледувајќи ги овие примери се забележува како старите мајстори се приспособувале на условите и ги искористувале природните дадености на локацијата и како концепти кои можат да се забележат и применат се ориентација кон сонцето и осончаност, соодветна големина на прозорите во однос на насоченоста, испуштени стреи, вентилирање на просторот и сл.

1.2.1 Охридска куќа

Градејќи на ридестиот дел во Охрид, почнува да се развива еден од најреволуционерните типови на народна архитектура во Македонија. Куќите немаат одредена типизација, но имаат заедничка просторна организација. Тие се минимални, збиени со мала големина на парцелата, но сепак се внимава сите да имаат ориентација кон сонцето и кон езерото. Тие се одликуваат со затворен чардак и квалитетна инсолација. Приземјето е изведено од камен со голема дебелина на сидовите кои се оставаат немалтерисани, а самиот материјал со своите својства добро се спротиставува на надворешните влијанија. Катовите се изведени како бондручни системи на принцип на примарни и секундарни греди. Покривањето на дрвената структура најчесто е со варов малтер но понекогаш и со дрвена оплата или ламарина како завршен слој која служи за заштита од високиот интезитет на силни ветровите на крајбрежјето кои го уништуваат малтерот.¹



Слика 1. Охридска куќа, извор: Ефремовски, М. 2016, Охрид / III. Достапно на: <http://marh.mk/%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B8%D0%B4-iii/>. [05 август 2018]

1.2.2. Велешка куќа

Велешката традиционална куќа се одликува со ориентација кон надворешниот простор и вклопување во хармоничен одност на сите просторно-функционални елементи на куќата. Градени се со примена на локални градежни материјали во комбиниран конструктивен систем на камени сидови во приземјето и бондручна конструкција на катовите. Куќата содржи отворен чардак односно трем кои се ориентирани на југоисточна страна и имаат постојана осончаност, како и силно испуштени стреи. Бидејќи имале мала површина за градење, куките се граделе во висина така што катот е еркерно и асиметрично исфрлен, ориентирани кон југ и на поширака основа од приземјето.

За да ја фатат светлината, катовите се со големи димензии на прозорските отвори. Станот е ориентиран кон чардакот така што сите куки содржат логична поврзаност на

¹ Чипан, Б. 1982, *Стара градска архитектура во Охрид*, Македонска Книга, Скопје

функцијата и ритамот, каде ритамот се јавува како резултат на функцијата и модуларно пропорцијската осмисленост.²



Слика 2. Велешка куќа, извор: Крстевска М. 2016, Спомен куќа на Васил Главинов – Велес / крај на 19 век. Достапно на: <http://marh.mk/%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%9C%D0%B0-%D0%BD%D0%B0-%D0%B2%D0%BD%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%BA/>. [05 август 2018]

1.2.3. Струмичка куќа

Куќите чардаклии се карактеристични за овој крај бидејќи топлите лета и силното сонце предизвикале формирање на карактеристична концепција за овој крај. Со помош на отворениот чардак, кој може да фаќа половина од куќата, се создава простор кој е сенковит и продувлив, отворен но покриен од горната страна со доволна големина за да може да прими различни намени. Бидејќи отвореноста на чардакот само од една страна често не било доволна, чардакот се отворал на две до три страни со што се обезбедувала потребната свежина и провет. На тој начин се добива специфично зонирање на програмските единици и се создава тампонски изолационен простор.

На приземјето има отворен трем кој го придржува катот состолбови и така тремот и чардакот претставуваат првата зона која обезбедува изолација, додека пак втората зона е станбениот дел кој е вовлечен, ориентиран кон чардакот и на тој начин во станот влегува разладен воздух, а не директното сонце. Најзастапена композициска шема на основата е линеарната со редење на просториите по права линија, а често чардакот може да се раздвојува во повеќе крака противувајќи се помеѓу одните со што го обезбедува потребното проветрување.³

² Волињец, Р., Хациева-Алексиевска, Ј. 1988, *Ламенти за велешките куќи*, Белешки за архитектурата и урбанизмот, Архитектонски факултет, Скопје

³ Хациева-Алексиевска, Ј., Волињец, Р., 1989 Старата струмичка куќа – архитектура што исчезнува, Завод за заштита на спомениците на културата, природните реткости и музеј - Струмица, Зборник на трудови, Струмица



Слика 3. Струмичка куќа, извор: Намичев П. 2014, Традиционалната архитектура во Струмица и струмичко. Достапно на: <http://eprints.ugd.edu.mk/10106/1/TRADICIONALNATA%20ARHITEKTURA%20VO%20STRUMICA%20.pdf>. [05 август 2018]

1.3. Референтни примери на училишта

Разгледуваните референтни примери се анализирани во однос на обликовните, геометриските, конструктивните, материјалните, просторно-програмски, типолошки и сл. карактеристики со нагласок на енергетско ефикасните стратегии и принципите на одржливост, кои одамна се познати и употребувани на светско ниво и вреднувани за својот допринос во подобрувањето на животната средина.

1.3.1. Училиште „Strawberry Vale“, Канада

Во борбата против хомогенизирачките сили на се поголемата глобализација на архитектонската култура, конкретните интервенции на овие архитекти во Канада даваат начини и причини за отпор, засновано на непосредниот контекст и убавината на природата. Комбинирајќи ги локалните материјали со богат тектонски речник кој позајмува од различните струи на современоста и народната практика, проектот е динамичен како резултат на инспирираната потрага по врската на регионализмот, технологијата и критичката теорија. Посветено е големо внимание кон околината и флората, што и овозможува на архитектурата да го насочи фокусот на корисникот кон локалната природна историја. Широките прозорци се отвараат кон надвор така што овозможуваат визуелно и просторно поврзување на најскриените површини директно на отворено. Училиштето ја одразува загриженоста на архитектите за уникатните карактеристики на земјиштето што и овозможува на зградата да игра активна педагошка улога во поттикнување и ангажирање на учениците со природата и животната средина. Училиштето е поделено на повеќе различни функции односно салата, библиотеката, администрацијата и влезот се лоцирани на северната страна на коридорот каде што училиштето се припојува кон заедницата, додека пак на јужната страна се наоѓаат образовните простории кои во вид на кластери создаваат мали академски заедници во самото училиште и просторите меѓу нив овозможуваат навлегување на светлина во ходникот.⁴

⁴ Patkau Architects s.a., Strawberry Vale Elementary School. Достапно на: <https://patkau.ca/projects/sves/> [05 август 2018]

Архитектонските визуелни и просторни врски ги дополнуваат одржливите стратегии кои практикуваат почит кон животната средина. Ориентацијата на училиштето го максимизира внесувањето на сончева светлина за време на училишните часови и овозможува да преземе пасивна топлина за време на зимската сезона. Прозорците и отворите на кровот овозможуваат соларна енергија во подлабоките ентериерни делови. Хидрологијата на локацијата е внимателно развиена така што дождовната вода од зградата се собира и се испушта во линеарен водотек каде што се пренесува во плитката бара и природно се чисти со водните растенија. Системите за греење, ладење и осветлување се за да ја оптимизираат употребата на соларна енергија преку пасивната добивка на сончева енергија, контролираното поставување на прозори и кровни прозори комбинирани со рефлектирачки внатрешни површини за рамномерно распределување на сончевата светлина низ внатрешните простории. Материјалите за објектот се избрани за да се зголеми квалитетот на животната средина и да се минимизира количината на отелотворената енергија, примарно користејќи ги тие што можат да се најдат локално. Голем дел од примарната конструкција е оставена да биде видлива и во внатрешноста може да се види дрво, метал и стакло. Важен момент е што објектот не се гледа како нешто што е одвоено од природата туку се гледа како силите на природата влијаат на објектот и така преку градењето засилено со технологијата се работи на подобрување на животната средина.⁵



Слика 4. Strawberry Vale Elementary School, извор: Patkau Architects s.a., Strawberry Vale Elementary School. Достапно на: <https://patkau.ca/projects/sves/> [05 август 2018]

1.3.2. Училиште „Silverland“, САД

Училиштето претставува современа рефлексија на изградениот и природниот контекст на округот Лион, Невада, кој го промовира поимот студентски населби и ја унапредува практиката на групно учење. Концептот е развиен преку серија на локално ориентирани работилници и затоа оваа установа е дизајнирана како дел од нов едукативен кампус за дистриктот кој ќе служи како ново обележје во контекстот, обезбедувајќи во исто време

⁵ Langdon, D. 2015, AD Classics: Strawberry Vale Elementary School / Patkau Architects. Достапно на: <https://www.archdaily.com/767947/ad-classics-strawberry-vale-elementary-school-patkau-architects> [05 август 2018]

чуство на трајност и идентитет на оваа заедница. Организиран е околу централен двор, програмскиот распоред содржи традиционални шеми на планирање на југозападна Америка, што во исто време функционално го организира просторот и обезбедува флексибилни простори за социјални и образовни можности. Освен тоа, централниот двор обезбедува простор за интеракција на учениците соодветно на возраста и нуди можност за користење на заедницата по завршување на училишните часови. За градбата се користат регионални материјали одбрани според нијансите кои асоцираат на околната средина и се користат светли и јаки бои за да се нагласат училиниците. Но покрај едноставното градење на објект кој користи регионални материјали, дневно осветлување, собирање на соларна топла вода и електрична енергија од турбини на ветер, училиштето се обидува да ја вклучи одржливоста преку различни технологии.⁶

Пасивните решенија помагаат да се ублажат големите промени во основната термална активност додека активните системи како соларниот систем за топла вода и серија турбини на ветер обезбедуваат обновлив додаток на енергетските потреби на објектот. Квантитативно, одржливите и енергетско ефикасни стратегии ги намалиле потребите за енергија за околу 33% и поставиле нова основа за идните образовни капацитети. Преку експонирање на овие техники и технологии на заедницата тие ќе го зголемат одржливото ангажирање со тоа што ќе спроведат поголемо разбирање на улогата на архитектурата кога се зборува за одржливост и енергетска ефикасност.⁷



Слика 5. Silverland Middle School, извор: TSK 2011, Silverland Middle School. Достапно на: <http://www.tska.com/silverland-middle-school/>. [05 август 2018]

⁶ ArchDaily 2011, Silverland Middle School / Tate Snyder Kimsey Достапно на:

<https://www.archdaily.com/163765/silverland-middle-school-tate-snyder-kimsey> [05 август 2018]

⁷ TSK 2011, Silverland Middle School. Достапно на: <http://www.tska.com/silverland-middle-school/>. [05 август 2018]

1.3.3. Училиште „Mariturri“, Шпанија

Оваа училишна зграда ја задоволува побарувачката за образование во градот Виторија каде што соседството се концентрира на проширување на колективното живеење. Локацијата е опкружена со група кули со големи димензии, во зелена површина и затоа училишната зграда е планирана како ниска градба која се обидува да функционира како внатрешен двор. По евалуација на функционалноста на програмата, топографијата, ориентацијата, околината и патиштата околу локацијата, бела предложена зграда во форма на Г отворена кон најсончевата страна и заштитена од вообичаените ветрови, што овозможува игралиштето да се постави на најповолната позиција. Зградата има капацитет за околу 700 ученици и содржи училиници за основно образование од 6 до 12 години и за предучилишна возраст од 2 до 5 години, така што двете категории се на различна страна од обликот Г на зградата. Двата дела се конфигурирани како призми кои се пресекуваат, дефинирајќи заеднички простори и главен влез во делот каде што се поврзуваат. Од гледна точка на функционалноста се бара најсоодветното место за секоја употреба така што врските меѓу нив би можеле да бидат јасни и ефективни со што ќе се намалат циркулационите простори и ќе се почитуваат специфичните и различни текови за секоја употреба. За конструкцијата се употребува прецизно и стандардизирано решение со правилни геометрии со што се избегнува развој на фасадите и се намалува периметарот на објектот. Концептот секогаш ги има во позадина волумените, композицијата и пропорциите на фасадите и внатрешните простори, условувајќи ги конструктивните решенија и изборот на материјали. Во текот на дизајнот на зградата биле разгледувани биоклиматски стратегии, како што се ориентација и заштита на училиниците од сончева светлина, дизајнирање на инсталациони системи и вентилациони услови, изборот на градежни решенија и нивните изолациони услови, снабдувањето на материјалите и нивното растојание итн. Стандардизацијата е со цел да се намалат трошоците, но сепак е предизвик да се предложи конструктивен систем со минимална потреба од одржување.⁸



Слика 6. Mariturri School, извор: A54 arquitectos 2012, C.E.P. Mariturri I.h.i. en vitoria-gasteiz (araba). Достапно на: <http://www.a54.es/mariturri---proyecto.html>. [05 август 2018]

⁸ ArchDaily 2016, Mariturri School / A54 arquitectos. Достапно на: <https://www.archdaily.com/794049/mariturri-school-a54-arquitectos>. [05 август 2018]

1.3.4. Училиште „Bezons Angela Davis“, Франција

Проектот за училиштето по својата функција игра активна улога во градскиот центар и со својата конструкција игра двојна улога: да биде функционален а во исто време и одржлив јавен објект. Училиштето тивко и без пречки се интегрира во постојната урбана мрежа. Мостот над влезот опфаќа засадена патека која е интегрирана во зградата како природна заштита. Сочувани се и редовите на високи дрва на југ и север. Во прилог на педагошката градина, има и стаклена градина на првиот кат која се користи за претходно загревање на воздухот во училиштето во текот на зимата и овозможува градинарски дејности преку целата година. Употребени се трајни робусни материјали, а за фасадата на дворот е употребено дрво кое е заштитено од дождот со стреа. Обвивката на објектот е исто така енергетско ефикасна, не пропушта воздух и вклучува максимизирање на изолацијата за да се минимизираат загубите на енергија. Термалната инерција на зградата, засилена со бетонската основа е корисна ноќна вентилација за поголем летен комфор. Дождовната вода е оптимизирана со зелени кровови и тераси. Сите прозори и врати се од дрво и алуминиум. Зградата со својата енергетска ефикасност и одржливост се користи како место за учење и за имагинацијата.⁹



Слика 7. Bezons Angela Davis School, извор: archi 5 2017, Green building, Angela Davis school, Bezons. Достапно на: <https://archi5.fr/en/2017/01/01/green-building-groupe-scolaire-angela-davis-bezons/> [05 август 2018]

1.4. Примери на училишта во Македонија

Во Македонија исто така има енергетско ефикасни училишта, основни и средни, кои ги задоволуваат стандардите, нормативите и регулативите за енергетска ефикасност, со што ја подобруваат амбиенталната температура, штедат на енергија и на економски трошоци, ја штитат животната средина и ги подобруваат условите за учење и работа на учениците и наставниот кадар во училиштата.

⁹ Archi 5 2017, Green building, Angela Davis school, Bezons. Достапно на: <https://archi5.fr/en/2017/01/01/green-building-groupe-scolaire-angela-davis-bezons/> [05 август 2018]

1.4.1. ОУ „Круме Кепески“

Со реновирањето на основното училиште „Круме Кепески“ во Општина Кисела Вода, училиштето доби нова фасадно – топлинска изолација за постигнување на висока енергетска ефикасност како и нов кров со топлинска изолација и замена на старите прозорци со нови. Со оваа обнова училиштето кое е изградено 1961 година и во кое во моментов функционираат 26 паралелки, стана енергетски ефикасно училиште. Има повеќе придобивки за одржлив развој како намалената емисијата на стакленички гасови во придонес на климатските промени и обезбедување на подобри работни простории и училиници за да може вработените и учениците да го поминуваат своето време.¹⁰



Слика 8. Надворешен изглед на ОУ „Круме Кепески“, Македонија, извор: SkopjeInfo 2017, Реконструирано е ЦОУ “Круме Кепески Достапно на: <http://skopjeinfo.mk:88/rekonstruirano-e-cou-krume-kepeski-spremno-e-za-novite-uchenici> [05 август 2018]

1.4.2. ОУ „Гоце Делчев“, Илинден

Општината Илинден преку реализација на проекти во насока на подобрување на енергетската ефикасност и заштеда на енергија во јавните општински установи, односно јавните објекти во сферата на образованието, детската заштита, културата, спортом и општинската зграда, ја покажува својата определба за примена на системи кои што заштедуваат енергија и заштита на животната средина. Со имплементацијата на овие проекти се придонесува не само за заштеда на финансиски средства за затоплување на јавните објекти, туку и за подобрување на условите во образованието за голем број ученици. ОУ „Гоце Делчев“ доби нови алюминиумски прозорци со термопан стакла, 5 нови влезни врати, рехабилитација и освежување на фасадата, како и инсталирање на нов централен систем за греење и ладење со геотермални топлински пумпи, каде што е применет принципот на енергетски ефикасен систем за греење со користење обновливи алтернативни извори на енергија, при што заштедата изнесува повеќе од 60 проценти.¹¹

¹⁰ SkopjeInfo 2017, Реконструирано е ЦОУ “Круме Кепески Достапно на: <http://skopjeinfo.mk:88/rekonstruirano-e-cou-krume-kepeski-spremno-e-za-novite-uchenici> [05 август 2018]

¹¹ Општина Илинден 2011, Реализација на проектот “Енергетска ефикасност во јавните општински установи“. Достапно на: <http://www.ilinden.gov.mk/izvestuvanja/realizacija-na-proektot-%E2%80%9Cenergetska-efikasnost-vo-javnite-opshtinski-ustanovi%E2%80%9C> [05 август 2018]



Слика 9. Надворешен изглед на ОУ „Гоце Делчев“, Македонија, извор: Општина Илинден 2011, Реализација на проектот “Енергетска ефикасност во јавните општински установи“. Достапно на: <http://www.ilinden.gov.mk/izvestuvanja/realizacija-na-proektot-%E2%80%9Cenergetska-efikasnost-vojavnite-opshtinski-ustanovi%E2%80%9C>. [05 август 2018]

1.4.3. СУГС „Јосип Броз Тито“

СУГС „Јосип Броз –Тито“ по соодветната реконструкција стана енергетски ефикасен објект со тоа што доби нов покрив., замена на речиси сите прозорци и изведбата на нова енергетски ефикасна фасада. Со преземањето на овие мерки за енергетска ефикасност се предвидува заштеда на енергија околу 30%, воедно и подобрување на амбиенталната температура во просториите, а потоа и во намалување на внесената енергија за загревање. Исто така имаме и намалување на емисиите на стакленичките гасови за повеќе од 20% што може да се оствари само ако во процесот се вклучат и локалните власти, локалните инвеститори, граѓаните и нивни здруженија.¹²



Слика 10. Надворешен изглед на СУГС „Јосип Броз - Тито“, Македонија, извор: Портаз 2014, Гимназијата „Јосип Броз – Тито“ – енергетски ефикасен објект. Достапно на: <https://www.porta3.mk/gimnazijata-josip-broz-tito-energetski-efikasen-objekt/> [05 август 2018]

¹² Портаз 2014, Гимназијата „Јосип Броз –Тито“ – енергетски ефикасен објект. Достапно на: <https://www.porta3.mk/gimnazijata-josip-broz-tito-energetski-efikasen-objekt/> [05 август 2018]

1.4.4. СУГС „Орце Николов“

Зградата на Средното училиште на Град Скопје "Орце Николов" е целосно реконструирана во насока на зголемување на енергетската ефикасност на објектот. Во ова училиште е поставена изолација од внатрешната страна на надворешните сидови со стиропор со дебелина од 10cm, поставен е нов покрив со изолација, а исто така се заменети и сите стари прозорци со енергетско ефикасни прозорци со подобри перформанси. Во текот на овој градежен зафат е освежена и фасадата, бојадисани се и сите грејни тела во училиштето, на коишто им се инсталирани 163 нови вентили. Трите главни придобивки со преземањето на овие мерки за енергетска ефикасност се заштеда на енергија околу 30%, а воедно и подобрување на амбиенталната температура во просториите, намалувањето на емисиите на штетни гасови и создавањето на попријатни услови за учење и работа на учениците и наставниот кадар во училишниот објект. Покрај ова училиште, Градот има изгответо проекти за реконструкција на фасади со мерки за енергетска ефикасност за сите средни училишта кои се под град Скопје.¹³



Слика 11. Надворешен изглед на СУГС „Орце Николов“, Македонија, извор: makfax 2016, Средното училиште „Орце Николов“ стана енергетски ефикасно. Достапно на:
<https://makfax.com.mk/makedonija/skopje/srednoto-uciliste-orce-nikolov-stana-energetski-efikasno/> [05 август 2018]

¹³ Портаз 2016, Во СУГС „Орце Николов“ реализиран проект на Град Скопје и УНДП Достапно на: <https://www.porta3.mk/vo-sugs-orce-nikolov-realiziran-proekt-na-grad-skopje-i-undp/> [05 август 2018]

2. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ПРОПИШАНА СО ПРАВИЛНИЦИ, СТАНДАРДИ И ДИРЕКТИВИ КОИ СЕ ОДНЕСУВААТ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ

Опис на значајни документи од законската регулатива и легислатива кои директно се однесуваат на енергетската ефикасност и се применуваат во светот, во Европската Унија и во Македонија.

2.1. Поважни примери од законодавството

Конвенција на Обединетите нации за климатски промени претставува договор, потписан од страна на 50 држави во светот, а се однесува на намалувањето на стакленички гасови во атмосферата со цел да се спречи штетното влијание на човекот врз климатскиот систем. Временска рамка на конвенцијата е од 04.06.1992 до 21.03.1994.

Протокол од Кјото претставува продолжување на конвенцијата за климатски промени на Обединетите нации. Целта на договорот е намалување на штетните стакленички гасови од 5%. Временската рамка на договорот е 11.12.1997 до 16.02.2005.

Копенхагеншка агенда за одржлив раст и рамномерен развој на градовите во иднина.

Договор од Париз¹⁴ е нов меѓународен договор за периодот по 2020 година. Овој договор претставува продолжување на договорот од Кјото. Договор за борба на климатските промени кој има за цел до крајот на 21 век, растот на температурата да се задржи до 2°C и намалување на 30% на стакленички гасови до 2030 во светот.

2.2. Енергетски политики на европската унија¹⁵

2.2.1. Енергетски стратегии

Енергетска стратегија на ЕУ помеѓу 2010 и 2020 год. со следните карактеристики: намалување од 20% од стакленичките гасови, 20% зголемување на обновливиите извори на енергија и 20% подобрување на енергетската ефикасност.

Енергетска стратегија на ЕУ до 2030 год.¹⁶ која има за цел: намалување од 40% на стакленичките гасови (во споредба со 1990 год.), 27% на енергија од одржливи извори, можно зголемување на енергетската ефикасност од 30%.

Енергетска стратегија на ЕУ до 2050 год.¹⁷ се основа на намалување на стакленичките гасови 80-95% во споредба со 1990 год.

¹⁴ PARIS 2015 – COP 21. Достапно на http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926

¹⁵ Кацарска, М. 2016, Регулатива за енергетска ефикасност во земјите на ЕУ и во Македонија – општ дел. Втор тренинг курс NZeB.

¹⁶ A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. Достапно на: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>

¹⁷ Energy Roadmap 2050. Достапно на: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2050-energy-strategy>

2.2.2. Директиви за енергетски карактеристики на објектите

Директива 2010/31/EU од 19ти мај 2010 год. за енергетски карактеристики на зградите. Постоечките топлински карактеристики на зградите, грејни тела и снабдување со топла вода, системи за климатизација, природна и механичка вентилација, вграден систем за осветлување, основен проект, местоположбата и поставеноста на зградата, пасивни сончеви системи и сончева заштита, внатрешни климатски услови, внатрешно енергетско оптоварување.

Директива 2012/27/EU за енергетска ефикасност на Европскиот парламент и на Советот од 25 октомври 2012 год. за енергетска ефикасност, за изменување на Директивите 2009/125/EZ и 2010/30/EU и за укинување на Директивите 2004/8/EZ и 2006/32/EZ.

Клучни карактеристики на директивата се дефинирањето на објектите со потрошувачка близу до нула, со конкретни датумски одредници за спроведување во јавниот сектор по 31 декември 2018 год.

Основајќи се на развојните вредности на Европската Унија, значењето на претставената регулатива не е исклучена за територија на Македонија бидејќи стратешката определба на Република Македонија е за рамноправно членство во Европската Унија. Целта да се спроведат конкретните договори, мерки и цели за целиот свет, потребно е и директно вклучување на Македонија.

2.2.3. Дефинирање NzEB згради

Објектите со потрошувачка на енергија близу до нула се карактеризираат како NzEB згради. При проектирањето на NzEB објектите, потребно е да се земе во предвид идејата за одржливост и енергетска ефикасност.

Според директивата на Европската Унија под поимот NzEB објект се подразбира „Зграда со многу високи енергетски перформанси, определени согласно со Annex I од директивата за енергетска ефикасност. Близу до нула или многу мала количина потребна енергија во значителен степен да е покриена со енергија од обновливи извори на енергија, вклучувајќи енергија произведена од обновливи извори на самото место или во близина.“¹⁸

2.3. Директива во Македонија¹⁹

Поважни административни тела: Влада на Република Македонија; Министерство за економија на Република Македонија; Агенција за енергетика на Република Македонија.

Владата на РМ на предлог на МЕ донесува Стратегија за енергетската ефикасност која што се однесува на период од десет години во согласност со Стратегијата за развој на енергетиката. Со истата се утврдува политиката за ефикасно користење на енергијата. Владата на РМ, по предлог од МЕ донесува Акционен план за енергетска ефикасност (АПЕЕ) на секои три години со цел спроведување на Стратегијата за енергетска

¹⁸ Дефиниција преземена од http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL;/ELX_SESSIONID=FZMjT hLLzfxmmMcQGp2Y1s2d3TjwtD8QS3pqdkhXZbwqGwlgY8KN!2064651424?uri=CELEX%3A32010L0031

¹⁹ Марија Кацарска, Регулатива за енергетска ефикасност во земјите на ЕУ и во Македонија – општ дел. Втор тренинг курс NZeB 2016.

ефикасност на РМ. Агенцијата за енергетика го следи спроведувањето на мерките и активностите од АПЕЕ и доставува годишен извештај до Министерството за економија.

2.3.1. Релевантни документи за енергетската ефикасност во Македонија

Министерство за економија на Р. Македонија.²⁰

Министерство за животна средина и просторно планирање на Р. Македонија.²¹

2.3.2. Стратешки документи

Стратегија за развој на енергетиката на Република Македонија до 2030 год.²²

Стратегија за унапредување на енергетската ефикасност во Република Македонија до 2020 год.²³

Стратегија за искористување на обновливите извори на енергија на Република Македонија до 2020 год.²⁴

Стратегија за развој на енергетиката на Република Македонија за периодот до 2035 (нацрт текст), МАНУ 2015 год.

Прв Акционен план за енергетска ефикасност на Република Македонија до 2018 (од 2010 до 2012) год. МЕ 2011 год.

Втор Акционен план за енергетска ефикасност на Република Македонија од 2013 до 2015 год. МЕ 2013 год.

Програма за реализација на стратегијата за развојна енергетика на Република Македонија за периодот од 2013 до 2017 год.²⁵

Нацрт – Национална програма за енергетска ефикасност во јавни згради во Република Македонија, за периодот од 2012 до 2018 год. Тимел 2011 год.

Резолуција за влијанијата на климатските промени во Република Македонија.²⁶

Трет национален план за климатските промени, Министерство за животна средина и просторно планирање, 2014 год.

Акционен план за обновливи извори на енергија на Република Македонија до 2025 год, со визија до 2030 год.²⁷

²⁰ http://archive.economy.gov.mk/ministerstvo/sektori_vo_ministerstvo/index.1.html и <http://www.energetska-efikasnost.mk/>

²¹ http://www.moepp.gov.mk/?page_id=901 и <http://klimatskipromeni.mk/>

²² Службен Весник на Република Македонија бр. 61/2010

²³ Службен Весник на Република Македонија бр. 143/2010

²⁴ Службен Весник на Република Македонија бр. 125/2010

²⁵ Службен Весник на Република Македонија бр. 50/2013

²⁶ Службен Весник на Република Македонија бр. 31/2010

²⁷ Службен Весник на Република Македонија бр. 207/2015

3. ОСВРТ НА ИНСТИТУЦИЈАТА ОСНОВНО УЧИЛИШТЕ

Основно училиште е првата фаза на задолжителното образование, и вообичаено е достапно без надоместок за децата каде што добиваат основно образование од возраст од околу шест до четиринаесет години, односно трае девет години и се организира во три воспитно-образовни периоди и тоа од прво до трето одделение, од четврто до шестто одделение и од седмо до деветто одделение. Наставата во учебната година се организира во две полугодија. Воспитно-образовната работа во основното училиште ја остваруваат наставници, стручни соработници (педагог, психолог, социолог, социјален работник, дефектолог, библиотекар) и воспитувачи со соодветно високо образование. Терминот "основно училиште" е изведен од францускиот термин "*école primaire*", кој за прв пат се употребил во 1802 година. Во основните училишта, учениците се стекнуваат со формално или институционално образование, односно образование кое се изведува низ училиштата, основно, средно и високо образовани. Сепак образоването е доживотен процес на стекнување на знаења и вештини преку кои човекот ги препознава и исполнува своите афинитети и се формира како успешна и самостојна личност во општеството.²⁸

Европа како и светот се стреми кон создавање на општество кое се заснова на знаење, со отворен пристапот до актуелните информации и знаења, заедно со мотивираност и умешност за ефективно користење на ресурсите. Училиштата се длабоко вкоренети како институција во сите познати цивилизации преку што може да заклучиме дека училишта ќе има и во иднина, секако со соодветни измени и приспособувања на актуелните потреби, но со иста цел односно како организиран облик на воспитување и образование. Воспитанието како трајна општествена категорија постои колку што постои и општеството. Училиштата настанале во оној момент кога општеството било развиено до одреден степен кој барал и истовремено овозможувал формирање на училиштата и образовен систем воопшто. Појавата на првите училишта била во директна врска со општествено-економските односи и настанале како резултат од потребата стекнатото знаење да се пренесе. Во својата модерна форма училиштето подразбира настава за учење во посебно изградени школски згради до каде што стигнало формирањето на училишниот систем кој поминал низ повеќе етапи. Различни општества во различен период во своето постоење минувале низ слични етапи при процесот на институционализација и формирање на училишниот систем и затоа овој процес претставувал индикатор за темпото и нивото на развојот на поединечни заедници и општеството во целина.

Во Македонија институционализирањето на образовниот систем е за прв пат во 1945 година. Со првиот Устав на Македонија, од 1946 година, основното воспитание и образование е прогласено за задолжително, а училиштето е одделено од црквата и така во периодот од 1945 до 1951 година учителски школи биле отворени во Скопје, Штип, Битола и во Тетово, кои подоцна прераснале во виши педагошки школи, односно педагошки академии. Понатаму се воведени задолжително основно образование за сите деца, средното образование – предметна настава, како и високото образование. Постојано се прават напори образовниот систем да одговара на актуелното општество и да ги следи тековните промени. Луѓето во модерното општество треба да ги имаат совладано основните вештини: читање, пишување и сметање, да стекнат општи знаења за своето опкружување, а исто така е важно и да знаат и како да учат, така што би биле

²⁸ Википедија 2018, Основно училиште. Достапно на: https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE_%D1%83%D1%87%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%88%D1%82%D0%B5 [07 август 2018]

во состојба да се стекнат со нови и понекогаш многу информации. Опкружувањето е во постојано движење напред што значи дека и одредени факти и знаења може да се менуваат. Затоа не може да се направи еден универзален модел на училиште кои би одговарал на сите општества, локации и средини. Ако училиштата насилно се унифицираат тие ја губат својата креативност, сепак кога поаѓаме од фактот дека функцијата на сите училишта е заедничка односно образувањето и воспитувањето на младата генерација, се разбира дека мора да постојат општи, заеднички стандарди и нормативи при организацијата на училиштата. Таа заедничка основна концепција која ја почитува индивидуалноста и различните специфичности на секоја воспитно - образовна институција се развива и станува препознатлива за секое поединечно училиште.

Целите кои треба да се постигнат со основното образование се: стекнување општи и применливи знаења што се потребни во секојдневниот живот или за натамошно образование; хармоничен, интелектуален, емоционален и социјален развој на учениците соодветно со нивните способности; развивање на писменоста и способностите на учениците за разбирање, информирање и изразување на македонски јазик и неговото кирилско писмо; развивање на писменоста и способностите на учениците за разбирање, информирање и изразување, покрај на македонски јазик и неговото кирилско писмо, и на јазик и писмо на припадниците на заедниците кои зборуваат јазик различен од македонскиот јазик; развивање самодоверба и свест кај ученикот за сопствената индивидуалност и одговорност за своите постапки; воспитување за меѓусебна толеранција, соработка, почитување на различноста, основните човекови слободи и права; развивање свест кај учениците за припадност на Република Македонија и негување на сопствениот национален и културен идентитет; воспитување за општи културни и цивилизациски вредности кои произлегуваат од светските традиции; усвојување општи и применливи знаења кои овозможуваат самостојно креативно дејствување во општествената и природната околина и развивање способности за расудување и за изразување во уметноста и културните традиции; развивање на способности за истражување, експериментирање и решавање на проблеми; вклучување и водење грижа за развојот на учениците со посебни образовни потреби; развивање на надареноста на учениците во различни области; унапредување на здравиот начин на живеење и воспитување за преземање одговорност за сопственото здравје и за заштита на животната средина.²⁹

Наставниот план за основното училиште содржи задолжителни и изборни предмети, дополнителна и додатна настава, како и часови за одделенската заедница. Преку наставниот план се определуваат и неделниот број на часови за настава, наставните програми како и наставните цели, содржините, основните поими, активностите и методите во наставата, оценувањето на постигањата на учениците, условите за реализација на наставната програма и нормативот за наставен кадар. Наставата во основното училиште се изведува по одделенија, паралелки и наставни групи со ученици од исто одделение. Одделението е воспитно-образовна целина во која се обработуваат наставните програми според наставниот план за една учебна година. Учениците од исто одделение се распоредени по паралелки. Паралелка се формира од ученици од исто одделение така што бројот на ученици во паралелката е од 24 до 34. Воспитно - образовната работа во основното училиште опфаќа настава и други облици на организирана работа со учениците како стекнување на работни навики, поттикнување и

²⁹ МОН 2015, Закон за основното образование. Достапно на:
<http://mon.gov.mk/images/documents/zakoni/2015.pdf> [07 август 2018]

насочување на учениците, можност за нивна социјализација со врсниците, развивање на креативноста, спорт и спортски активности.³⁰

3.1. Организациона поставеност на основните училишта

Основните училиште во Република Македонија содржат девет одделенија. Наставниот план и наставната програма се прави според возраста на учениците. Од прво до петто одделение учениците имаат по еден наставник, помалку предмети и можеби по некој дополнителен наставник за одредени предмети, додека пак од шестто до деветто одделение наставната програма содржи повеќе предмети со различни наставници за секој од нив.

3.2. Програмски содржини на основните училишта

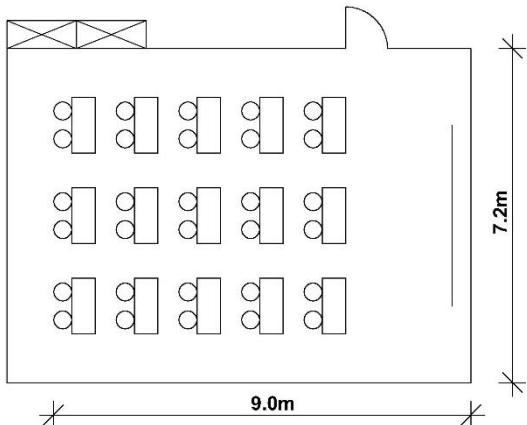
Програмските содржини на основните училишта опфаќаат општи и специјални училиници за различните видови на предмети, како и многу други споредни простории. Најзастапените наставни предмети во општата наставна област се: јазици, стручни предмети, математика, природни и општествени науки како и комбинација на изборни и задолжителни предмети и стимулативна настава. Добро е во училиштата да има и повеќенаменските простории кои можат да се приспособат на други области. Доколку има простории за цртање треба да бидат осветлени со дневна светлина доколку е возможно од север. Што се однесува до училиниците по музичко образование, треба да се избегне тие да попречуваат на останатата настава и затоа треба соодветно да се лоцираат и да се задушува на звукот. Бројот на катови на училиштата може да изнесува максимум три - четири ката, но најдобро е да има еден или два ката.

Според директивите за изградба на училишта, при димензионирањето и организирањето на наставните простории, најчесто се предвидуваат работни маси со по две работни места. Ако има еднострano осветлување во училиницата, максималната длабочина на просторијата треба да изнесува 7,2m. За да може мебелот слободно да се распоредува треба да се планира двостано осветлување. Растојанието меѓу сидната табла и последното работно место за учениците не треба да биде поголемо од 9m. Останати пропишани вредности кои треба да се запазат се: површината да биде $\leq 1,8 - 2m^2$ простор по ученик, а воздушниот простор треба да биде $\leq 5-6m^3$ / простор по ученик. Висината на просториите за настава треба да е минимум 3m така што елементите на спуштен плафон не смеат да ја намалат висината за повеќе од 0,3m.³¹

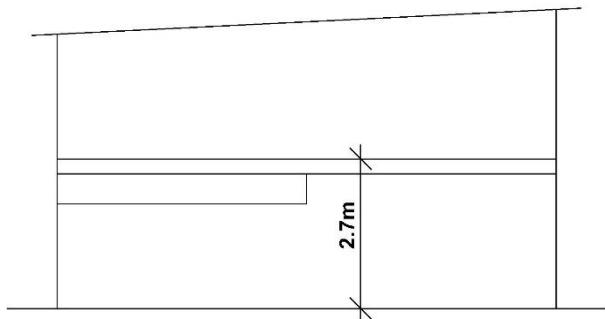
³⁰ МОН 2015, Закон за основното образование. Достапно на:

<http://mon.gov.mk/images/documents/zakoni/2015.pdf> [07 август 2018]

³¹ Нојферт Е. 2010, Архитектонско проектирање, прев. Арс ламина, Скопје



Слика 12. Максимални димензии на просториите за настава, извор: Нојферт Е. 2010, *Архитектонско проектирање*, прев. Арс ламина, Скопје



Слика 13. Висина на просториите за настава, извор: Нојферт Е. 2010, *Архитектонско проектирање*, прев. Арс ламина, Скопје

Библиотеката и медиатеката треба да служат како информативен центар за настава, дообразување и поминување на слободното време. Нивни корисници се ученици и наставници, а понекогаш дозволени се и надворешни корисници. Библиотеката опфаќа конвенционална ученичка и наставничка библиотека што вклучува изнајмување на книги, места за читање и за работење и соодветна опременост со книги и списанија. Медиатека преставува проширување на библиотеката со уреди за различните медиуми, односно за аудиовизуелен материјал со соодветна опременост. Пропишани вредности за задоволување на неопходниот простор се од $0,35\text{m}^2$ до $0,55\text{m}^2$ по ученик, така што за издавање на книги и враќање околу 5m^2 по работно место вклучувајќи и каталогска површина од околу $20-40\text{m}^2$. За библиотекар, медиумски педагог, медиумски техничар, треба да има околу $10-20\text{m}^2$ по соработник. Компактното складирање на книги и магазини по 1000 томови при околу 20-30 тома на метар полица од регал бара околу 4m^2 каде што влегува и просторот за движење. Пултовите за читање и каталогзи за 1000 тома стручна литература или прирачници околу $20-40\text{m}^2$. Општата заедничка работна зона за околу 1000 тома прирачна литература, лексикони и друго околу треба да изнесува 25m^2 за околу 5% од учениците односно наставниците, но треба да има најмалку 30 работни места по 2m^2 што би изнесувало околу 60m^2 . Треба да се обезбеди и групен работен простор за осум до десет лица со околу 20m^2 .³²

Кога станува збор за простории за јадење со повеќе од 400 места, треба да се земе во предвид одредбата за собири. Големината и опремата зависат од системот на исхрана, издавањето храна и враќање на садовите. За помлади ученици може да се направи систем за издавање храна како група на маса или како самопослужување. Капацитет на издавање на порции е од 5 до 15 порции во минута односно 250-1000 порции на час при

³² Нојферт Е. 2010, *Архитектонско проектирање*, прев. Арс ламина, Скопје

различна потреба од персонал. Потребната површина на систем за издавање изнесува околу $40\text{-}60\text{m}^2$ трпезарија според бројот на ученици и бројот на смени најмалку $1.2\text{-}1.4\text{m}^2$ по место за јадење. Поголемите површини треба да се поделат на поединечни простории. На влезот треба да се предвидат и мијалници.

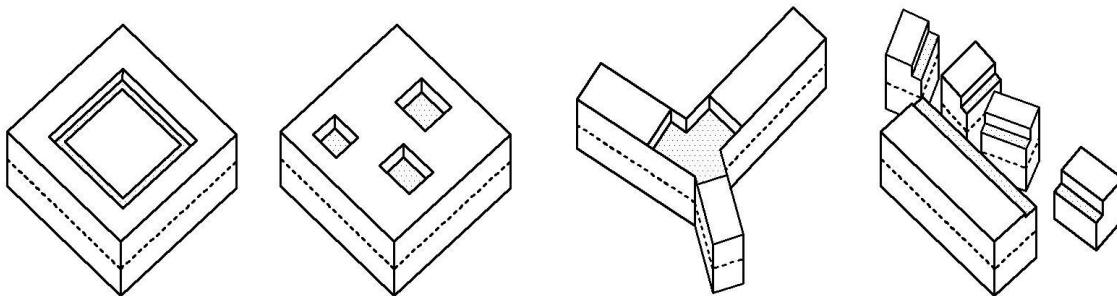
Хоризонталните и вертикалните комуникации по правило треба да служат и како излези за спасување. Затоа светлата широчина на патеките за спасување треба да е најмалку 1m за 150 лица, додека пак широчината на ходникот во наставните простории најмалку 2m. Кога станува збор за помалку од 150 лица доволно е 1.25m широчина. Широчина на скалите во наставните простории изнесува 1.25m, а останати патишта за спасување се 1m. Максимално дозволена должина на патеката за спасување е 30m сметајќи го и скршнувањето до средината на просторијата, 25m воздушна линија мерено од врата на скалилата до најдалеченото работно место. Капацитетот на скалите главно зависи од бројот на корисници и помалото просечно оптоварување. Доколку има рампи треба да се со наклон макс 6%

Вратите е дозволено е да се отвараат кон внатре и кон надвор, но треба да се внимава кога вратите се отвараат кон надвор да не го попречуваат движењето на учениците и затоа можат да навлегуваат максимум 20cm во правецот на бегство. Вратите од просториите со повеќе од 40 ученици или од просториите со зголемена опасност мораат да се отвараат во правецот на бегство.

Простории за пауза според насоките за затворени површини за пауза се предвидуваат да бидат од $0,4\text{m}^2$ до $0,5\text{m}^2$. Тие треба да се формираат така што да можат да се користат и за училишни приредби а исто така и просториите за исхрана и повеќенаменските простории можат да се користат и како простори за пауза. Наткриените патеки помеѓу училишната зграда и спортската сала исто можат да се оформат како простори за пауза или како наткриени спортски површини. Во секое поголемо училиште секако треба да се предвидат и групни простории за приредби и прослави. Тоа може да се постигне со привремено зафаќање на повеќе простории и комуникациите меѓу нив.

Потребниот број на тоалет школки, писоари и мијалници се димензионира според вкупниот број ученици, одвоени според полот со одвоени влезови за девојчиња и момчиња, соодветно на насоките за изградба на училиште. На една тоалет-школка за машки односно на два тоалет-школи за женски е предвиден по еден мијалник. Тоалетите треба да бидат директно осветлени и проветрени.

Може да има повеќе градежни форми: како групација со централен двор, како групирани павиљони, како компактен систем со централен двор, како компактен систем со отвори за светлина и др.³³

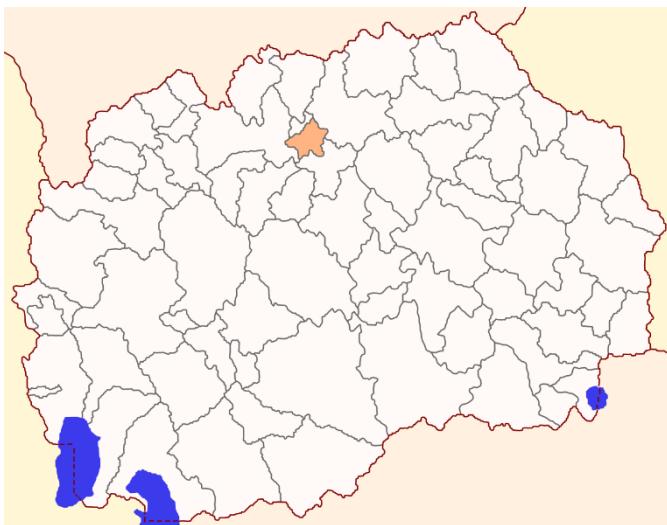


Слика 14. Различни градежни форми на објектот, извор: Нојферт Е. 2010, Архитектонско проектирање, прев. Арс ламина, Скопје

³³ Нојферт Е. 2010, Архитектонско проектирање, прев. Арс ламина, Скопје

4. АНАЛИЗА НА ЛОКАЦИЈА

4.1. Поширока локација (Општина Илинден)



Слика 15. Локација на Општина Илинден во Македонија, извор: Википедија, Општина Илинден.

Достапно на:

<https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%98%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD> [08 август 2018]

Илинден е општина која се наоѓа во источниот дел на Скопската Котлина и се граничи и со Општината Куманово. Целата Општина Илинден брои околу 15 894 жители и зафаќа површина од 97,02km² со густина на населеност од 163,82 жители на km². Во состав на општината покрај населбата Илинден (Белимбегово) влегуваат уште 11 села: Ајватовци, Бујковци, Бунарџик, Бучинци, Дельјадровци, Кадино, Марино, Миладиновци, Мралино, Мршевци и Текија. Околу 70% од земјиштето на општината е земјоделски обработливо (претежно со житни култури), исто така на територијата на општината се наоѓаат и некои важни индустриско-стопански објекти како Рафинеријата за нафта ОКТА и Слободната економска зона Бунарџик.³⁴

Општината Илинден активно работи на стратегии и политики за енергетска ефикасност преку проектот „Енергетска ефикасност во Јавните општински установи“. Како дел од проектот ставен е во употреба енергетско-ефикасниот систем за греене и ладење со користење на алтернативни, обновливи извори на енергија, во објектите на: Основното училиште „Гоце Делчев“, Детската градинка, Домот на култура „Илинден“, на вкупна површина од 7.00m². Целта на проектот е подобрување на условите за работа во областите на образоването, згрижување на децата од предучилишна возраст и Културата, односно во училиштата, детската градинка и Домот на Култура, создавање на услови за развој на културата и културното живеење во Општината, како и заштита на животната средина со доследно следење на Стратегијата за одржлив развој. Општината Илинден е една од првите општини кои започнале со примена на алтернативните и обновливи извори на енергија во јавните општински објекти, особено со примена на енергетско-ефикасните системи за греене и ладење кои ја користат топлината на подземните води и така се постигнуваат заштеди до 40% од трошоците за електрична енергија и енергенси за затоплување. Покрај тоа Општината работи и на изградба на нов високо енергетско-ефикасен објект за Средно Општинско Стручно

³⁴ Општина Илинден 2012, Профил на Општина Илинден. Достапно на: http://ilinden.gov.mk/sites/default/files/dokumenti/Profil_na_Opshtina_Ilinden_2012_MKD.pdf. [08 август 2018]

Училиште, со иновативен пристап и воведени нови технологии и еколошки материјали, греење и ладење со искористување на топлинската енергија од подземните води, при што заштедата на енергија достигнува до 60%.

На подрачјето на Општина Илинден има развиен систем на асфалтирана улична и патна мрежа и има многу добра сообраќајна поврзаност, бидејќи преку нејзината територија поминуваат делниците М-1, М-3 и М-4, а од меѓународните автопати: Е-75 (коридор 10) и Е-65 (коридор 8) исто така поминува железничката линија Белград-Скопје-Атина и меѓународниот аеродром "Александар Велики".³⁵



Слика 16. Карта на Општина Илинден со селските атари, извор: извор: Википедија, Општина Илинден. Достапно на: https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%98%D0%98%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BD [08 август 2018]

4.2. Потесна локација (населба Јака)

Новата населба Јака се наоѓа на територијата на општина Илинден, на 15 километри од центарот на Скопје, долж автопатот и пругата Скопје – Куманово, која е сеуште во изградба на некогашниот празен зелен рид во атарот на Марино. Населбата е планирана како приградска населба наменета првично за млади брачни двојки кои сакаат да си изградат дом во една типска населба. Парцелите за изградба на семејни куки се со различни површини од 350m² до 650m². Новата населба се простира на вкупна површина од 28 хектари и опфаќа околу 500 градежни парцели. Се работи на уредување на патната инфраструктура, а исто така покрај семејни куки предвидени се и трговски центар, хотелско-сместувачки капацитети, забавен парк, спортско-рекреатвен центар и плоштад.³⁶

³⁵ Општина Илинден 2012, Профил на Општина Илинден. Достапно на: http://ilinden.gov.mk/sites/default/files/dokumenti/Profil_na_Opshtina_Ilinden_2012_MKD.pdf. [08 август 2018]

³⁶ Build 2014, Населба Јака. Достапно на: <http://build.mk/proekti/naselba-jaka/>. [08 август 2018]



Слика 17. Просторен приказ на Населбата Јака, извор: Build 2014, „Инком Инженеринг“ и „Есперанца“ се победници на конкурсот за населбата „Јака“. Достапно на: <http://build.mk/inkom-inzhenering-i-esperantsa-s/> [08 август 2018]



Слика 18. 3D Приказ на населбата Јака, извор: Build 2015, Стотина граѓани ги искористија бесплатните проекти при изградба на куќи во Илинден. Достапно на: <http://build.mk/stotina-gragani-gi-iskoristija-bespl/> [08 август 2018]

4.3. Природни карактеристки на локацијата

Покрај потесната локација се разгледува и пошироката територија на локацијата како и карактеристиките на целокупната Општина и околината.

4.3.1. Географска положба

Општина Илинден се наоѓа на географски координати $41^{\circ}59'45''\text{N}$ $21^{\circ}34'55''\text{E}$, поточно на 10km оддалеченост од потесното градско подрачје на главниот град Скопје. Го зафаќа источниот дел на Скопската котлина, на тромеѓето Скопје-Куманово-Велес. Во основа, територијата на Општината има рамничарска морфологија на теренот со 80% од површината, а 20% е мал ридест дел во северозападен правец на падините од Скопска Црна Гора. Поради својата географска положба и богатата инфраструктура, Општина Илинден претставува одлична средина за индустриски и економски развој. На запад се

граничи со Општина Гази Баба, од северозапад со Општина Арачиново, на север - североисток со Општина Куманово, а на исток и југ со Општина Петровец.

4.3.2. Хидрографија

На целата територија на Општината има скромна хидрографија, бидејќи нема постојани природни водотеци, освен сливот на Сува Река составен од две помали реки кои се во поголемиот дел од годината пресушени. На поголем дел има отворени одводни канали за одводнување на површинската и високата подземна вода кои се користат и за наводнувањена земјоделските површини. Каналската мрежа која е дел од системот Скопско Поле се состои од главни, секундарни и терцијални канали за одводнување на површините, чија вкупна должина изнесува околу 100km. Исто така, постои и мала вештачка акумулација на Сува Река кај населеното место Бучинци со површина од околу 2ha и длабочина 3 до 4 метри која се користи за собирање на надојдените води од падините на Скопска Црна Гора и заштита од поплава на населените места по сливот на реката (Мршевци, Бујковци и Миладиновци). Во минатото, се користела за наводнување на земјоделските површини во околната. Кога има подолги периоди на суши и оваа акумулација пресушува.³⁷

4.3.3. Геолошка структура и релјефни карактеристики на теренот

Територијата на целата Општината се наоѓа меѓу 230m и 550m надморска висина помеѓу суво земјиште на исток и север, а барско земјиште на југ и запад страна. Од геолошка гледна точка, најмногу се застапени делувијални почви настанати со ерозија и транспортирање на матичниот субстрат на почвата од повисоките ридски предели, со помош на површинските води и водотеци настанати од поројни врнежи. Почвата во најголемиот дел е песоклива, лесно цедлива, пропустлива, топла и добро аерирана. Содржи низок процент на инертна влажност и низок воден капацитет, поради што е подложна на суши. Исто така, застапени се разновидни глини, сиво-бели лапорци, песоци, слабо врзани песочници, крупно зрнести песоци, глиновити песоци. Просечниот литолошки состав претставува глина со тенки прослојки и млазеви од песокливи и прашнести глини кои се добро збиени и водонепропустливи. На територијата на Општината издвоени се повеќе геолошки формации како квартер, неоген, креда, тријас, рифеј и прекамбриум. Територијата на Општината лежи на алувијален нанос и органомочуришни седименти кои се развиле во текот на квартер. Алувијалните наноси претставуваат мека и трошна маса погодна за обработка. Органогено-мочуришните седименти се застапени во најголем дел од површината на Општината. Овие седименти се изградени од органогена тиња со висока содржина на хумусна материја, поради што, денес тоа е најплодна почва. Поголемиот дел од територијата на Општината е под 400m надморска висина и е благобрановиден со падови кои постепено се спуштаат кон полето наречено Блатија. Затоа и на територијата на Општина Илинден, поради рамничарскиот релјеф, отсекогаш постоеле поволни услови за одгледувањена мошне квалитетни земјоделски култури. Покрај ова, во рамничарските предели на Општината процесот на ерозија е слаб, што придонесува негативните последици да бидат минимални.

³⁷ Општина Илинден 2012, Профил на Општина Илинден. Достапно на: http://ilinden.gov.mk/sites/default/files/dokumenti/Profil_na_Opshtina_Ilinden_2012_MKD.pdf [08 август 2018]

4.3.4. Климатски карактеристики

На територијата на целата Општина може да се почуствуваат влијанијата на континентална и послаба медитеранска клима на што климатските карактеристики произлегуваат од повеќе фактори како географската положба, влијанието на Егејското Море, надморска височина и локалните орографски услови. Преку Катаничката Клисура и Кумановско – Прешевската превлака од север и северозапад навлегуваат на територијата континенталните воздушни маси. Поради тоа летата се топли и суви, а зимите се умерено студени. Средната годишна температура на воздухот изнесува $12,2^{\circ}\text{C}$, апсолутната максимална температура изнесува $41,5^{\circ}\text{C}$, а апсолутниот минимум изнесува минус $25,6^{\circ}\text{C}$. Во летните месеци средниот месечен максимум изнесува $30,9^{\circ}\text{C}$ додека пак минималните температури се регистрираат во јануари со средно месечен просек од $+0,2^{\circ}\text{C}$. Висината на атмосферските врнежи се движи околу 500mm годишно, а средно годишната релативна влажност на воздухот изнесува 70%. Врнежите, главно, се застапени со дожд, додека снежната покривка се задржува просечно 25 дена во годината. Во просек деновите зафатени со магла се околу 63 дена, а годишната инсолација изнесува просечно 2.102 сончеви часови. Од ветровите преовладува Вардарецот кој се дува од северозападен правец, но се јавуваат ветрови од сите правци и меѓуправци. Средната брзина на ветерот е од 6 до 8 m/s и е приближно иста во сите правции, но сепак максималната брзина е измерена од североисточен правец и изнесува 23 m/s .

4.3.5. Вегетација и животински свет

Во ова подрачје има специфични природни услови и промена на клими и затоа растителните видови се присутни во мал број и преовладува тревната заедница и пасиштата. Човечкиот фактор имал негативно влијание на ваквата состојба бидејќи шумите биле неконтролирано сечени, но и развојот на сточарството имало свој удел. Во однос на природната шумска вегетација може да се најдат поединечни стебла од од даб благун, полски брест, дива круша, врба, чалија, дива роза и др. На територијата на Општина Илинден има околу 50 хектари површини под шуми, што претставува 0.046% од вкупната површина на Општината. Од таа површина 20% се листопадни и 80% се зимзелени шуми. Имајќи ја на ум малата површина на пошуменост во целата општина, се работи на акции за пошумување со цел да се збогати шумскиот фонд. Пошумувано е претежно со црн бор, јасен, багрем и др. кои формираат квалитетни шумски појаси со големо заштитно - еколошко значење и кои придонесуваат за намалување на негативните влијанија врз животната средина. Еко системот на флората и фауната не се одликува со некоја позначајна разновидност главно поради малата површина на околината и на целокупната општина.³⁸

³⁸ Општина Илинден 2012, Профил на Општина Илинден. Достапно на: http://ilinden.gov.mk/sites/default/files/dokumenti/Profil_na_Opshtina_Ilinden_2012_MKD.pdf [08 август 2018]

5. АНАЛИЗА НА ПРОЕКТОТ

Целокупниот објект се разгледува од повеќе аспекти преку анализа на локацијата и условите, потребната програма и распоред за исполнување на барањата, процесот на генеза на формата и дизајн, конструкцијата и употребените материјали, како и пристапот до објектот, целокупното движење на пешаци и возила и паркинг.

5.1. Општи услови на локацијата

Конкретната локација за енергетското ефикасно училиште е во новата приградска населба Јака во Општина Илинден се со цел да ги исполнува потребите на новата населба и новонаселените фамилии во станбената зона со нови куќи. При тоа се земаат во предвид карактеристиките и условите на потесната и пошироката локација, со што училиштето се надоврзува и на поширокиот план на Општината Илинден.

Избраната локација е на државна урбанистичка парцела која според урбанистичкиот план е со намена Д1 - парковско зеленило, но за потребите на училиштето се пренаменува во В1 – образование и наука со тоа што и четири од парцелите со намена А1 – домување во станбени куќи на југозападната страна се пренаменети за потребите на парцелата на училиштето при што и улицата е пренасочена и оди од западната страна на станбените парцели. Планирано е училиштето да се приклучи на новопроектираната инфраструктурна мрежа на населбата, а воедно се внимава и на обезбедување сигурен и безбеден пристап до училиштето.

Новодобиената целокупна парцела има површина од 4342m², при што изградената површина под објектот изнесува 2100m², а останатиот отворен простор е исполнет со зеленило и површина за игра кој изнесува 2242m².

5.2. Потреби и програма

Програмата е направена според законот за стандарди и нормативи за задоволување на потребите на околу 450 деца распоредени во по два класа од прво до деветто одделение, односно вкупно 18 класа, кои ја посетуваат наставата во две смени. За исполнување на нивните потреби има вкупно 10 училиници, ателье, училиница за музичко, училиница за физика, училиница за хемија, библиотека, спортска сала, менза и хала за училишни настани, претстави и сл. Воедно исполнети се и потребите за администрацијата односно има сала за состаноци, канцеларии, додека пак за потребите за мензата има кујна и простор за складирање храна.

5.2.1 Табели

Табела 1. Нумерички показатели

НАМЕНА	ПОВРШИНА	ОПИС
Парцела	4342m ²	Вкупна површина на парцелата
Површина за градба	2100m ²	Површина под изградениот објект
Вкупно изградена површина	3800m ²	Вкупно изградена површина на сите катови
Процент на изграденост	48.36%	Површината на градба во однос на површината на парцелата
Коефициент на искористеност	0.87	Вкупно изградената површина во однос на површината на парцелата

Табела 2. Површини во подрум

НАМЕНА	ПОВРШИНА	ОПИС
Простор за паркирање	930.38m ²	32 паркинг места и простор за хоризонтална комуникација
Технички простории	39.98m ²	Технички простории за инсталации, топлотна пумпа, рекуператор.
Вертикални комуникации	118.44m ²	Рампа за автомобили, скалишно јадро, лифт
Резервоар	30m ²	Резервоар за искористување на техничка вода

Табела 3. Површини во приземје

НАМЕНА	ПОВРШИНА	ОПИС
Училиници	313.05m ²	5 училиници за класична настава
Кабинети за професорите	44.36m ²	3 кабинети за складирање на училишни помагала и материјали
Санитарии	37.44m ²	Одделни тоалети за машки и женски за потребите на учениците на приземјето
Простории за вработени/обезбедување	58.96m ²	2 Простории за обезбедување и за складирање при влезовите
Ветроборани	28.62m ²	2 ветроборани кај двета влеза во училиштето
Спортска сала	439.41m ²	Училишна повеќенаменска спортска сала
Гардероби	50.39m ²	Одделни гардероби и санитарии за потребите на спортската сала
Просторија за спортска опрема	15.29m ²	Оста за опрема за салата и спортски материјали
Остава	13.86m ²	Просторија за одржување хигиена
Просторија за хигиеничарки	22.18m ²	Просторија за хигиеничарките и сл.
Библиотека	47.08m ²	Долен дел од библиотеката што е организиран како читална
Внатрешен двор	73.26m ²	Атриум организиран како градина
Училиница за физика	51.43m ²	Специјализирана училиница по физика
Училиница за музичко	52.99m ²	Училиница наменета за музичко образование
Хол	93m ²	Двовисински хол наменет за одржување настани, претстави, концерти и сл.

Менза	162.18m ²	Училишна менза која ги исполнува потребите на учениците
Кујна со пропратни простории	99.33m ²	Кујна, склад, гардероба и санитарии за вработените
Ходник	307.13m ²	Хоризонтални комуникации
Вертикални комуникации	32.75m ²	Скали, лифт

Табела 4. Површини на прв кат

НАМЕНА	ПОВРШИНА	ОПИС
Училници	312.37m ²	5 училници за класична настава
Кабинети за професорите	41.53m ²	3 кабинети за складирање на училишни помагала и материјали
Санитарии	37.44m ²	Одделни тоалети за машки и женски за потребите на учениците на приземјето
Остава	5.87m ²	Просторија за одржување хигиена
Тераси	480m ²	2 Тераси на двета краја на училиштето отворени за употреба.
Сала за состаноци	57.59m ²	1 сала за состаноци за потребите на професорите
Санитарии за вработени	31.91m ²	Тоалети за потребите на вработените
Канцеларија за педагог/психолог/дефектолог	32.51m ²	Отворена канцеларија за педагог, психолог, дефектолог
Библиотека	25.76m ²	Горен дел од библиотеката што е организиран како галерија
Училница за хемија	51.15m ²	Специјализирана училиница за практични експерименти по физика

Атеље	52.99m ²	Училиница намената за и ликовно образование
Простории за администрација	155m ²	Канцеларии за вработените, архива, заеднички простор
Ходник	208m ²	Хоризонтални комуникации
Вертикални комуникации	32.75m ²	Скали, лифт

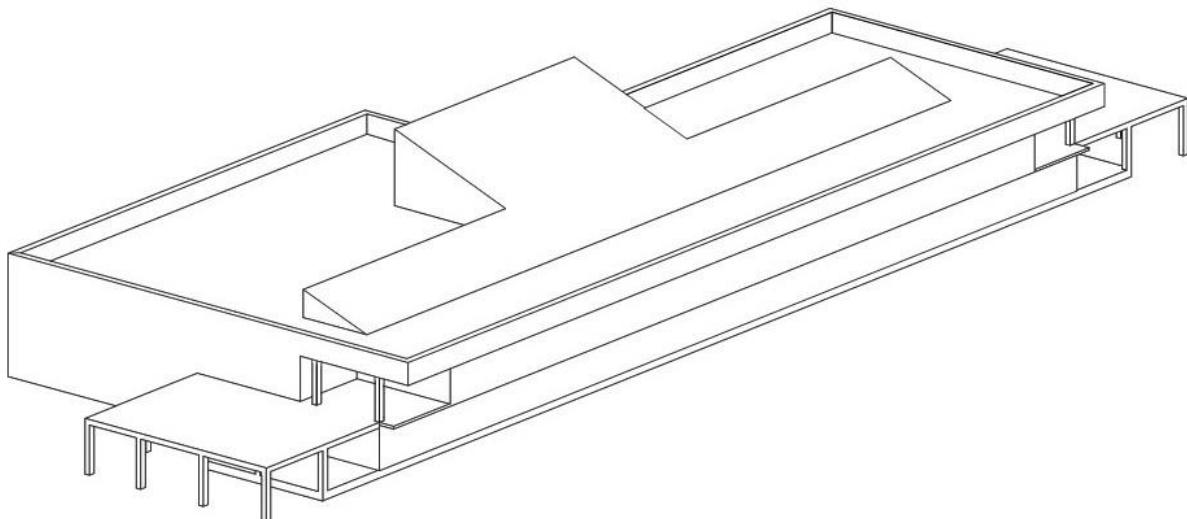
Табела 5. Површини на кровна тераса

НАМЕНА	ПОВРШИНА	ОПИС
Техничка просторија за греење	43.42m ²	Техничка просторија за потребите за греење
Скали и ходник	25.8m ²	Пристапни скали до кровот
Лифт	11.13m ²	Пристапен лифт до кровот
Резервоари за вода	18.3m ²	Два резервоари за искористување на техничка вода
Прооден кров	1523.82m ²	Пристапна проодна тераса на кровот на училиштето

5.3. Форма

При дизајнирање на формата на училиштето вниманието е насочено кон тоа училиштето да има што покомпактна форма за да биде во согласност со енергетски ефикасните услови и да биде во корелација со формата на парцелата. За таа цел објектот има речиси правоаголна форма, но со мали прекршување и внатрешен двор кој е уреден како внатрешна училишна градина.

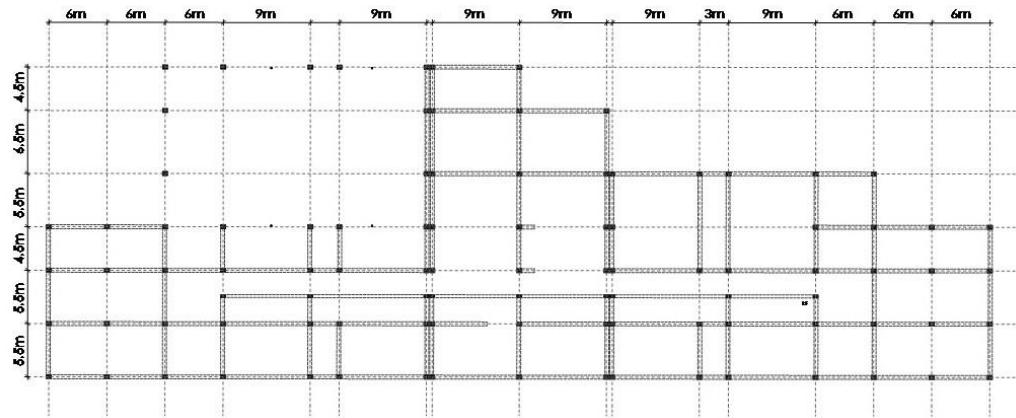
Формата го следи ортогоналниот линеарен концепт на објектот кои водат до севкупна регуларност и рационалност како на поединечните делови така и на целината. Водејќи се според овие идеи новопроектираниот објект со својата едноставност доведува до економичност што е една од целите на ова истражување.



Слика 19. Форма на објектот, извор: од авторот

При проектирање и добивањето на формата водено е сметка за ориентираноста на објектот за соодветно искористување на сончевата топлина и светлина како и на останатите природни дадености на самата локација, како на пример орентираноста на стандардните училиници е кон југоисточната страна, додека пак на училиницата за ликовно образование односно атељето е кон северната страна за да има дифузна светлина.

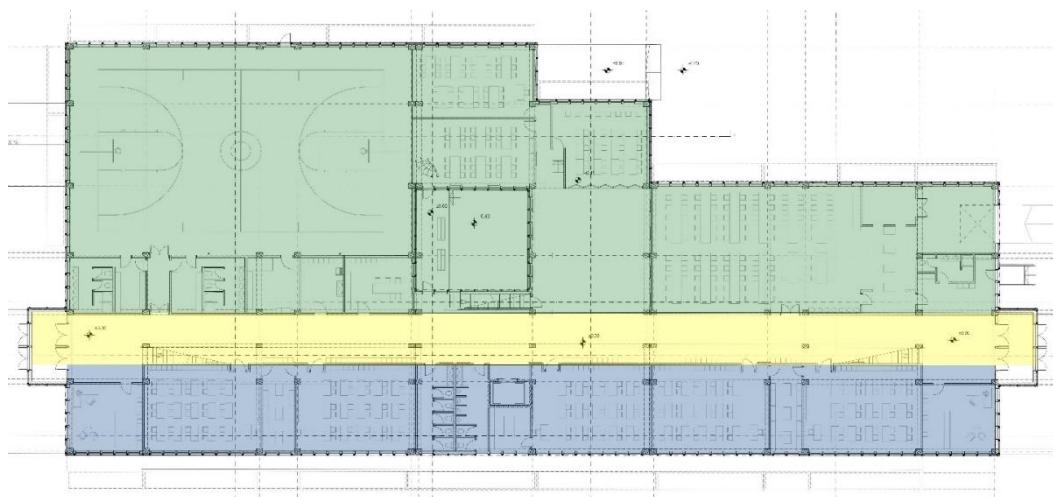
Употребен е модул од 3m при проектирањето кој со мултилицирање е соодветен за потребите на една класична училиница, како и за останатите помошни простории. На тој начин се добива симетрична мрежа по подолгата страна на објектот, додека пак на другата страна модулот се приспособува на конкретната функција на просторот.



Слика 20. Модуларна мрежа, извор: од авторот

5.4. Распоред на програмата

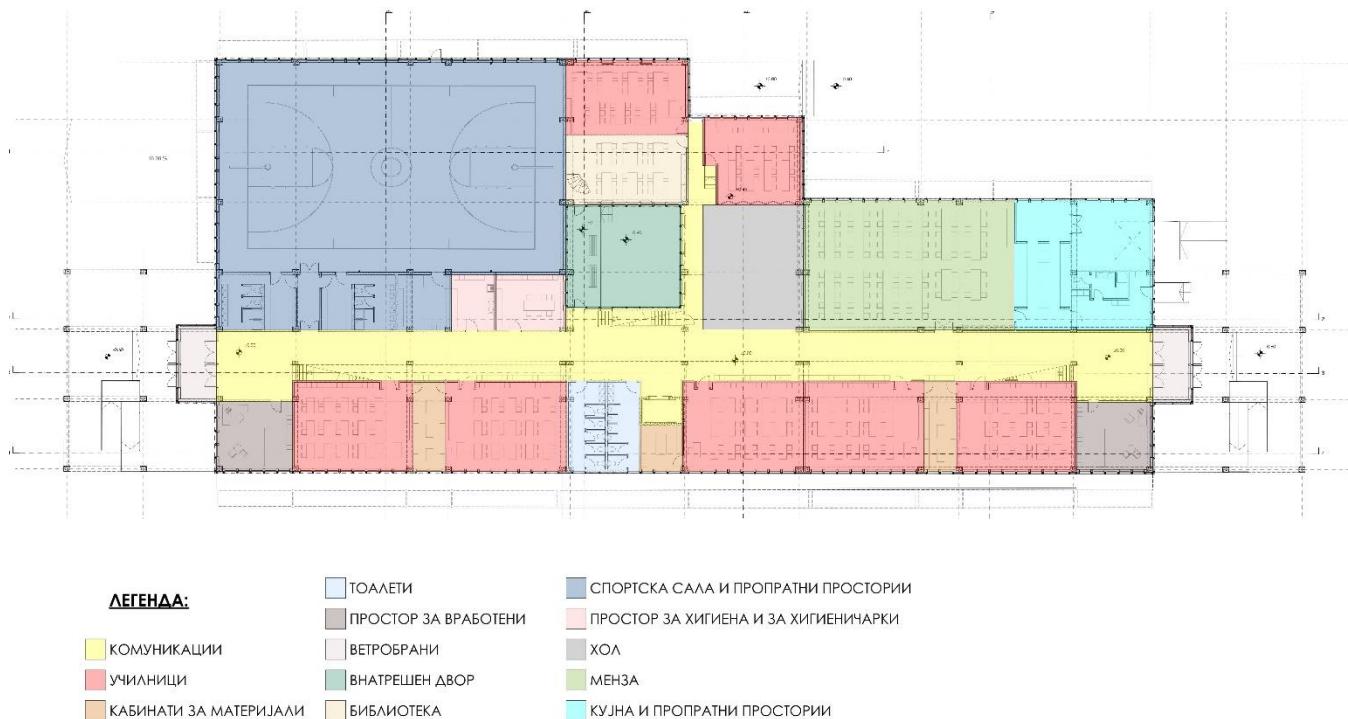
Целокупната програма го следи линеарниот концепт на објектот односно просториите се низнат на еден линеарна непрекината хоризонтална комуникација со пристап од двата краја, со правец југозапад кон североисток.



Слика 21. Линеарна комуникација и поделба на програмата, извор: од авторот

Главната поделба на програмата се врши со помош на главниот ходник така што од едната страна се наоѓаат главните едукативни простории додека пак од другата се останатите пропратни содржини. Југоисточната страна има максимално искористување на природната сончева светлина и топлина па затоа на оваа страна се лоцирани стандардните училиници каде што учениците го поминуваат поголемиот дел од својот ден, како и кабинетите за професорите и наставните материјали. Оваа програма се повторува и на горниот кат со тоа што целиот дел е поместен за 1.25m што овозможува соодветна настрешница и заштита од прегревање и сончева светлина на долниот кат. Додека пак на северозападната страна на приземјето, на едниот крај е сместена спортската сала пропратена со гардеробите и санитариите, а на другиот крај се наоѓа мензата заедно со кујната и гардероби и санитари за вработените во кујната. Помеѓу овие два простори се наоѓаат училишниот двовисински хол за одржување на училишни настани, кој доаѓа како проширување на ходникот и училиницата за музичко образование

што е одделна од останатите за да не пречи во наставата, која за време на настани може да се отвори и да се користи како бина. Исто така тука се наоѓа и внатрешниот двор кој е организиран како училишна градина, специјализираната училиница за физика како и библиотеката која е двовисинска. Организацијата на просториите на катот се разликува од приземјето со тоа што има двовисински простори во делот на спортската сала, внатрешниот двор, училишниот хол, мензата и библиотеката, а исто така тука се сместени и повеќе кацеларии за администрацијата, салата за состаноци, специјализираната училиница за хемија и атељето кое е ориентирано кон северозападната страна за да има дифузна светлина која нема да пречи на работата. На катот главниот ходник кој ја прави главната поделба помеѓу намените е организиран како галериски простор што овозможува отвореност на приземниот ходник кон кровот и соодветна вентилација и осветленост. На двета краја на катот има големи отворени тераси кои се за слободна употреба за учениците со што се зголемуваат отворените простори и отворената површина која би можела да се искористи како градина. Главните скали кои ги поврзуваат приземјето со катот се надоврзуваат на линеарноста на ходникот и на линеарниот концепт.



Слика 22. Програма на приземје, извор: од авторот



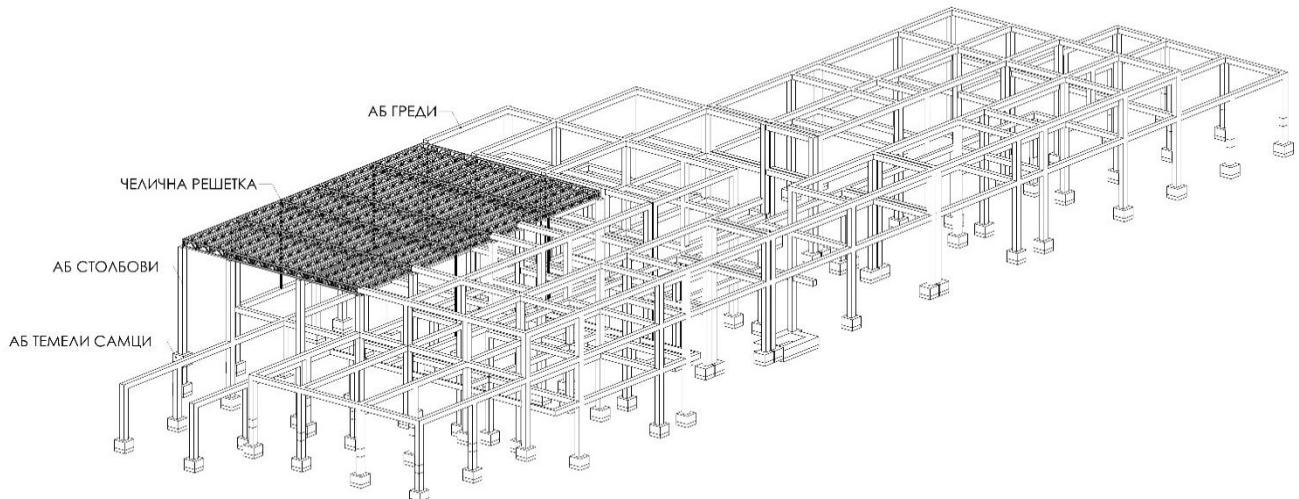
Слика 23. Програма на прв кат, извор: од авторот

Кровот на објектот е организиран како проодна кровна тераса отворена за користење по потреба. Тука се наоѓа една техничка просторија за греене, соларните панели како и полутурнспарентните соларни панели кои се поставени под агол од 20° и се насочени кон југоисточната страна.

За задоволување на потребите за паркирање, кои според правилникот за стандарди и нормативи за урбанистичко планирање изнесува 1 паркинг место на секои $100m^2$ вкупно изградена површина е организирано во едно подземно ниво под објектот до кое се пристапува со отворена рампа со наклон 16% , се со цел да не се нарушат отворените и зелените површини во самата парцела. Во подрумот исто така се наоѓаат и техничките простории за инсталациите.

5.5. Конструкција и материјали

Носечкиот конструктивен систем на училиштето е армирано бетонска конструкција составена од армирано бетонски столбови, греди, платна, плочи и темели самци, при што столбовите се со напречен пресек $40/50cm$, гредите со пресек $40/40cm$, плочите со дебелина $20cm$ и платната со дебелина $20cm$ кои главно се наоѓаат кај лифтовското јадро. Скалите кои се користат како вертикални комуникации се исто така од армирано бетонска конструкција. Темелите се проектирани како темели самци со димензии $100/100cm$ и дебелина $50cm$ при што се вкопани за $120cm$. Меѓукатната конструкција која е од армирано бетонски плочи е со соодветна изолација и завршна обработка со плочки, линолеум или дрвен под. Поради големата должина на објектот, повеќе од $70m$, објектот има две дилатации на армиранобетонската конструкција за да се елиминираат неповолните влијанија како и за обезбедување на потребната регуларност на конструктивниот систем во основа и по висина како и елиминирање на опасноста од торзија. Во спортската сала поради совладувањето на поголем распон употребени се примарни и секундарни решетки и дополнително се поставени челични столбови на одредени места.



Слика 24. Конструкција на објектот, извор: од авторот

При обликување на фасадата водено е сметка за употреба на материјали кои допринесуваат за енергетската ефикасност на објектот и се лесно достапни и економични, но воедно е се внимава и на целокупната естетика на фасадата и за таа цел е надворешниот сид е од пенобетон со дебелина 30cm и од надворешната страна е поставена прозирна топлинска изолација со дебелина 40cm која е вградена во облик на панели и од надворешната страна е покриена со стакло, а на внатрешната страна е покриена со прозирна фолија, додека пак подрумскиот сид е бетонски со дебелина 20cm и соодветна хидроизолација и термоизолација од 40cm. Внатрешните сидови се од полна тула со дебелина 25cm за да се обезбеди потребна звучна изолација помеѓу училиниците и останатите простории за едукација. Прозорите кои се појавуваат на фасадата се со поголема висина и се главно унифицирани со што се поекономични при производство и вградување, односно употребени се прозори со трослојно термоизолациско застаклување со соодветни PVC рамки засилени со вградена топлинска изолација кои се во согласност со естетиката на фасадата.



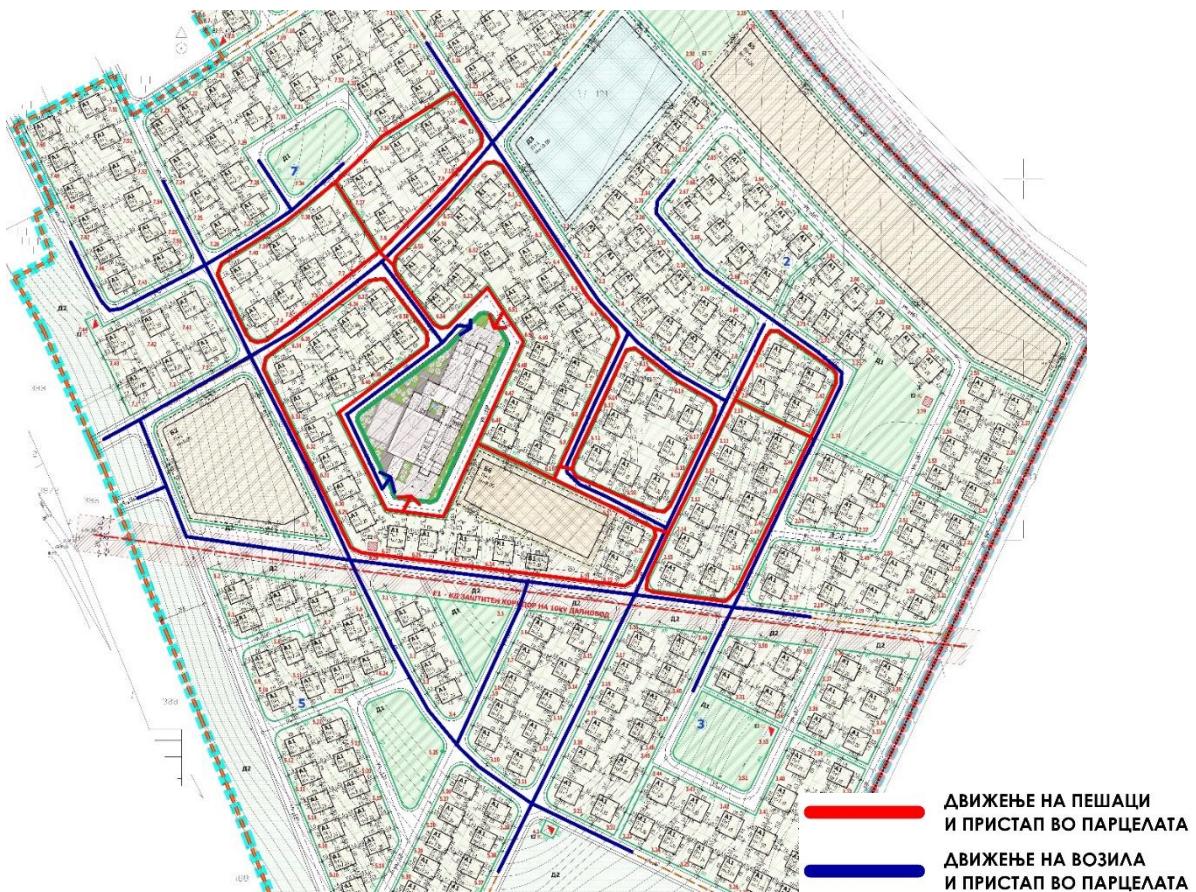
Слика 25. Надворешен сид на објектот,
извор: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

Меѓукатните конструкции се со бетонски плочи со дебелина 20cm и соодветна завршна обработка во однос на намената на просторот. Плочите кои се наоѓаат помеѓу греан и негреан простор, односно плочата над подрумот и плочата под кровот, се со дополнителна термичка изолација од 40cm. Над спортската сала, на решетките поставена е лесна покривна конструкција со челик и соодветна термичка изолација.

5.6. Пристап, движење и паркинг

Движењето е слободно и непрекинато околу целата парцела како за пешаци така и за возила. Улицата е со две коловозни ленти со вкупна ширина од 6м и тротоар со ширина 1.5m, што значи дека е безбедна улица која е значајна за минувачите во центарот на населбата и е лесно пристапна.

Пристапот до парцелата и до објектот со возило е можен од југозападната страна преку улица 10 која ја заобиколува целата парцела, која што не е многу транзитна и е соодветна за пристап во основното училиште. Стационарниот сообраќај за вработените и за посетителите е во подземното ниво под објектот до кое се пристапува преку отворена рампа со наклон 16% од каде што потоа се пристапува во самото училиште преку скалишно јадро или лифт. За потребите на интервентно возило и слично има доволно простор за паркирање на надземното ниво. Во подземното ниво наменето за паркирање има 32 паркинг места кои ги исполнуваат потребите и барањата на корисниците. Додека пак пристапот за сервисното возило во економскиот влез за кујната е посебен и е од североисточната страна. Корисниците можат да пристапат до парцелата од повеќе страни додека пак во самиот објект можат да пристапат преку двата главни влеза од југозападната и североисточната страна кои имаат капацитет да овозможат влегување и излегување на повеќе луѓе истовремено. Исто така проектирана е и рампа за да се обезбеди пристап за лицата со инвалидитет и нивно непречено движење според стандардите и нормативите од правилникот за урбанистичко планирање. Вработените во кујната имаат посебен економски влез кој исто така се наоѓа на североисточната страна, како и спортската сала која има свој директен влез од северозападната страна на објектот.



Слика 26. Движење и пристап до парцелата, извор: од авторот

6. ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ

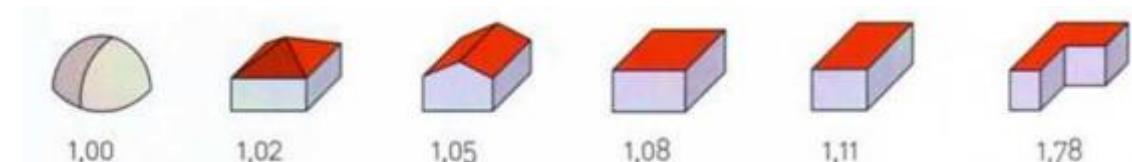
Со откривањето и развојот на различните енергетски системи се прави една нова револуција во техниката и се наоѓа нејзина широка примена. При применувањето на развиени енергенси настануваат големи промени во општеството, како подобрување на квалитетот на користење на енергија. Но при овој развој, се посветува малку внимание на ограничните ресурси на енергија и на големата количина на CO₂ која се емитира и влијае на околната. Затоа во подем е користењето на обновливи извори на енергија како и применување на различни стратегии и принципи со кои се подобрува енергетската ефикасност на објектот.

Производите кои се употребуваат во проектот се компоненти кои имаат сертификат за пасивна куќа, односно се тестирали според унифицирани критериуми и се споредуваат во однос на нивните специфични вредности и се со одличен квалитет во однос на енергетската ефикасност. Со нивната употреба дополнително се придонесува за обезбедување на беспрекорното функционирање на објектот, кој бара висококвалитетни компоненти како: супер изолациски прозорски рамки, високо ефикасни вентилациони единици, проектирање без термички мостови, застаклување што овозможува соларни добивки и сл.³⁹

6.1. Местоположба и облик на објектот

Местоположба на која се планира објектот, како и целата територија на нашата држава има поволна локација, положба и клима за да може без поголеми проблеми да се применат енергетско ефикасните принципи и стратегиите за одржливост. Сонцето, водата, ветерот и сл. може да се користат како обновливи извори на енергија. Има погодни услови за соодветно применување на пасивните принципи како искористување на сончевата енергија за светлина и топлина, бидејќи има голем број на сончеви денови. Исто така треба да се внимава и на движењето на ветровите кои во ова подрачје со движат од север и од северозапад, да се искористат локалните воздушни струења, локалните дрвја, да се внимава на распоредот на просторите и сл.

За да се намали трансмисиониот губиток по површината на обвивката на објектот, важно е градбата да има што покомпактна форма како би се намалила површината преку која се губи топлината. Тоа е претставено со факторот на облик односно односот помеѓу површината и волуменот кој е помал кога зградата е покомпактна.⁴⁰



Слика 27. Фактор на форма на геометриски тела со еднаков волумен,
извор: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, *Pasivna kuća*, SUR ARH d.o.o. Zagreb

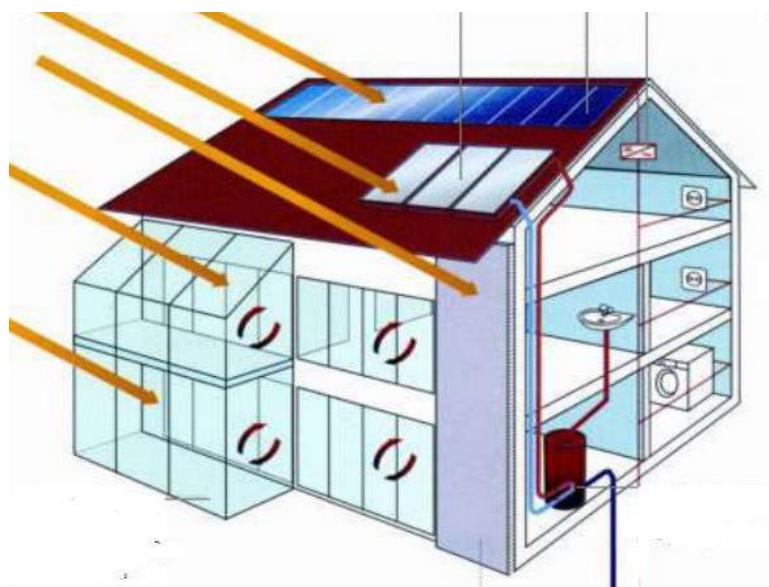
³⁹ Passipedia 2015, Certified Passive House Components. Достапно на:
https://passipedia.org/certification/passive_house_suitable_components. [12 август 2018]

⁴⁰ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, *Pasivna kuća*, SUR ARH d.o.o. Zagreb

6.2. Ориентација и изложеност на сонце

При проектирањето голема улога игра ориентацијата на објектот како и неговата изложеност на сонце, бидејќи количината на сончевата добивка зависи од годишното време и од позицијата на сонцето односно наутро источната фасада е најизложена, на пладне јужната и после пладне западната. Така јужната фасада овозможува максимално искористување на сончевата енергија посебно во зимските периоди. Затоа се препорачуваат поголеми прозорски отвори на јужната фасада како би имало поголемо пасивно искористување на сончевата енергија. Така преку стаклените површини навлегува и светлина и топлина, но има и топлински губитоци бидејќи прозорците имаат послаба топлинска изолација во однос на непрозирната обшивка. Треба да се внимава околните објекти или дрва да не прават сенка врз објектот со што би се оневозможило продирање на сончевите зраци, па затоа можеби е најдобро да има засадено листопадни дрва кои преку лето заштитуваат од сонце, а преку зима не пречат на сончевите зраци. Додека пак на северната страна која не е изложена на сонце треба да има што помали стаклени површини.⁴¹

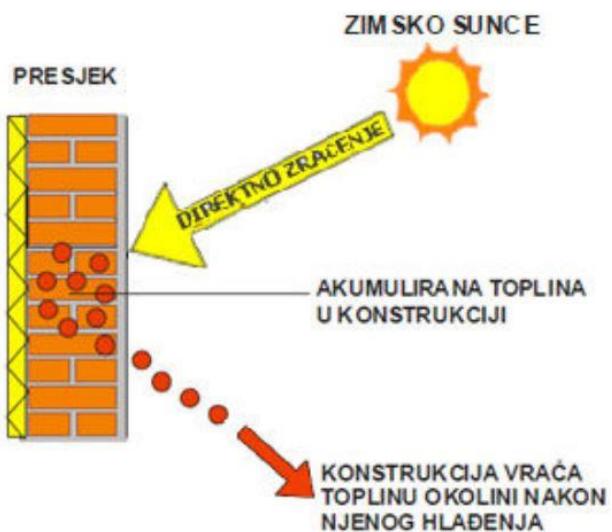
Меѓу поважните функции на обшивката е и да ја складира и зачувава сончевата топлина и да го зрачи подоцна кога нема да има сонце. Колку е површината на материјалот потемна толку е поголема неговата способност на апсорбира топлина и тоа е многу прикладно бидејќи температурата во просторијата не се покчува многу и не доаѓа да прогревање, а кога сидовите се потопли од просторијата и кога доаѓа до ладење тие зрачат топлина и воздухот во просторијата се загрева. За тоа се добри масивните сидови кои многу добро ја зачуваат топлината и поволни материјали за тоа се тула и бетон.⁴²



Слика 28. Изложеност на сонце, извор: Koški, Ž. Zorić, G. 2010, *Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama*. број 1. стр. 80-92

⁴¹ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, *Pasivna kuća*, SUR ARH d.o.o. Zagreb

⁴² Koški, Ž. Zorić, G. 2010, *Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama*. број 1. стр. 80-92



Слика 29. Активно и пасивно користење на сончевата енергија, извор: Коški, Ž. Zorić, G. 2010, *Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama*. број 1. стр. 80-92

6.3. Пасивни објекти

Пасивната куќа не претставува нова современа технологија и не вклучува нови компоненти, туку претставува градба која е доследно изградена следејќи ги нискоенергетските стандарди. Самиот поим доаѓа од фактот што на објектот не му е потребен активен систем за греење. При проектирањето нема никакви ограничувања во основата, во обликот или пак во функцијата. Сите барања кои ги поставува пасивната куќа можат да се исполнат со употреба и вградување на иновативни и технички современи решенија.

Во споредба со градбите кои се изведени врз основа на постоечките стандарди и услови, пасивните куќи трошат четири пати помалку енергија што и обезбедува на градбата нови иновативни можности. При проектирање на објект кој има минимална потреба од енергија за работа се соединуваат економијата, екологија, ниска потрошувачка на енергија и обезбедување на објектот со обновливи извори на енергија. Фактори и делови на кои што треба да се внимава при пасивните куќи се: топлинската изолација која значи намалување на топлинските губитоци во зима и лето како и пониски температури на надворешните сидови од внатрешната страна преку лето со што се подобрува угодноста во просторијата; намалување на топлинските мостови што воедно и претставува најекономична мерка кај пасивните градби; непропуштањето на воздухот може да се постигне со денешната технологија со што се зголемува отпорноста на градежни оштетувања; за вградување на прозорите последните години се постигнати одредени подобрувања и главниот услов е да се користат квалитетни прозори со грижливо вградување и брза изведба со што се намалува потребата за греење; вентилацијата е важен фактор заради непропусливоста на воздух на обвивката и затоа е важно да се внесе потребната количина на воздух во просторот преку соодветни уреди за вентилирање кои со рекуперација се енергетско ефикасни уреди.⁴³

⁴³ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, *Pasivna kuća*, SUR ARH d.o.o. Zagreb

6.4. Топлинска изолација

Обивката на објектот претставува граница меѓу две температурни подрачја, односно меѓу внатрешниот греен простор и надворешниот простор и негреените простории. Покрај тоа што обивката треба да има што е можно покомпактна форма, таа треба да биде и соодветно правилно изолирана. Колку е подобро проектирана, изведена и непрекината топлинската изолација толку се топлинските губитоци помали преку зима, а преку лето не дозволува навлегување на надворешната топлина во објектот и на тој начин се намалува потрошувачката на енергија. Затоа треба внимателно да се одберат материјалите, видот и димензиите на изолацијата кои зависат од типот на градбата, локацијата, климата, ориентацијата и сл. Со коефициентот R се описува способноста на изолацијата да го спречи протокот на топлина од надвор или од внатре, значи колку е повисока вредноста на R толку се подобри изолационите својства.

Покрај добра изолација на сидовите, објектот треба да има и добро изолирани плочи и таваница бидејќи и од овие делови се губи потрошена енергија за затоплување или за ладење. За таа цел посебно внимание се посветува на изолација на плочата помеѓу приземјето и подрумот кој е негреан простор како и на последната плоча помеѓу катот и кровот.

6.4.1. Материјали за топлинска изолација

Материјалите за топлинска изолација се посебно развиени градежни материјали кои се вградуваат во конструкциите и обезбедуваат топлинска заштита во зимскиот период и топлинска стабилност во летниот период односно овозможуваат намалување на топлинските губитоци, постигнување на внатрешна површинска температура над точка на росење, заштита на конструктивните делови од зградата од големи температурни разлики и постигнување на воедначена температура на внатрешниот простор. При тоа термоизолационите материјали ги исполнуваат поставените барања за: високи топлинско изолациски својства, јакост и постојаност на обликот, нетоксичност при горење, да не впиваат вода-самоекструдиран полистирен XPS и пенасто стакло CG, постојаност на стареене, скапување, вибрации, висока паропропустливост, хемиска неутралност, еколошки прифатливи. Врз основа на потеклото на сировината за производство, термоизолационите материјали може да се поделат во три целини: минерално потекло, органско потекло, ТИ контруктивни.⁴⁴

Минерално потекло имаат материјалите: камена волна, стаклена волна и волната од згурка. Камената волна е хемиски инертен материјал кој има постојано дејство на вода и водена пареа, има изразено голема порозност (92-97%) и изразено голема способност за впивање на вода. При тоа има постојаност при високи температури, добра апсорбиција на звук и мала отпорност при дејство на мраз. Како предности може да се нагласат малата волуменска маса, нискиот коефициент на топлоспроводливост, широк температурен интервал на примена, при топење не ослободува штетни гасови, биоразградлив и негорлив материјал, но како недостатоци секако се: големото впивање на вода и пропусливоста на водена пареа, драстично намалување на термоизолационите ефетки, малата отпорност при дејство на мраз, склоност за појава на мувла и можност за појава на корозија кај металите бидејќи може да има присуство на влага. За да се спречи прекумерното впивање на вода и понатапошните несакани дејства, камената волна се хидрофобизира и има примена кај преградните сидови,

⁴⁴ CIVICA Mobilitas 2002, Енергетска Ефикасност. Достапно на: http://civicamobilitas.mk/wp-content/uploads/2018/03/infoteka_energetska_efikasnost.pdf [12 август 2018]

меѓукатни конструкции, подови, во склоп на вентилирани, невентилирани и контактни фасади и кај рамни и коси кровови. Исто како камената волна и стаклената волна се користи за термоизолација на елементите со некои слични карактеристики како камената волна односно преставува инертен материјал со постојаност при вода и водена пареа, има изразито голема порозност и голема способност за впивање на вода и пропустливост на влага. Исто како и камената волна, материјалот е тешко запалив, има добра апсорција на звук и мала отпорност на дејство на мраз. Значи имаат слични физичко – механички својства, но сепак стаклената волна има поголема порозност, поголема должина на влакната, голема хемиска отпорност и не предизвикува корозија кај металите.

Термоизолационите материјали од органско потекло се делат на полимери (експандиран полистирен, екструдиран експандиран полистирен, полиретан) и природни материјали (трска, дрвени влакна, рециклирана целулоза). Експандираниот полистирен или EPS-стиропор се произведува во две варијанти како обичен EPS и како EPS со намалена горливост. Како предности кои ги поседува материјалот можат да се нагласат малата волуменска маса, малиот коефициент на топлопроводливост, малото впивање на вода и мала пропусливост на водена пареа, добри механички својства, ниското пожарно оптеретување, отпорност на габи, бактерии и разни микроорганизми. Додека пак недостатоци се тоа што материјалот се дроби, има мала отпорност на дејство на мраз, мала отпорност на UV зрачење и не е отпорен на органски растворувачки, течни горива неоргански киселини, амонијак и сл. Се применува за термоизолација на сидови, подови, меѓукатни конструкции, рамни и коси кровови. Исто така се применува како систем на база на EPS панели кои вклучуваат топлински изолација и завршно обработен фасаден сид, во облик на блокови за исполна и како фасадни профили за формирање пластика на фасадата на објектот. Екструдираниот полистирен познат како XPS-стиропор има минимална водопропустливост поради затворените ќелии и обезбедува добро задржување на топлоизолационите својства и од надворешната страна на хидроизолацијата на рамен кров и тло (освен кај конструкцији со подземна вода).

Термоизолационите материјали можат да се најдат во различни облици во зависност од потребата и тоа како плочи кои можат да бидат тврди или полутврди и најчесто се употребуваат за топлинска изолација на сидови, подови и рамни кровови; како ролни-филцеви кои имаат помека структура на материјалот и се користат за коси кровови, лесни конструкции и секаде каде просторот може да се исполни со топлинска изолација; како растресити материјали со посебни облици односно како топлинско изолациска смеса за вдувување на затворен простор, топлинско изолациска пена за шприцање на припремена подлога, топлинско изолација смеса со течна конзистенција за леење во предвиден калап и топлинско изолациски насипи.⁴⁵

6.4.2. Термоизолација кај пасивни објекти

Пасивните објекти имаат многу добри термоизолациони карактеристики односно имаат коефициентот на поминување на топлина им е $U \leq 0.15W/(m^2K)$, а често пати овие вредности се и многу помали поради дебелината на топлинската изолација која често изнесува од 25cm до 40cm. За термоизолацијата се користат вештачки и природни материјали. Од вештачките материјали се употребуваат: минерална волна, стаклена волна, експандиран и екструдиран полистерен. Во последниот период се повеќе се

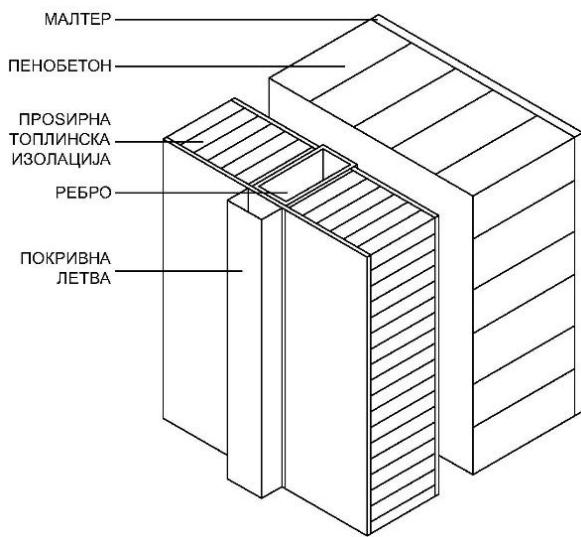
⁴⁵ CIVICA Mobilitas 2002, Енергетска Ефикасност. Достапно на: http://civicamobilitas.mk/wp-content/uploads/2018/03/infoteka_energetska_efikasnost.pdf [12 август 2018]

употребуват природните материјали како: целулозни влакна, дрвени влакна, кокосови влакна, коноп, овча волна, плута, слама и сл. При изборот на материјалите за топлинска изолација во предвид треба да се земе видот на носивата конструкција, цената, еколошките компоненти, при тоа да се има на ум концептот на пријатен однос кон окolinата, односно да има што е можно помало негативно влијание кон животната средина и вградените материјали да се произведени со што е можно помала енергија. Кај пасивните објекти често се користи и прозирната топлинска изолација која е многу успешна затоа што овозможува и топлински добитоци што особено во ладните периоди ја намалува потребата за греење.

6.4.3. Прозирна топлинска изолација

Прозирната топлинска изолација е развиена со цел како и обичната топлинска изолација да го спречи поминувањето на топлината од внатре кон надвор но и да овозможи пропуштање на сончевата енергија во внатрешноста на објектот и на тој начин допринесува за топлинскиот биланс на градбата. Може да има различна дебелина и се вградува во вид на панел во рамка. Составена е од паралелно поставени тенки цевки во кои има воздух кој делува како топлински изолатор, така што на надворешната страна најчесто е покриена со стакло а на внатрешната со прозирна фолија. Сидот кој се наоѓа позади прозирната изолација најчесто е од тула, со дебелина од околу 20cm и со потемна боја за подобро апсорбирање на сончевите зраци. Прозирната топлинска изолација со цевчиња во облик на саке кои се нормално поставени во однос на сидот и ја собираат сончевата енергија, одбивајќи ја до сидот, кој ја апсорбира топлината и се загрева. Во однос на составот на сидот и неговата дебелина, со текот на времето складираната топлина почнува да се шири во внатрешните простории и на тој начин се зголемува пасивното искористување на сончевата енергија, односно преку ден се користи топлината која доаѓа преку прозорите а преку ноќта се користи топлината од сидовите. Во исто време прозирната топлинската изолација делува и како добар изолатор бидејќи ќелиите се затворени со прозирна фолија со што се спречуваат топлинските губитоци. За време на топлите периоди за да се спречи можното прегреување, потребно е сидот соодветно да се засени со помош на ролетни, жалузини, прозорски капаци и сл. Исто така доста успешни се и системите со целулозно саке кое е заштитено од надворешната страна со стакло. Преку зимските периоди сончевите зраци со низок упаден агол влегуваат во сакето, го греат и на тој начин на внатрешната страна од сидот се формира топла зона. Додека пак преку лето целулозното саке во однос на масивниот сид претставува заштита од прегревање и со тоа не е потребна дополнителна заштита.⁴⁶

⁴⁶ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o. Zagreb



Слика 30. Надворешен сид на објектот,
извр: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

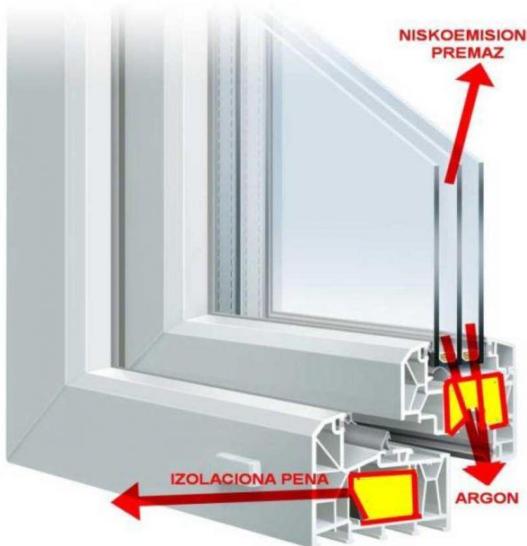
6.5. Прозори и заштита од прогревање

Класичното застаклување со двоструко стакло не секогаш ги задоволуваат барањата за изолација и затоа во последно време се доста развиени и се употребуваат прозори со трислојно термоизолационо застаклување каде што $U_g=0.6-0.7W/(m^2K)$. За подобрување на топлинската изолација просторот меѓу стаклата е исполнет со благородни гасови, а исто така може да има нанесено и тенок слој на сребрен оксид и при таков состав поминувањето на топлината изнесува $U_g=0.4W/(m^2K)$. Квалитетното застаклување е особено важно за пасивните куки бидејќи со нив за прв пат е овозможено да се проектираат куки без уреди за греење во близина на стаклото, а при тоа да не е намален квалитетот на просторијата и топлината, што во исто време јужно ориентираните прозори овозможуваат и сончеви добитоци на енергија.⁴⁷

Преминувањето на топлина на стаклото се карактеризира со: поминувањето на топлина на стаклото и оквирот; видот на дистанцерите; длабочината со која стаклото влегува во оквирот и делот на оквирот во целокупното застаклување. Исто така посебно внимание треба да се посвети и на работ на застаклувањето односно дистанцерот кој ги поврзува двете стакла може да претставува топлински мост кога стаклото и рамката имаа добра термичка изолација. Стаклата кои се на јужната фасада треба да се што поголеми и да бидат повеќе за да биде поголем годишниот топлински биланс. Но ако високоизолациските стакла се вградуваат во обични рамки, претставуваат топлински мостови и е неекономично, па затоа треба да се користат квалитетни рамки со подобра топлинска изолација каде што топлинското поминување може да биде $U_f=0.7-0.8W/(m^2k)$. За одржување на пријатна температура во просторијата треба да се спречи појавата на кондензација така што внатрешната површинска температура ќе биде поблиска до температурата на воздухот во просторијата. Колку е повисока релативната влажност на воздухот во просторот толку е и поголема температурата на кондезација.⁴⁸

⁴⁷ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, *Pasivna kuća*, SUR ARH d.o.o. Zagreb

⁴⁸ Хартман, У., Трпевски, С., Трајановски, Ѓ. 2010, *Енергетска ефикасност*. GEC, Скопје



Слика 31. Прозор со PVC профил, извор: Trtica Graovac, S. s.a. Pasivna kuća i pvc prozori. Достапно на: https://www.talaris.rs/pasivna_kuca_i_pvc_prozori_pvc_stolarija.html. [12 август 2018]

Заради големите стаклени површини често преку лето доаѓа до прегревање на просторите, но има многу начини и решенија кои овозможуваат пријатна температура и преку летниот период. Причини кои доведуваат до прегревање се: сончевото зрачење преку стаклата, внатрешните извори на топлина и технологијата на градење. Постојат повеќе начини за да се спречи прегревањето кои можат да се употребат и комбинираат како: да се намали потрошувачката на енергија бидејќи предизвикува непосакувано загревање и подобро е да се користат штедливи уреди; циркулација со изменувач на топлина (рекуператор) односно уредот за вентилација може целосно да се изгаси и да се користи природна вентилација; ладење со природен собирач на топлина кој покрај за греене на свежиот воздух може да се користи и за ладење на топлиот летен воздух, но продуктивноста на ладење е ограничена и влијанието е помало од влијанието на сончевите зраци преку прозорите; ладење со ноќна вентилација односно внесување на релативно ладен воздух од околината за време на ноќта со што се ладат масивните елементи на градбата и за да биде најефективно треба да се искористи ефектот на оцак со што се прави силно струење на воздухот во објектот.⁴⁹

За додатна заштита од сончевата енергија и топлина се користат ролетни кои можат да бидат неподвижни односно крути и подвижни кои можат да се местат по потреба. При изборот на ролетните треба да се внимава при спречувањето на сончевата топлина да не се спречи и осветлувањето. За засенување се користат различни системи како: надворешна заштита од сонце кои се повлијателни од внатрешните и ја спречуваат топлината да дојде до стаклената површина; засадување на листопадни дрва за успешна заштита од топлина преку лето, а преку зима кога ќе им паднат листовите се овозможува осунчување на зградата; балкони и испусти од горниот кат кои можат да бидат подвижни и неподвижни и се најефикасни на јужната страна каде што ја нудат потребната заштита од сонце и го спречуваат дифузното зрачење што преку лето е пожелно но и во деновите кога тоа е пожелно; тенди кои се прицврстени вертикално пред застапувањето овозможуваат заштита; жалузини овозможуваат рамномерна заштита во однос на постојните конкретни услови и упадниот агол на сонцето; заштита

⁴⁹ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, *Pasivna kuća*, SUR ARH d.o.o. Zagreb

од сонце во меѓупросторот за што постојат повеќе системи и се користат ламели или ролетни.

За да се максимизира контролата на светлина и топлина што влегува во внатрешноста на објектот се користи динамичен соларен систем за засенчување, односно автоматизирани настешници кој го следат движењето на сонцето и помагаат во намалувањето на трошоците за енергија. Со нивно ефикасно приспособување на сонцето со сите периоди од денот и во текот на целата година, се спречуваат преголеми или премали засенчувања, со што корисниците секогаш ги користат придобивките од природната дневна светлина. Настешниците имаат свој систем со кој се зачувуваат на фасадата и се дополнително опремени со соларни панели.⁵⁰



Слика 32. Автоматизирани настешници со соларни панели, извор: Fibernet 2014, Solarni sistemi. Достапно на: <https://www.youtube.com/watch?v=luQ7MOdmOBI>. [12 август 2018]

6.6. Конструирање без топлински мостови

Топлински мостови се површините на градежните елементи каде што е зголемено поминувањето на топлината и најчесто се појавува како грешка при проектирањето и изведбата на надворешната обшивка на објектот. Фактори кои влијаат се енергетските губитоци како и квалитетот на конструкцијата. Во однос на начинот на настанување на топлинските мостови ти се делат на конвекциски кои настануваат на места каде што преку пукнатини или неконтролирани отвори поминува топлиот воздух; геометриски настануваат на местата каде што внатрешната температура преку која поминува воздухот и конструкциски кои настануваат таму каде што прекинува топлинската обшивка на зградата. Основното правило за проектирање без топлински мостови е тоа што топлинската изолација мора да биде проектирана без прекин и да го обвите целиот објект.⁵¹

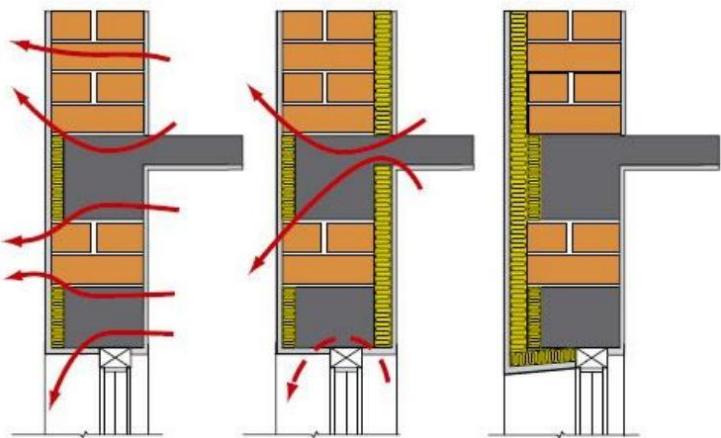
Постоењето на топлински мостови предизвикува различни последици и потешкотии како: зголемена потрошувачка на енергија бидејќи потребно е повеќе енергија за греење и со тоа се емитуваат и штетни гасови во околината; помала топлинска пријатност односно при ниски надворешни температури површинските температури на внатрешната страна на елементите се пониски поради топлинските мостови; лоша станбена хигиена односно појава на кондензат поради ниските температури на

⁵⁰ Fibernet 2014, Solarni sistemi. Достапно на: <https://www.youtube.com/watch?v=luQ7MOdmOBI>. [12 август 2018]

⁵¹ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o. Zagreb

внатрешната површина; загрозување на градежните елементи бидејќи кондензатот на топлинските мостови може да има долготраен ефект на елементите.

При вградување на прозорот треба да се внимава тој да биде правилно вграден без топлински мостови и да постигнува вредност од $U_{w,elf}=0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ бидејќи прозорот сам по себе претставува топлински мост и покрај одличните карактеристики тој сепак има послаби термоизолациони карактеристики.⁵²

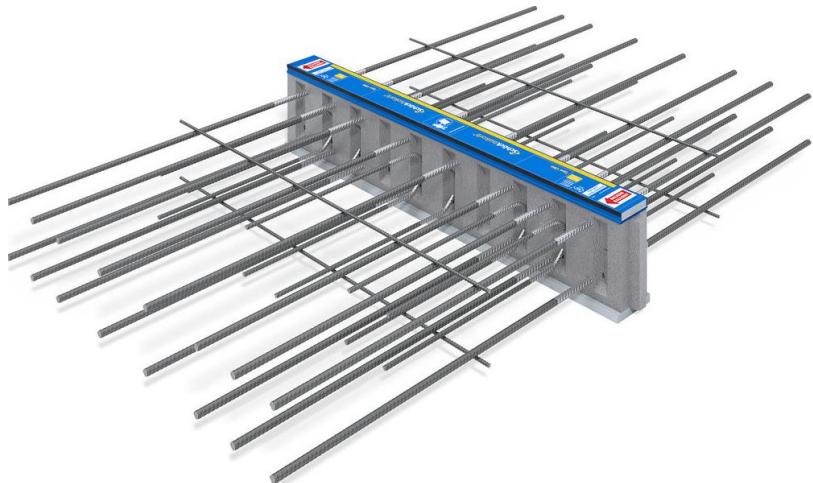


Слика 33. Топлотен мост, извор: Kreslin, M. s.a. Energetsko svetovanje. Достапно на: https://www.lendava.si/sites/default/files/toplotni_mostov.pdf. [12 август 2018]

Термичките мостови на конзолните делови од објектот се честа причина за зголемена загуба на топлина и влажни сидови. Со помош на schöck Isokorbe елементи кои претставуваат термоизолирачки елементи што воедно се и носиви елементи, се минимизираат топлинските мостови, се спречува структурното оштетување додека пак се задржува слободата при дизајнирање на просторот. Isokorbe претставува ефикасен термички прекин кој ги одделува елементите како што се балкони, парапети и сл, а во исто време ги задржува како дел од структурата. Неконтролираното термичко премостување, како што се балконските плочи кои поминуваат низ обвивката на објектот, резултира со високи загуби на енергија и предвремено структурно оштетување. Isokorb овозможува термичка изолација на балконските детали на изолираниот сид со заменување на континуираниот армиран бетон со термички изолирана врска со што се намалува топлинската спроводливост, се минимизира загубата на топлина преку балконот и изолираната обвивка на зграда е континуирана. Структурата може да биде конструктивно поддржана директно, односно плочата на балконот е поврзана со внатрешната плоча и тоа е поврзано со носечки сид, или индиректно односно поврзано само со внатрешната плоча. На тој начин, со користење на иновативни градежни методи и производи се подобрува обвивката на објектот и се заштедува на енергија, а исто така се подобрува и трајноста на градбата.⁵³

⁵² Хартман, У., Трпевски, С., Трајановски, Г. 2010, Енергетска ефикасност. GEC, Скопје

⁵³ Schöck s.a., Balcony Products. Structural thermal breaks for your balcony connections. Достапно на: <https://www.schock-na.com/en-us/balcony-products> [12 август 2018]



Слика 34. Schöck Isokorbe, извор: Schöck s.a., Balcony Products. Structural thermal breaks for your balcony connections. Достапно на: <https://www.schock-na.com/en-us/balcony-products> [12 август 2018]

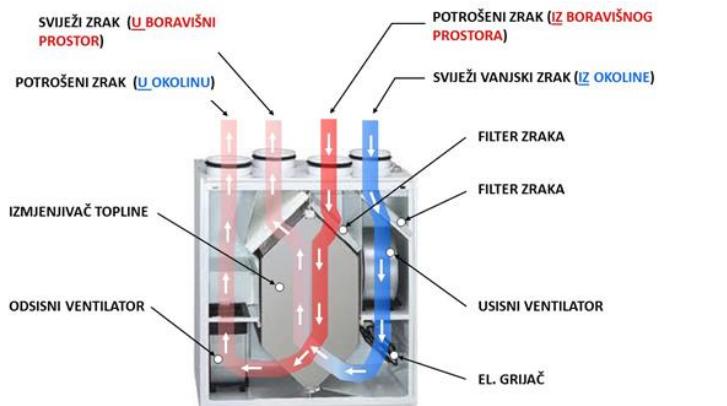
6.7. Вентилација

За осигурување на потребниот квалитет на воздухот во просторот потребна е вентилација која овозможува внесување на свеж воздух во објектот, намалување на топлинските губитоци и контролирање на нивото на штетните материји во воздухот односно игра важна улога во исполнувањето на критериумите за енергетска ефикасност. Со тоа се намалува потребата од отварање на прозор за внесување на свеж воздух, иако и тоа е пожелно и вообично, но не е контролирано и при тоа се губи и топлината од просторијата. За да има што помали топлински губитоци потребно е да има систем на контролирана вентилација кој ја утврдува потребната количина на воздух во просторијата и може да биде систем со враќање на топлината од отпадниот воздух односно со рекуперација. Системот работи на тој начин што доведува свеж воздух во потребните простории а го изнесува искористениот неквалитетен воздух од тоалетите, кујната и сл. Свежиот воздух се зема надвор од градбата и се носи до уредот за вентилација каде што во рекуператорот се загрева со топлината на отпадниот воздух и преку разводен систем се носи до потребните простории, додека пак искористениот отпаден воздух се одведува од просториите и се носи до уредот за вентилација каде што му се зема топлината и преку разводен систем се изнесува надвор од објектот. Каналите за воздухот е флексибилни, доброизолирани цевки со дебелина 10-20cm кои се вградуваат во топлинската изолација.⁵⁴

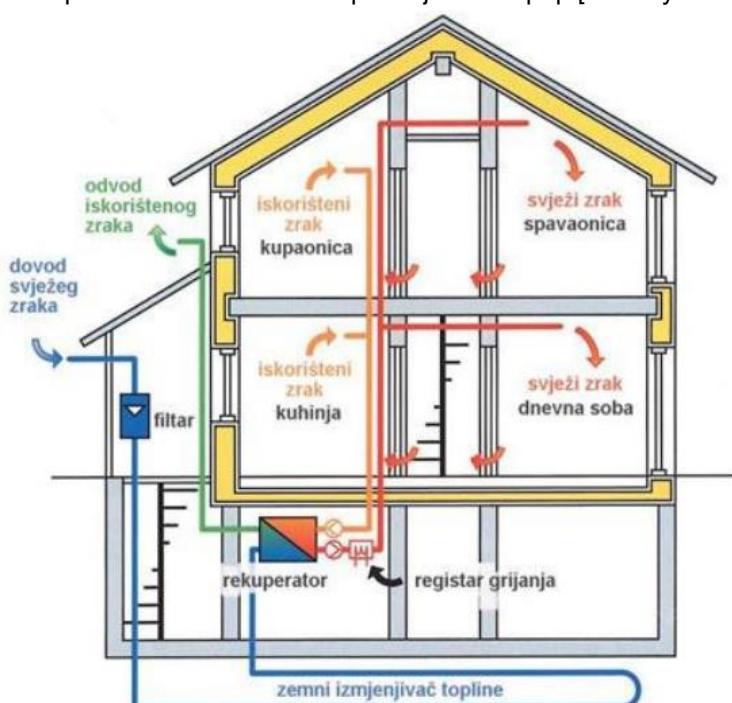
Современите изменувачи на топлина се многу ефикасни и речиси во целост ја искористуваат топлината од излезниот воздух, додека пак преку лето кога не е потребно греене на влезниот воздух системот може да се измени да работи без враќање на топлината од излезниот воздух. Уредот за вентилација најдобро е да се постави во внатрешноста на топлинската обшивка на зградата која не пропушта воздух како би немало опасност од смрзнување, додека пак при ниски температури во уредот за вентилација треба да се дogradi земјен изменувач на топлина кој е уред во форма на долга флексибилна цевка вкопана под објектот и ја користи сончевата енергија складирана во земјата и овозможува ладниот воздух да се згреје со топлината од земјата пред да дојде до уредот за вентилација. Ако пак уредот за вентилација го нема овој систем треба да се предвиди електричен регистар за предзагревање за заштита од

⁵⁴ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o. Zagreb

смрзнување кој ја одржува температурата на влезниот воздух над -4°C пред да влезе во изменувачот за топлина и на тој начин го штити системот од замрзнување.⁵⁵



Слика 35. Рекуператор, извор: MC Solar s.a. Rekuperacija zraka u boravišnom prostoru. Достапно на: <http://www.mcsolar.hr/rekuperacija-zraka.php> [15 август 2018]



Слика 36. Шема на работа на контролирана вентилација,
извор: Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

6.8. Греене

Доколку објектот е правилно изведен и со добра термоизолација, потребите за греене можат да бидат многу ниски. При греенето се гледа процесот на добивање и пренесување топлина односно претварање на фосилни и обновливи биоенергенси во топлина како крајна енергија која ја користат уредите за греене при што се става акцент на нивната ефикасност.

Најголемиот процент на градежни објекти се греат со нафта и со земјен гас, односно нафтата се користи како материјал за согорување и материјал за греене, како и земјениот гас и течниот гас. Сите тие имаат различни параметри на согорување и треба

⁵⁵ Хартман, У., Трпевски, С., Трајановски, Ѓ. 2010, Енергетска ефикасност. GEC, Скопје

да се употребуваат соодветно. Додека пак котлите имаат одредени класификации и барања и се поделени на повеќе типови: стандардни котли кои се со константна температура; нискотемпературни котли кои работат на повратна температура и во зависност од надворешната температура; Brennwert – котли кои преку кондензирање ја користат и латентната температура во водената пареа на чадот каде што важна улога игра повратната температура и треба да се предвиди и неутрализација на кондензатот. Ефикасноста на котелот се вреднува според степенот на користење кој претставува сооднос од дадената корисна топлина во однос на внесениот енергенс. Котелот покрај греене на просториите има улога и да ја греје санитарната вода и затоа треба нивно соодветно димензионирање во однос на објектот за кој се наменети.⁵⁶

За греене на објектите има повеќе можности, методи и избор при проектирањето. Грејниот котел како произведувач на топлина може да се употребува самостојно или како котли за покривање на врвен греен товар и како резервни котли. За согорување можат да користат различни енергени и можат да бидат приклучен на централна или децентрална мрежа. Кога топлината произведена во индустриски процес преку изменувачи на топлина се спроведува во грејната мрежа се користи можноста за ладење – одземање топлина. За оваа можност во близина треба да има такви индустриски чиишто топлински добивки можат да се користат. Ваквата топлина се смета за ослободена од штетни емисии, а по потреба може да се користи и топлинска пумпа ако е потребно догревање на температурата. Конвенционалните централни електрани со ослободување на топлината во воздух или вода го зголемуваат степенот на корисно дејство. Тие можат да се заменат и дополнат со децентрални постројки за производство на струја. Централите кои се со когенерација можат да работат на фосилни енергени, биомаса, со согорување отпад и сл. и се енергетски штедливи водејќи сметка и за околината. Ако се користи биомаса односно употреба на дрвото како енергенс за греене треба да се имаат во предвид стратегиите за пошумување и одржување како и понискиот степен на корисност од денешните модерни техники, додека пак позитивните фактори се тоа што се штеди на фосилните енергени и тоа што лесно се складираат, а во предвид треба да се земе и CO₂ – неутралното производство на топлина. Додека пак ако топлината се добива со согорување на отпад треба да се има во предвид развивањето и функционирањето на ефективен систем за селектирање на отпадот. За греене на градежните објекти и на санитарната вода исто така можат да се користат и термички соларни уреди или солартермија кои можат да бидат самостојни или како подршка на конвенционалниот систем на греене. За нивна успешна работа треба да се применуваат сезонски уреди за складирање на топлина бидејќи соларните добивки и потребата за топлина често не се поклопуваат со временските услови. Топлинските пумпи се исто така ефикасни системи кои ја користат топлината од околината и со помош на медиум кој лесно испарува ја зголемува температурата на топлината. Додека пак ако објектот се наоѓа во област со поволни геолошки услови може да се користи геотермија. Разгледувајќи ги сите овие можности, како најисплатлив систем и најчеста употреба имаат нискотемпературните котли кои можат да работат самостојно или во комбинација со когенерација, но сепак добивањето на топлина со регенеративни енергии е многу поеколошки но и поскапо.

Пренесувањето на топлината од уредот за производство на топлина до потребните простории се со помош на разводна мрежа со цевки, пумпи и вентили, каде што можеме да разликуваме два системи, односно двоцевен и едноцевен систем. Едноцевниот систем има повисоки одводни температури, не е поволен во комбинација со топлинските

⁵⁶ Хартман, У., Трпевски, С., Трајановски, Г. 2010, Енергетска ефикасност. GEC, Скопје

пумпи и Brennwert технологијата, го зголемува дејството на пумпата, нерегулирано оддава топлина во мрежата и затоа се има тенденција овој систем да се замени со двоцевен систем кој за сите грејни тела има одвоен систем за довод и одвод. Движењето на водата се врши со помош на интегрирани пумпи додека пак регулирањето се врши со помош на термостатски вентили.

Топлината се пренесува до уредите за греене до грејните површини чија што функција е донесената топлина да ја предадат на просторијата која треба да се греје. Грејните површини според начин на изведување може да се поделат на слободни грејни тела и да се интегрирани во градежниот дел од објектот. Слободните грејни тела има нормирани вредности кои се изразуваат според грејното дејство и номиналните вредности на телото. Радијаторите кои се од гус и челик се состави од ребра кои можат меѓусебно да се поврзуваат и да се редат формирајќи ја потребната димензија, додека пак радијаторите од челични цевки се составени од низа на вертикални челични цевки кои се поврзани на собирни цевка и се произведуваат со различни висини и дебелини. Плочестите радијатори се во различни форми изведени од челичен рим и можат да бидат профилирани и со конвекторски лим кој може да се постави од едната страна на радијаторот. Доколку топлината се оддава преку конвектори треба да има подвижни капаци кои ја регулираат конвекцијата, а ако се користат ниски конвектори кои имаат помало дејство треба да се комбинираат со вентилатор. Како понатамошен развој на конвекторите претставуваат конвекторите со дување каде што се употребува вентилатор наместо природното струење на воздухот. Исто така температурата со конвекција ја предаваат и грејните лајсни кој се најчесто изработени од некој лесен материја како челик или бакар и нивната предност е во тоа што имаат мали димензии, лесно се инсталираат и имаат добра распределба на топлината. Поставувањето на грејните тела треба да се внимава да биде на парапетот на прозорите за да веднаш дејствуваат против ладниот воздух и да се избегнува нивно поставување на внатрешни сидови бидејќи се намалува нивниот ефект.⁵⁷

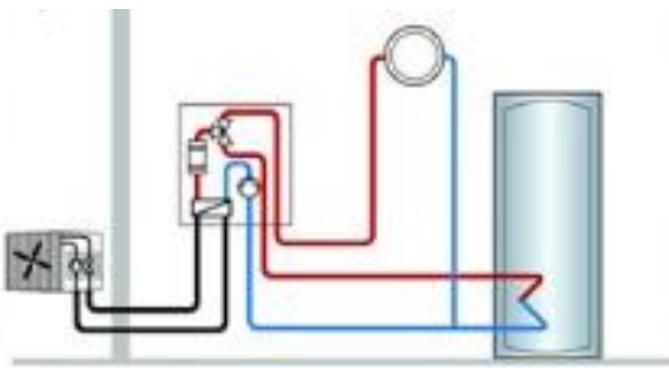
6.8.1. Топлински пумпи

Доколку објектот има добра изолација, има пасивни добивки на топлина, правилно е проектиран и изведен, потребата за додатна топлина за греене е многу пониска. Бидејќи покрај греене на просториите потребно е и греене на санитарната вода преку целата година, најдобро е да се користат топлински пумпи кои можат да бидат во комбинација со

соларни енергетски конвектори. Топлинските пумпи ја земаат топлината од околината и ја зголемуваат нејзината температура по потреба. Топлината која ја црпи од околината е обновлив извор на енергија бидејќи претставува акумулирана сончева енергија во различни медиуми како вода, воздух и земја. Топлинската пумпа со помош на испарувач ја зема топлината од другиот медиум во околината и при ниски температури се загрева и испарува каде што со помош на компресорот се усисува настанатата загреана пареа, се компримира и се загрева. Во кондензаторот врелата пареа при висока температура кондензира и при тоа ја предава топлината на грејниот медиум. Работниот медиум потоа оди преку вентилот каде му се намалува притисокот и повторно во испарувачот му се повторува постапката. За работа на пумпата потребна е електрична енергија која ја

⁵⁷ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

користат компресорот и вентилаторот. Топлинските пумпи можат да бидат во облик на компактни единици и како раздвоени единици.⁵⁸



Слика 37. Топлотна пумпа, извор: Viessmann Group s.a. Princip rada - Može li grejanje biti toliko jeftino. Достапно на: <https://www.grejanjezaevrodnenvno.com/princip.html>. [15 август 2018]

Во однос на тоа од каде топлинските пумпи ја црпат сончевата енергија може да се поделат на повеќе видови и типови. Топлинската пумпа која го користи воздухот се наоѓа надвор од објектот и со помош на вентилатор го потиснува воздухот во испарувачот и топлината на надворешниот воздух компресорот ја подига на повисоко ниво кое е поволно за греене на просториите и за греене на санитарната вода. Кога температурата на околнината е пониска, земјата има акумулирана топлина која ја предава назад во околнината. Во подолните слоеви земјата поспоро се загрева но затоа подолго ја задржува топлината и токму таа топлина ја користи топлинската пумпа. Во канал се поставува колектор во кој кружи медиум што се загрева од топлината на земјата и таа нискотемпературна топлина, топлинската пумпа ја крева на повисоко ниво погодно за греене на објектот. Исто така и камењата под површината на земјата имаат складирано топлина која може да се искористи кога во подлабоки бунари ќе се постават цевки во кои кружи течност и ја одзима топлината од камењата и со помош на компресорот се подига температурата на топлината. Одземената топлина од камењата се надоместува со геотермална енергија. Исто така може да се искористи и топлината од водата, како подземната така и површинската. Подземната вода има висока температура и претставува идеален извор на топлина. Системот за искористување на подземната вода претставува отворен систем бидејќи со потопна пумпа се носи вода до топлинската пумпа, додека пак искористената односно ладната вода истекува во подземни бунари или во канализацијата. Површинаската вода односно водата од езера, мориња, реки и сл. споро се загрева преку лето и во есен споро се лади, но преку зима успева да ја задржи топлината поради снежната прекривка или потоплите денови. Тука се користи затворен систем каде се поставуваат цевки на дното во кои кружи медиум што ја одзема топлината од водата и со помош на топлинска пумпа се крева нејзината топлина до соодветното ниво.⁵⁹

⁵⁸ Viessmann Group s.a. Princip rada - Može li grejanje biti toliko jeftino. Достапно на: <https://www.grejanjezaevrodnenvno.com/princip.html>. [15 август 2018]

⁵⁹ Jovanović, M. 2011, Efikasni izvori toplove za toplotne pumpe. Достапно на: <http://www.grejanje.com/strana.php?pID=176>. [15 август 2018]



Слика 38. Топлотна пумпа, извор: Jovanović, M 2011, Efikasni izvori toplice za topotne pumpe. Достапно на: <http://www.grejanje.com/strana.php?pID=176>. [15 август 2018]

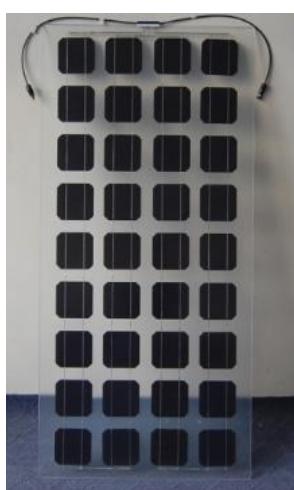
6.8.2. Соларни панели

Сончевата енергија е главен извор на топлина и енергија која во исто време е погодна за околината и претставува неисцрпан и бесплатен извор на енергија. За таа цел се развиени повеќе технологии кои ја трансформираат сончевата енергија. Соларни енергетски панели се користат како уреди за греене на објектот но и за греене на санитарната вода. Составени се од транспарентен покрив и од аспорбер каде што работниот медиум се загрева и со помош на пумпа се пренесува до изменувачот на топлина кој има можност да го догрева медиумот при што се регулира дали температурата на медиумот е поголема отколку во контејнерот. Конверторите на сончева енергија може да ги поделима на два типа: плочести конвертори каде што аспорберот се наоѓа во плочесто кукиште кое на долната страна има топлинска изолација и вакуумски конвертори чиишто аспорбер е сместен во вакум во стаклени цевки кои се и многу поефикасни бидејќи нема кондукциски и конвекциски губитоци. Најдобро е ти е да се ориентирани на југ, а преку есен и пролет да имаат наклон од 45° од хоризонталната рамнина за оптимално искористување на сончевата енергија. Така конверторите на сончева енергија може да обезбедат околу 60% од годишната енергија за греене на санитарната вода, односно преку лето ја задоволуваат потребата за греене додека пак преку зима водата треба да се догрева или системот да се исклучи.

Фотоволтаичните соларни конвертори претставуваат диода која ја користи енергијата на светлината за избивање на електрони со кои настанува еднонасочен проток кој може да се користи веднаш или да се конвертира во наизменичен и да се приклучи на јавната електрична мрежа. За да се постигне поголем напон ќелиите се поврзуваат во поголема единица односно во фотонапонски систем со димензии 1.2m/1.0m и овој систем дава сила од околу $110W_p$. На нашето подрачје најголеми добивки би имало при отклон од 30° од хоризонталната рамнина и јужна ориентација. Има повеќе типови на фотоволтаични соларни конвертори и тоа: поликристални кои се карактеристични по кристалната структура; поголема употребливост од нив имаат монокристалните сончеви конвертори; додека пак помала употребливост имаат аморфните сончеви конвертори кои се изведени од тенок слој на полупроводнички материјал и поради тенкиот слој тие се прозирни, што ни покажува дека конверторите можат да бидат прозирни, непрозирни,

во разни бои, но најчесто се темносини. Целиот систем може да работи самостојно или да е приклучен на јавната мрежа. Кога системот работи самостојно електричната енергија од сончевите модули се акумулира во акумулаторски батерии за кога нема да има сончево зрачење односно при облачно време или навечер. Доколку има акумулаторска батерија треба да има и регулатор кој го спречува преголемото полнење или празнење на батеријата. Доколку системот е приклучен на јавната електрична мрежа тогаш има разделувач кој го претвара еднонасочниот напон во најизменичен и е синхронизиран со јавната мрежа каде што го дава вишокот на енергија. Овие фотоволтаични соларни конвертори најчесто се поставуваат на кров, а можат да бидат и како слободностоечки елементи или пак да вршат и други функции. Добивањето енергија на овој начин воопшто нема негативни влијанија на животната средина, но самото производство на сончевите конвертори бара големо количество на енергија.⁶⁰

Стаклените површини на кровот се заменети со соларни PV панели кои користат соларни ќелии за искористување на сончевата енергија и се со иновативен архитектонски дизајн. Енергијата произведена преку овие соларни панели се користи за потребите на спортската сала и нејзините пропратни содржини, која може да се употребува во различни периоди од денот, па дури и кога останатиот дел од училиштето не се употребува и затоа има посебен систем за добивање енергија. Во зависност од растојанието на ќелии на стаклениот панел, може да се регулира влегувањето на светлина во објектот и неговото засенчување, односно ако соларните ќелии се поставуваат на поголемо растојание, панелот е потранспарентен, а ако се поставуваат на помало растојание тој е полуранспарентен и се создава ефект како да сончевата светлина поминува низ дрвја. Предности на стаклените соларни панели се: соларна енергија, контролирање на светлината, ефективно засенчување, заштита од блесок, термичка изолација, акустична изолација, иновативен дизајн, зголемување на комфорот, зголемување на вредноста на зградата, заштеда при комбинирање на повеќе функции и одржливоста. Достапни се во различни комбинации на видови, дебелини и јачина на стакло, со двојно и тројно застаклување за подобрени перформанси на топлинската изолација, со што се овозможува поголем избор и комбинации за дизајн и подобрување на техничките перформанси.⁶¹



Слика 39. Транспарентен соларен панел, извор: Solar Constructions s.a. Transparent solar panels. Достапно на: <http://www.solar-constructions.com/wordpress/transparent-solar-panels/>. [15 август 2018]

⁶⁰ Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

⁶¹ Solar Constructions s.a. Transparent solar panels. Достапно на: <http://www.solar-constructions.com/wordpress/transparent-solar-panels/>. [15 август 2018]



Слика 40. Транспарентни соларни панели на кров, извор: Solar Constructions s.a. Transparent solar panels. Достапно на: <http://www.solar-constructions.com/wordpress/transparent-solar-panels/>. [15 август 2018]

Бидејќи стаклените соларни панели не се доволни за да се задоволат потребите за енергија на спортската сала, површината на кровот е дополнително исполнета со комерцијални соларни панели со типични димензии 99cm на 196cm, при што се употребени 72 ќелии. Поради тоа што имаат различни димензии од станбените, имаат и малку поразлична моќност, исто така и методот за инсталација е поразличен бидејќи комерцијалните објекти имаат поголеми површини, потребни се поголем број панели и најчесто имаат рамни кровови.⁶²



Слика 41. Комерцијален соларен панел, извор: Shen Ge 2014, Solar Panel Size for Residential, Commercial and Portable Applications. Достапно на: <https://sunmetrix.com/solar-panel-size-for-residential-commercial-and-portable-applications/>. [15 август 2018]

⁶² Shen Ge 2014, Solar Panel Size for Residential, Commercial and Portable Applications. Достапно на: <https://sunmetrix.com/solar-panel-size-for-residential-commercial-and-portable-applications/>. [15 август 2018]

6.9. Осветлување

Во просториите каде што нема доволно сончева светлина преку ден, се употребуваат светлосни соларни туби кои работат целосно на сончевата енергија, односно без жици и прекинувачи туку само природна сончева светлина искористувајќи ги сите позитивни придобивки од природното осветлување.

Куполата на кровот има големо дејство и влијание при доловувањето на сончевата светлина за време на дневните часови, при што е заштитена од временски неповолни услови. Може да се најде во повеќе варијатни и стилови се со цел да се прилагоди на косите кровови како и на рамните кровови.

Сончевата светлина која влегува во куполата на кровот поминува низ екстремно рефлексивна огледална цевка и на тој начин светлината се рефлектира неколку пати пред да навлезе во просторијата. Тубите можат соодветно да се дизајнираат за да се искористи сончевата светлина дури и кога положбата на сонцето е ниска во раните утрински часови и доцна на пладне. Светлината се искористува и во облачните денови, но сепак интензитетот е малку намален. Дополнително, тие ги филтрираат UV зраците кои се штетни.⁶³

Природните светлосни туби при својата работа не ја зголемуваат топлината во објектот за разлика од традиционалните прозорци. За поголема заштеда на енергија, светлината поминува низ тенки, прозирни поликарбонатни леќи кои го подобруваат коефициентот на У-факторот и соларната топлина, при што се многу енергетски ефикасни.

За да се обезбеди рамномерно дисперзирана светлина во просторијата се поставуваат светлосни сијалици кои се дизајнирани за да ја рамномерно ја пренесат сончевата светлина, за таа цел има призматична површина која ја одбива светлината во сите правци и на тој начин се избегнува ефетот на „жешка точка“ што го имаат традиционалните кровни прозорци.

Во споредба со традиционалните кровни прозорци, соларните туби претставуваат поиновативен и помодерен пристап кон дневното осветлување. Со издржлив и отпорен дизајн тие речиси да не бараат никакво дополнително одржување. Соларните туби го максимизираат количеството на сончева светлина кое го собираат при филтрирање на топлината и отсяјот и со тоа претставуваат побезбеден и поефикасен извор на дневна светлина. Дизајнот на соларните цевки обезбедува соодветна изолација на домот односно го спречува губењето на топлина и ладење на просторијата како и навлегување на топлината и зголемување на температурата. Како недостатоци на овој систем може да се набројат тоа што нема директен поглед на небото и поради затворениот дизајн не можат да се отвараат.⁶⁴

⁶³ Solatube s.a. Perfecting daylight through invention. Достапно на:

<http://www.solatube.com/residential-daylighting-old-product-page#models>. [17 август 2018]

⁶⁴ SolaBrite s.a. Pros and Cons: Solar Tubes Vs. Skylights. Достапно на: <https://solabrite.com/pros-cons-solar-tubes-vs-skylights/>. [17 август 2018]



Слика 42. Светлосна соларна туба, извор: Solatube s.a. Perfecting daylight through invention. Достапно на: <http://www.solatube.com/residential-daylighting-old-product-page#models>. [17 август 2018]



Слика 43. Светлосни соларни туби - поглед на кров, извор: Orion s.a. APOLLO® Solar Light Pipe | LP. Достапно на: <https://www.orionlighting.com/product/apollo/apollo-solar-light-pipe-lp/>. [17 август 2018]

6.10. Систем за одводнување

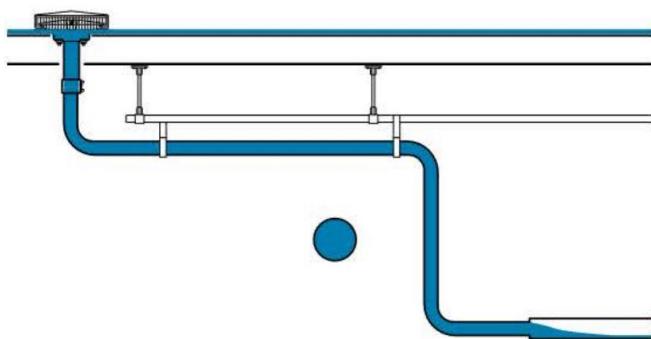
За одводнување на кровот употребен е системот geberit pluvia кој со помош на неколку кровни точки за одлевање и излези овозможува одводнување на големи кровни површини. За разлика од конвенционалите системи за одводнување на кровот, во случај на geberit pluvia системот цевката е целосно исполнета со вода поради негативниот притисок во цевката што предизвикува дождовницата побрзо да биде исфрлена од кровот, што го прави системот многу поефикасен при што ги намалува трошоците и времето за израдба на системот. Со цел да се постигне целосно полнење на цевководот со вода, потребно е соодветно димензионирање на цевките за да не се дозволи влегување на воздух, кое исто така се спречува со самиот дизајн на излезните точки на кровот, што овозможуваат водата да тече латерално а со тоа и без воздух.

Системот за одводнување е составен од: кровни места за одлевање на водата; точки за итни прелевања; HDPE дренажен систем; софтвер за пресметка ProPlaner. Кровните излезни места се достапни со различни дренажни капацитети, односно со 14l/s, 25l/s, 45l/s, 60l/s, 100l/s. Системот за итно прелевање влегува во функција кога кровните излезни точки ќе го надминат својот капацитет за одводнување, така што двата системи заедно овозможуваат максимален одлив на водата и на тој начин нивото на водата на

кровот побрзо се намалува. HDPE дренажниот систем е составен од цевки со различен дијаметар, приспособувачи и спојници, кои можат да бидат споени меѓу себе на различни начини. За да целиот систем работи правилно и да биде соодветно димензиониран најдобро е да се користи софтвер за пресметка со кој лесно се калкулира.

Главни правила кои треба да се почитуваат при поставување на кровните дренажни места на кровот се: нивното поставување треба да е практично и рамномерно; да се поставуваат на најниската точка на кровот; максималното растојание да не надминува 20m; да се поставени на најмалку 1m оддалеченост од сидови парапети и сл.⁶⁵

Водата која се собира преку geberit pluvia дренажниот систем може да се складира во новопланиран резероар вкопан под земја. Складираната вода може да се користи како техничка вода за наводнување како и за санитариите во самиот објект.



Слика 44. Geberit pluvia систем за одводнување, извор: Geberit Pluvia 2014, Installation Guide Siphonic Roof Drainage System. Достапно на: http://www.plasticsystems.co.nz/sites/default/files/Geberit_Pluvia_installation_guide_2014.pdf. [17 август 2018]

6.11. Ветротурбини

Технологиите за искористување на енергијата на ветерот можат да се класифицираат во две категории: макро турбини кои се инсталирани за производство на големи енергии и микро турбини кои се користат за локално производство на енергија. Микро ветротурбините се погодни за примена на енергија и на ниво на објект така што се интегрирани во самиот објект, со тоа што тие се пониски и потивки при процесот на работа. Главните компоненти на ветротурбините се: сечила, ротор, менувач и генератор.⁶⁶

Последните подобрувања при интегрирањето на ветерни турбини вклучуваат подобрување на сигурноста и ефикасноста при мали брзини на ветер така што ветротурбините се дизајнирани со лесни материјали и аеродинамички принципи што ги прави чувствителни и на мали движења на воздухот. Исто така тие се дизајнираат да бидат поестетски и да се вклопат во дизајнот на зградата без при тоа да се загрозат нивните перформанси, тие се помалку бучни што е поврзано со ротацијата на сечилата

⁶⁵ Geberit Pluvia 2014, Installation Guide Siphonic Roof Drainage System. Достапно на: http://www.plasticsystems.co.nz/sites/default/files/Geberit_Pluvia_installation_guide_2014.pdf. [17 август 2018]

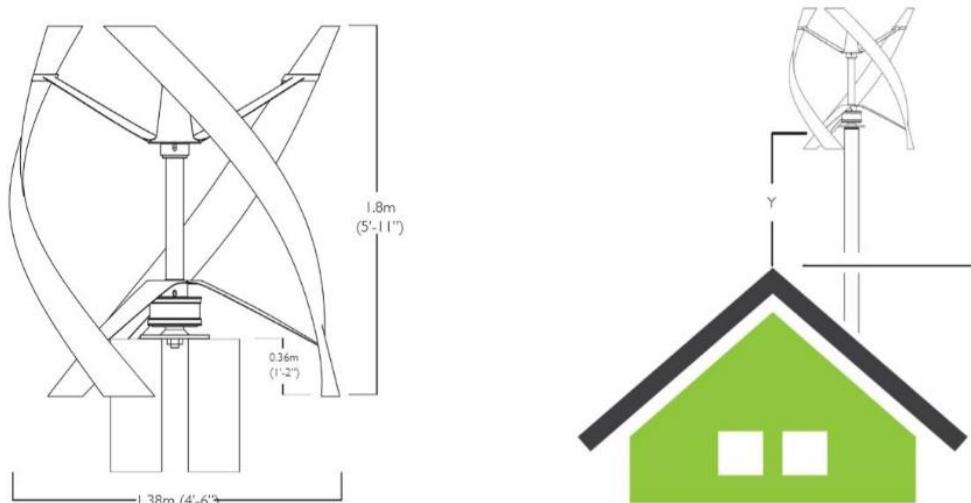
⁶⁶ SolarTec s.a. Wind Solutions. Достапно на: <http://www.solartec.com/solutions-wind.php> [17 август 2018]

и бучавата на менувачот и генераторот и имаат помали трошоци за одржување бидејќи имаат помали и поедноставени компоненти.

За вградување на ветротурбините треба да се обезбеди силна структура на кровот која е доволно силна да ги држи дополнителната товари, не само тежината на турбината туки и вибрациите на од нејзината работа, при што ќе се примени технологија за апсорпција на вибрации и намалување на бучавата. При поставувањето треба да се внимава да не пречат на осветлувањето и да се лесно пристапи за одржување.

За најдобро искористување на енергијата на ветерот, ветротурбините се поставени на парапетот на кровот на училиштето на северозападната страна за искористување на доминантните ветрови кои доаѓаат од север и од запад, при што не го нарушуваат или пак попречуваат осветлувањето и пристапот на соларна енергија особено од југоисточната страна.

Бидејќи моќта на ветрот е клучна компонента за искористување на обновливите извори на енергија, оваа технологија придонесува за севкупниот социо-економски развој и заштита на животната средина. Со имплементација на градежните интегрирани турбини се придонесува позитивно кон животната средина како опција за ублажување на климатските промени. Во последните години растот на технологиите за ветерни турбини е се поголем, односно просечната годишна стапка на раст на ветерната моќност во период од 2003 до 2007 изнесува 25%.⁶⁷



Слика 45. Модел на ветротурбина, извор: Urban Green Energy 2012, UGE EDDY owner's manual
Достапно на: http://uge.tenarrows.jp/partners/manuals/eddy_manual_Aug_2012.pdf. [17 август 2018]

⁶⁷ ClimateTechWiki 2006, Wind energy: building-integrated turbines. Достапно на: <http://www.climatetechwiki.org/technology/building-integrated-wind-turbines#Financial%20requirements%20and%20costs> [17 август 2018]

7. ПРЕСМЕТКИ ВО СОФТВЕРОТ KNAUFTERM2

Пресметките за енергетската ефикасност на објектот направени се во софтверот KnaufTerm2 со кои се покажува дека склоповите во објектот ги задоволуваат потребите на објектот и го ставаат во категорија В од скалата на енергетски ефикасни објекти со 48.89 kWh/m^2 .

ЕНЕРГИЈА ПОТРЕБНА ЗА ГРЕЕЊЕ

ТРАНСМИСИОНИ ЗАГУБИ	$Q_t = 87197.01 \text{ kWh}$
ВЕНТИЛАЦИОНИ ЗАГУБИ	$Q_v = 260421.18 \text{ kWh}$
СОЛАРНИ ДОБИВКИ	$Q_{sol} = 81288.9 \text{ kWh}$
ДОБИВКИ ОД ЛУЃЕ	$Q_p = 21540.06 \text{ kWh}$
ДОБИВКИ ОД ЕЛ. УРЕДИ	$Q_{el} = 21076.38 \text{ kWh}$
ЕНЕРГИЈА ПОТРЕБНА ЗА ГРЕЕЊЕ (разлика меѓу загубите и добивките)	$Q_{h,nd} = 226193.99 \text{ kWh}$
Енергија потребна за греене по m^2	$Q_{h,an} = 49.69 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$

Енергетска класа

За усвојување на енергетска класа се користи специфична годишна енергија потребна за греене за системите кои работат без прекин

Ен. класа	$Q_{h,rel} = 49.7 \%$	$Q_h = 49.69 \text{ kWh/m}^2$
A+		≤ 15
A		≤ 25
B		≤ 50
C		≤ 100
D		≤ 150
E		≤ 200
F		≤ 250
G		> 250

Врз основа на потребната енергија за греене по m^2 , објектот спаѓа во В енергетска класа

Енергенс	...
Фактор на конверзија	1.3
Примарна енергија	0.00 kWh
Емисии на CO_2	0.00 kg CO_2

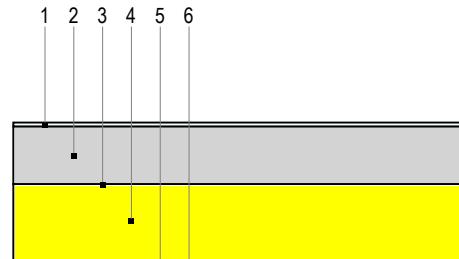
Ознака на склоп: надвореш сид, Тип на конструкција: Надворешен зид, Дел од термичката обшивка

$R_{si}=0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$; $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v_{min}=15$; $\eta_{min}=7$; $U_{max}=0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_x=1$; $a=0.6$

Површина на склоп $A=1250.6 \text{ m}^2$ (Исток 330.2, Југ 192.8, Запад 507.1, Север 220.5 m^2)

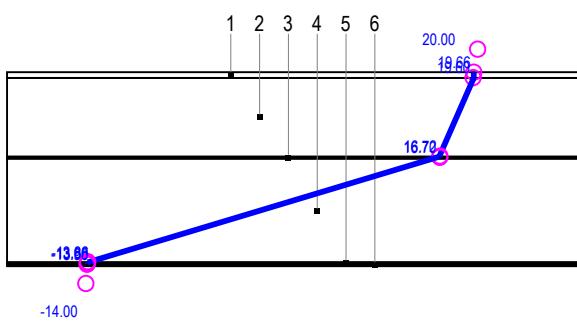
Површина у сталној сенци $A_{sh}=0 \text{ m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	2	Продолжен варовнички малтер	1800.0	1050.0	0.870	20.0
2	30	Гасбетон / пенобетон	600.0	1050.0	0.270	5.0
3	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
4	40	Камена волна	80.0	840.0	0.034	1.0
5	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
6	0.5	Knauf Kati	1900.0	1050.0	0.700	9.0



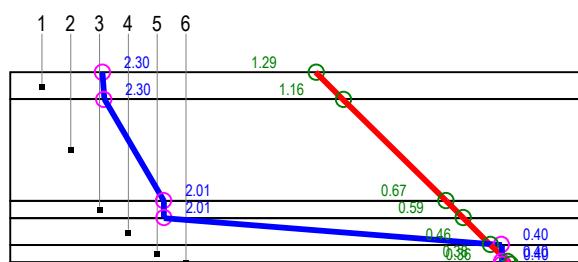
n.	d	Опис	R [m²K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	$\Delta\theta_{dif}$ [°C]	θ_{dif} [°C]	Δp [kPa]	p' [kPa]	p/e [kPa]	r [m]	S24 [W/m²K]	D [-]	u24 [W/m²K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.13	0.338	19.662	0.248	19.752	0.036	2.301	1.285	/	/	/	/
1	2	Продолжен варовнички малтер	0.023	0.060	19.603	0.044	19.708	0.006	2.295	1.155	0.400	10.90	0.25	9.06
2	30	Гасбетон / пенобетон	1.111	2.886	16.717	2.122	17.586	0.285	2.010	0.668	1.500	3.51	3.89	3.51
3	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.018	16.699	0.013	17.573	0.002	2.009	0.587	0.250	10.74	0.08	4.21
4	40	Камена волна	11.765	30.558	-13.860	22.469	-4.897	1.604	0.405	0.457	0.400	0.41	4.78	0.41
5	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.018	-13.878	0.013	-4.910	0.000	0.404	0.376	0.250	10.74	0.08	1.21
6	0.5	Knauf Kati	0.007	0.018	-13.896	0.013	-4.924	0.000	0.404	0.361	0.045	10.04	0.07	1.90
/	/	Ламинарен слој	0.04	0.104	/	0.076	/	0.003	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	-14.0	/	-5.0	/	0.401	/	/	/	9.15	/
/	/	Вкупно	13.090	/	/	/	/	/	/	/	/	/	655.90	/

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура $v=5553.6 >= v_{min}=15$, склопот задоволува

Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура $\eta=23.7 >= \eta_{min}=7$, склопот задоволува

Проверка на кондензација

Кондензација во спојот 4 ; 5.6 дена за сушење ; Сушење во рок од 90дена

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.076 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.076 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U <= U_{max}$, склопот задоволува

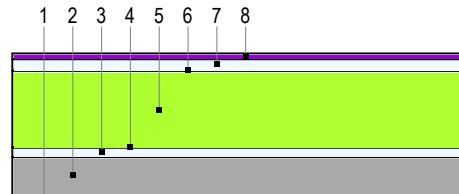
Ознака на склоп: рамен кров1 над просториите, Тип на конструкција: Рамен покрив над грејниот простор, Дел од термичката обвивка

$R_{si}=0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$; $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v \text{ min}=25$; $\eta \text{ min}=10$; $U \text{ max}=0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Fx=1$; $a=0.6$

Површина на склоп $A=1198.7 \text{ m}^2$ (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m^2)

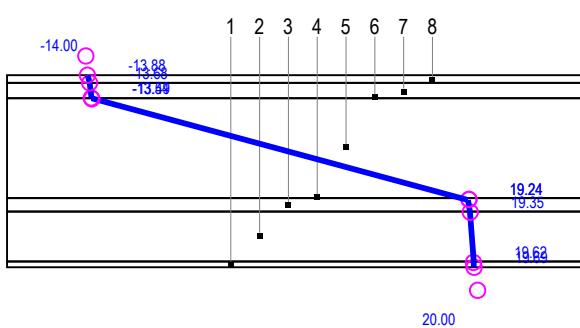
Површина у стално сенци $Ash =0\text{m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	2	Продолжен варовнички малтер	1800.0	1050.0	0.870	20.0
2	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
3	5	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
4	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
5	40	KnaufInsulation Smart Roof Top	145.0	840.0	0.038	1.0
6	0.3	Битуменска хидроизолација	1200.0	1460.0	0.190	1400.0
7	6	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
8	3	Лесни бетонски елементи	1200.0	920.0	0.470	10.0



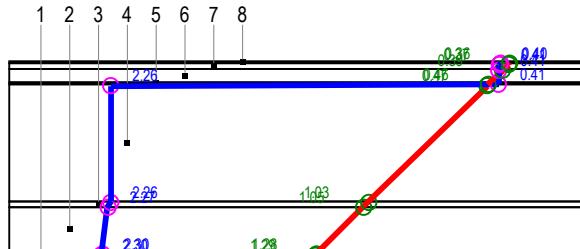
n.	d	Опис	R [m²K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	$\Delta\theta.\text{dif}$ [°C]	$\theta.\text{dif}$ [°C]	Δp [kPa]	p' [kPa]	p/e [kPa]	r [m]	S24 [W/m²K]	D [-]	u24 [W/m²K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.1	0.311	19.689	0.229	19.771	0.033	2.304	1.285	/	/	/	/
1	2	Продолжен варовнички малтер	0.023	0.072	19.618	0.053	19.719	0.007	2.297	1.279	0.400	10.90	0.25	9.06
2	20	Бетон	0.086	0.267	19.350	0.197	19.522	0.028	2.269	1.054	14.000	20.10	1.73	20.10
3	5	Цементен естрих	0.036	0.112	19.238	0.082	19.440	0.012	2.257	1.030	1.500	15.29	0.55	16.54
4	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.238	0.000	19.440	0.000	2.257	0.469	35.000	4.99	/	16.54
5	40	KnaufInsulation Smart Roof Top	10.526	32.731	-13.493	24.067	-4.627	1.843	0.414	0.462	0.400	0.58	6.09	0.58
6	0.3	Битуменска хидроизолација	0.016	0.050	-13.543	0.037	-4.664	0.001	0.413	0.395	4.200	4.90	0.08	0.95
7	6	Цементен естрих	0.043	0.134	-13.677	0.098	-4.762	0.003	0.410	0.366	1.800	15.29	0.66	10.57
8	3	Лесни бетонски елементи	0.064	0.199	-13.876	0.146	-4.909	0.005	0.404	0.361	0.300	6.12	0.39	7.74
/	/	Ламинарен слој	0.04	0.124	/	0.091	/	0.003	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	-14.0	/	-5.0	/	0.401	/	/	/	9.74	/
/	/	Вкупно	10.934	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1002.27	/

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура $v=12074.2 \geq v.\text{min}=25$, склопот задоволува

Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура $\eta=26.1 \geq \eta.\text{min}=10$, склопот задоволува

Проверка на кондензација

Кондензација во спојот 5; 5.2 дена за сушење; Сушење во рок од 90дена

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.091 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.091 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \text{ max}=0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\text{max}}$, склопот задоволува

Ознака на склоп: рамен кров2 над салата, Тип на конструкција: Рамен покрив над грејниот простор, Дел од термичката обвивка

$R_{si}=0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$; $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v \min=25$; $\eta \ min=10$; $U \ max=0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Fx=1$; $a=0.6$

Површина на склоп $A=450 \text{ m}^2$ (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m^2)

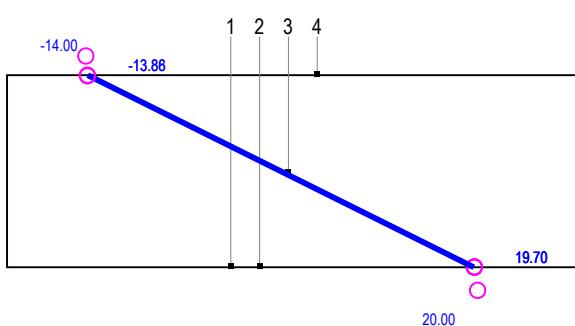
Површина у стално сенци $Ash =0\text{m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	0.07	Челик	7800.0	460.0	58.500	500000.0
2	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
3	40	KnaufInsulation Smart Roof Thermal	125.0	840.0	0.036	1.0
4	0.1	ПВЦ кровна лента	1200.0	960.0	0.190	20000.0



n.	d	Опис	R [m²K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	$\Delta\theta.\text{dif}$ [°C]	$\theta.\text{dif}$ [°C]	Δp [kPa]	p' [kPa]	p i/e [kPa]	r [m]	S24 [W/m²K]	D [-]	u24 [W/m²K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.1	0.302	19.698	0.222	19.778	0.032	2.305	1.285	/	/	/	/
1	0.07	Челик	/	0.000	19.698	0.000	19.778	0.000	2.305	0.487	350.000	123.15	/	8.00
2	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.698	0.000	19.778	0.000	2.305	0.408	35.000	4.99	/	8.00
3	40	KnaufInsulation Smart Roof Thermal	11.111	33.562	-13.864	24.678	-4.900	1.900	0.405	0.407	0.400	0.52	5.81	0.52
4	0.1	ПВЦ кровна лента	0.005	0.015	-13.879	0.011	-4.911	0.000	0.404	0.361	20.000	3.98	0.02	0.60
/	/	Ламинарен слој	0.04	0.121	/	0.089	/	0.003	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	-14.0	/	-5.0	/	0.401	/	/	/	5.83	/
/	/	Вкупно	11.256	/	/	/	/	/	/	/	/	/	62.29	/

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура $v=472.8 >= v.\min= 25$, склопот задоволува

Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура $\eta=14.4 >= \eta.\min= 10$, склопот задоволува

Проверка на кондензација

Кондензација во спојот 3, ; 0.2 дена за сушење ; Сушење во рок од 90дена

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.089 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.089 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \ max=0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U <= U_{max}$, склопот задоволува

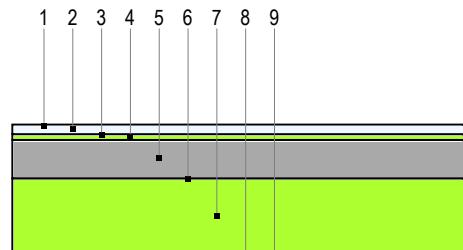
Ознака на склоп: плоча над отворен простор1 линолеум, Тип на конструкција: Меѓукатна к. над надворешен простор, Дел од термички

$R_{si}=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$; $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v_{min}=0$; $\eta_{min}=0$; $U_{max}=0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Fx=1$; $a=0$

Површина на склоп $A=65.7 \text{ m}^2$ (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m²)

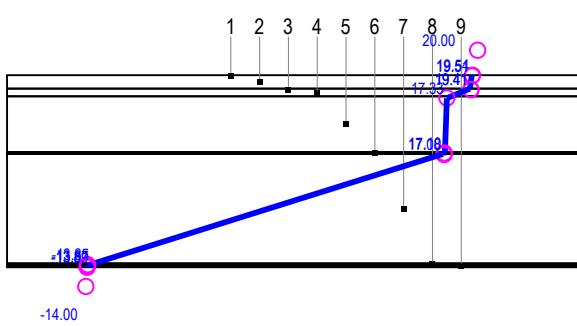
Површина у сталној сенци $A_{sh}=0 \text{ m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	0.2	Линолеум	1200.0	880.0	0.190	500.0
2	5	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
7	40	KnaufInsulation FKD-S Thermal	110.0	840.0	0.035	1.0
8	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
9	0.5	Knauf Kati	1900.0	1050.0	0.700	9.0



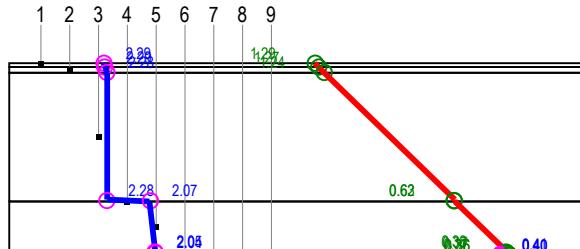
n.	d	Опис	R [m ² K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	$\Delta\theta_{dif}$ [°C]	θ_{dif} [°C]	Δp [kPa]	p' [kPa]	p/e [kPa]	r [m]	S24 [W/m ² K]	D [-]	u24 [W/m ² K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.460	19.540	0.338	19.662	0.048	2.289	1.285	/	/	/	/
1	0.2	Линолеум	0.011	0.030	19.510	0.022	19.640	0.003	2.285	1.268	1.000	3.81	0.04	7.50
2	5	Цементен естрих	0.036	0.097	19.413	0.072	19.568	0.010	2.275	1.241	1.500	15.29	0.55	12.53
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.413	0.000	19.568	0.000	2.275	0.625	35.000	4.99	/	12.53
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	0.769	2.081	17.331	1.530	18.038	0.207	2.068	0.624	0.039	0.53	0.41	1.20
5	20	Бетон	0.086	0.233	17.099	0.171	17.867	0.022	2.046	0.378	14.000	20.10	1.73	20.10
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.019	17.080	0.014	17.853	0.002	2.044	0.373	0.250	10.74	0.08	18.33
7	40	KnaufInsulation FKD-S Thermal	11.429	30.933	-13.854	22.745	-4.893	1.639	0.405	0.366	0.400	0.48	5.52	0.48
8	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.019	-13.873	0.014	-4.906	0.000	0.405	0.362	0.250	10.74	0.08	1.29
9	0.5	Knauf Kati	0.007	0.019	-13.892	0.014	-4.920	0.000	0.404	0.361	0.045	10.04	0.07	1.97
/	/	Ламинарен слој	0.04	0.108	/	0.080	/	0.003	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	-14.0	/	-5.0	/	0.401	/	/	8.48	/	
/	/	Вкупно	12.562	/	/	/	/	/	/	/	/	407.73	/	

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцењење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Нема кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.080 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.080 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{max}$, склопот задоволува

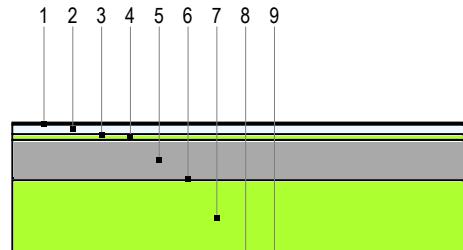
Ознака на склоп: плоча над отворен простор2 плочки, Тип на конструкција: Меѓукатна к. над надворешен простор, Дел од термичката

$Rsi=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$; $Rse=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v \min=0$; $\eta \min=0$; $U \max=0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Fx=1$; $a=0$

Површина на склоп $A=6.6 \text{ m}^2$ (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m^2)

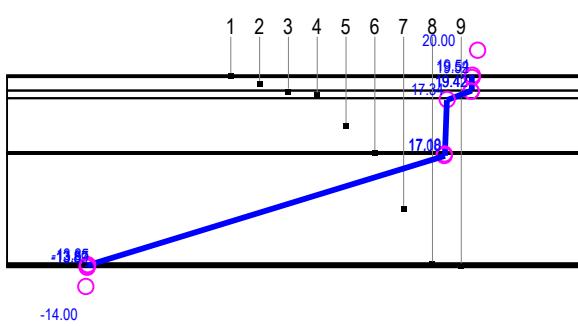
Површина у стално сенци $Ash=0\text{m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	0.8	Керамички плочки	1700.0	920.0	0.870	200.0
2	5	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
7	40	KnaufInsulation FKD-S Thermal	110.0	840.0	0.035	1.0
8	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
9	0.5	Knauf Kati	1900.0	1050.0	0.700	9.0



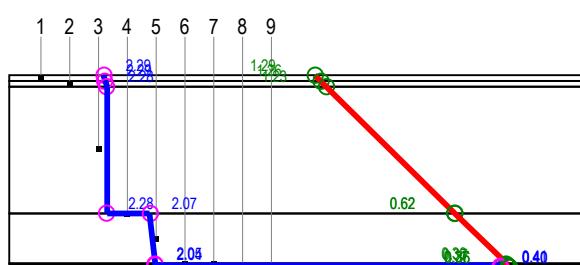
n.	d	Опис	R [m²K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	$\Delta\theta.\text{dif}$ [°C]	$\theta.\text{dif}$ [°C]	Δp [kPa]	p' [kPa]	p i/e [kPa]	r [m]	S24 [W/m²K]	D [-]	u24 [W/m²K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.460	19.540	0.338	19.662	0.048	2.289	1.285	/	/	/	/
1	0.8	Керамички плочки	0.009	0.024	19.515	0.018	19.644	0.003	2.286	1.257	1.600	9.92	0.09	8.29
2	5	Цементен естрих	0.036	0.097	19.418	0.072	19.572	0.010	2.276	1.231	1.500	15.29	0.55	12.86
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.418	0.000	19.572	0.000	2.276	0.622	35.000	4.99	/	12.86
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	0.769	2.082	17.336	1.531	18.041	0.207	2.069	0.621	0.039	0.53	0.41	1.20
5	20	Бетон	0.086	0.233	17.104	0.171	17.870	0.022	2.047	0.378	14.000	20.10	1.73	20.10
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.019	17.085	0.014	17.856	0.002	2.045	0.373	0.250	10.74	0.08	18.33
7	40	KnaufInsulation FKD-S Thermal	11.429	30.938	-13.854	22.749	-4.893	1.640	0.405	0.366	0.400	0.48	5.52	0.48
8	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.019	-13.873	0.014	-4.906	0.000	0.405	0.362	0.250	10.74	0.08	1.29
9	0.5	Knauf Kati	0.007	0.019	-13.892	0.014	-4.920	0.000	0.404	0.361	0.045	10.04	0.07	1.97
/	/	Ламинарен слој	0.04	0.108	/	0.080	/	0.003	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	-14.0	/	-5.0	/	0.401	/	/	8.52	/	
/	/	Вкупно	12.560	/	/	/	/	/	/	/	/	421.65	/	

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцењење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Нема кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.080 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.080 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \max=0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U <= U_{\max}$, склопот задоволува

Ознака на склоп: прозорци и балконски врати, Тип на конструкција: Прозорци и балконски врати, Дел од термичката обшивка

U=1W/m2K, Umax=2W/m2K, склопот задоволува; Fx=1 ; solar factor g=0.35 ; frame factor ff=0.25

ПВЦ шестокоморни со нискоемеони траслојни стакло пакет со криптон 4+8+4+8+4

ИЛУСТРАЦИЈА НА ГЕОМЕТРИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

СИТЕ ориентации	1021.5m ²
на ИСТОК	705.4m ²
на ЈУГ	80.5m ²
на ЗАПАД	196m ²
на СЕВЕР	39.6m ²

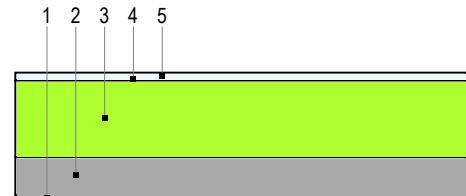
Ознака на склоп: простории под терасите, Тип на конструкција: Меѓукатна к. под незагреан простор, Не е дел од термичката обвивка

$R_{si}=0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$; $R_{se}=0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v_{min}=0$; $\eta_{min}=0$; $U_{max}=0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Fx=0.8$; $a=0$

Површина на склоп $A=90 \text{ m}^2$ (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m^2)

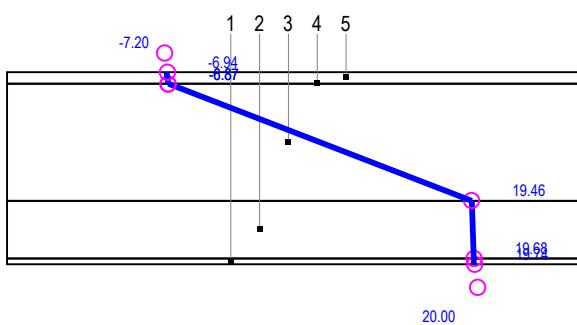
Површина у стално сенци $A_{sh}=0 \text{ m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	2	Продолжен варовнички малтер	1800.0	1050.0	0.870	20.0
2	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
3	40	KnaufInsulation NaturBoard POD EXTRA	135.0	840.0	0.039	1.3
4	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
5	4	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0

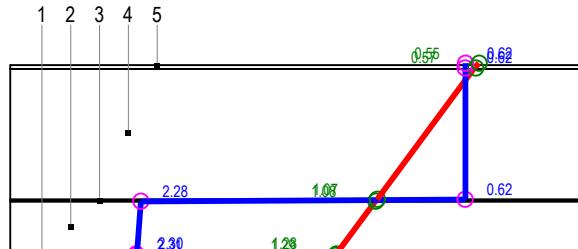


n.	d	Опис	R [m²K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	$\Delta\theta_{dif}$ [°C]	θ_{dif} [°C]	Δp [kPa]	p' [kPa]	$p_{i/e}$ [kPa]	r [m]	S24 [W/m²K]	D [-]	u24 [W/m²K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.1	0.257	19.743	0.189	19.811	0.027	2.310	1.285	/	/	/	/
1	2	Продолжен варовнички малтер	0.023	0.059	19.684	0.043	19.768	0.006	2.304	1.280	0.400	10.90	0.25	9.06
2	20	Бетон	0.086	0.221	19.463	0.162	19.605	0.023	2.281	1.078	14.000	20.10	1.73	20.10
3	40	KnaufInsulation NaturBoard POD EXTRA	10.256	26.332	-6.869	19.362	0.244	1.659	0.622	1.071	0.520	0.57	5.80	0.57
4	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	-6.869	0.000	0.244	0.000	0.622	0.567	35.000	4.99	/	0.57
5	4	Цементен естрих	0.029	0.074	-6.943	0.055	0.189	0.002	0.619	0.550	1.200	15.29	0.44	7.22
/	/	Ламинарен слој	0.1	0.257	/	0.189	/	0.008	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	-7.2	/	0.0	/	0.611	/	/	/	8.22	/
/	/	Вкупно	10.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	340.09	/

Графикон на температури



Графикон на дифузија
дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Кондензација во спојот 3; 48.5 дена за сушење; Сушење во рок од 90дена

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.094 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.094 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{max}$, склопот задоволува

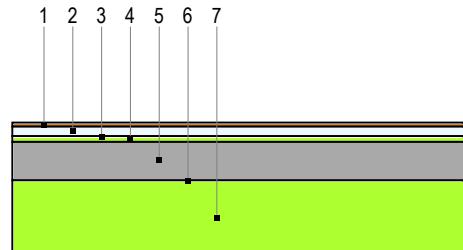
Ознака на склоп: плоча над подрум1 паркет, Тип на конструкција: Меѓукатна к. над незагреан простор, Не е дел од термичката обвивка

Rsi=0.17 m²K/W ; Rse=0.17 m²K/W ; v min=0 ; η min=0 ; U max=0.35 W/m²K ; Fx=0.5 ; α=0

Површина на склоп A= 484.2 m² (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m²)

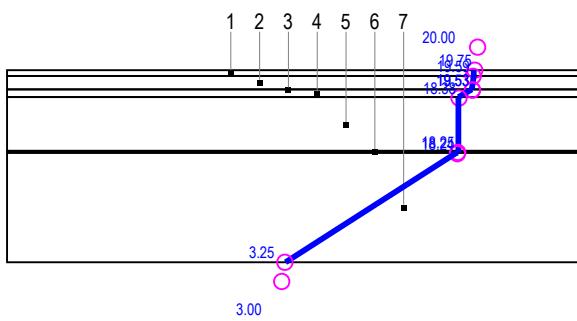
Површина у стално сенци Ash =0m²

n.	d	Опис	ρ	c	λ	μ
	[cm]		[kg/m ³]	[J/kgK]	[W/mK]	[-]
1	2.2	Паркет	700.0	1670.0	0.210	15.0
2	5	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
7	40	KnaufInsulation CLT C1	90.0	850.0	0.040	1.0



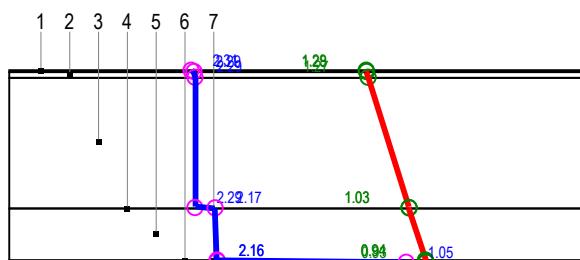
n.	d	Опис	R	Δθ	Θ	Δθ.dif	Θ.dif	Δp	p'	p i/e	r	S24	D	u24
	[cm]		[m ² K/W]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[m]	[W/m ² K]	[-]	[W/m ² K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.255	19.745	0.187	19.813	0.027	2.310	1.285	/	/	/	/
1	2.2	Паркет	0.105	0.157	19.588	0.116	19.697	0.016	2.294	1.283	0.330	4.21	0.44	5.36
2	5	Цементен естрих	0.036	0.054	19.534	0.040	19.657	0.006	2.288	1.273	1.500	15.29	0.55	11.54
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.534	0.000	19.657	0.000	2.288	1.034	35.000	4.99	/	11.54
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	0.769	1.153	18.381	0.847	18.810	0.117	2.171	1.034	0.039	0.53	0.41	1.19
5	20	Бетон	0.086	0.129	18.252	0.095	18.715	0.013	2.158	0.938	14.000	20.10	1.73	20.10
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.010	18.242	0.008	18.707	0.001	2.157	0.936	0.250	10.74	0.08	18.33
7	40	KnaufInsulation CLT C1	10.000	14.987	3.255	11.020	7.687	1.106	1.051	0.934	0.400	0.47	4.70	0.47
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.255	/	0.187	/	0.013	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	3.0	/	7.5	/	1.037	/	/	/	7.91	/
/	/	Вкупно	11.343	/	/	/	/	/	/	/	/	/	272.60	/

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцењење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Нема кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни U= 0.088 W/m²K

U= 0.088 W/m²K, U max=0.35 W/m²K, U <= Umax, склопот задоволува

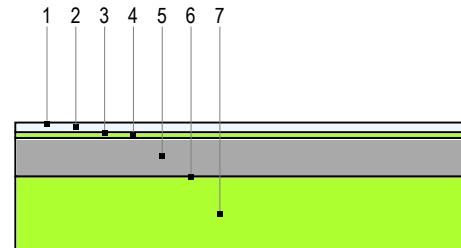
Ознака на склоп: плоча над подрум2 линолеум, Тип на конструкција: Меѓукатна к. над незагреан простор, Дел од термичката обвивка

Rsi=0.17 m²K/W ; Rse=0.17 m²K/W ; v min=0 ; η min=0 ; U max=0.35 W/m²K ; Fx=0.5 ; α=0

Површина на склоп A= 450.2 m² (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m²)

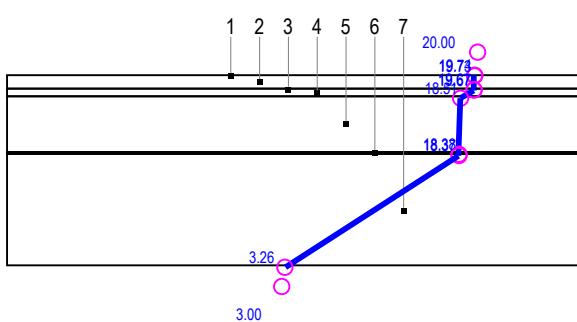
Површина у стално сенци Ash =0m²

n.	d	Опис	ρ	c	λ	μ
	[cm]		[kg/m ³]	[J/kgK]	[W/mK]	[-]
1	0.2	Линолеум	1200.0	880.0	0.190	500.0
2	5	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
7	40	KnaufInsulation CLT C1	90.0	850.0	0.040	1.0



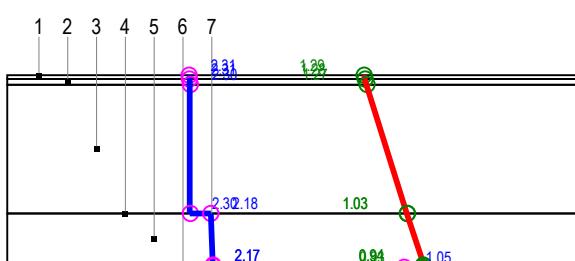
n.	d	Опис	R	Δθ	Θ	Δθ.dif	Θ.dif	Δp	p'	p i/e	r	S24	D	u24
	[cm]		[m ² K/W]	°C	°C	°C	°C	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[m]	[W/m ² K]	[-]	[W/m ² K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.257	19.743	0.189	19.811	0.027	2.310	1.285	/	/	/	/
1	0.2	Линолеум	0.011	0.017	19.726	0.012	19.799	0.002	2.308	1.279	1.000	3.81	0.04	7.50
2	5	Цементен естрих	0.036	0.054	19.672	0.040	19.759	0.006	2.302	1.269	1.500	15.29	0.55	12.53
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.672	0.000	19.759	0.000	2.302	1.033	35.000	4.99	/	12.53
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	0.769	1.162	18.510	0.855	18.904	0.119	2.183	1.032	0.039	0.53	0.41	1.20
5	20	Бетон	0.086	0.130	18.380	0.096	18.809	0.013	2.170	0.938	14.000	20.10	1.73	20.10
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.011	18.369	0.008	18.801	0.001	2.169	0.936	0.250	10.74	0.08	18.33
7	40	KnaufInsulation CLT C1	10.000	15.112	3.257	11.112	7.689	1.118	1.051	0.934	0.400	0.47	4.70	0.47
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.257	/	0.189	/	0.013	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	3.0	/	7.5	/	1.037	/	/	/	7.51	/
/	/	Вкупно	11.249	/	/	/	/	/	/	/	/	/	205.22	/

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцењење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Нема кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни U= 0.089 W/m²K

U= 0.089 W/m²K, U max=0.35 W/m²K, U <= Umax, склопот задоволува

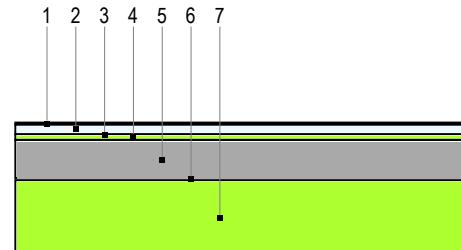
Ознака на склоп: плоча над подрум3 плочки, Тип на конструкција: Меѓукатна к. над незагреан простор, Дел од термичката обивка

$R_{si}=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$; $R_{se}=0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v_{min}=0$; $\eta_{min}=0$; $U_{max}=0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_x=0.5$; $\alpha=0$

Површина на склоп $A=77.4 \text{ m}^2$ (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m²)

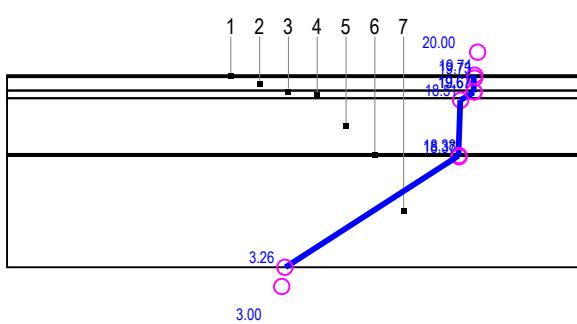
Површина у стално сенци $A_{sh}=0 \text{ m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	1	Керамички плочки	1700.0	920.0	0.870	200.0
2	5	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	2100.0	1000.0	0.760	50.0
7	40	KnaufInsulation CLT C1	90.0	850.0	0.040	1.0



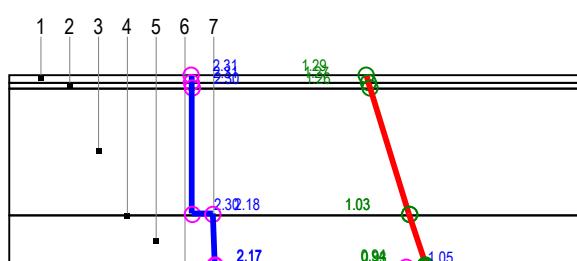
n.	d	Опис	R [m ² K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	Θ [°C]	$\Delta\theta_{dif}$ [°C]	Θ_{dif} [°C]	Δp [kPa]	p' [kPa]	p i/e [kPa]	r [m]	S24 [W/m ² K]	D [-]	u24 [W/m ² K]
/	/	Внатре	/	/	20	/	20	/	2.337	/	/	/	/	/
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.257	19.743	0.189	19.811	0.027	2.310	1.285	/	/	/	/
1	1	Керамички плочки	0.011	0.017	19.726	0.012	19.799	0.002	2.308	1.272	2.000	9.92	0.11	8.35
2	5	Цементен естрих	0.036	0.054	19.672	0.040	19.759	0.006	2.302	1.262	1.500	15.29	0.55	12.89
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.672	0.000	19.759	0.000	2.302	1.031	35.000	4.99	/	12.89
4	3	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	0.769	1.162	18.510	0.855	18.904	0.119	2.183	1.031	0.039	0.53	0.41	1.20
5	20	Бетон	0.086	0.130	18.380	0.096	18.809	0.013	2.170	0.938	14.000	20.10	1.73	20.10
6	0.5	Knauf Klebespachtel M	0.007	0.011	18.369	0.008	18.801	0.001	2.169	0.936	0.250	10.74	0.08	18.33
7	40	KnaufInsulation CLT C1	10.000	15.112	3.257	11.112	7.689	1.118	1.051	0.934	0.400	0.47	4.70	0.47
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.257	/	0.189	/	0.013	/	/	/	/	/	/
/	/	Надвор	/	/	3.0	/	7.5	/	1.037	/	/	/	7.57	/
/	/	Вкупно	11.249	/	/	/	/	/	/	/	/	/	215.24	/

Графикон на температури



Графикон на дифузија

дебелината на слоевите е пропорционална со дифузниот отпор на слоевите



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцењење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Нема кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.089 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.089 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{max}$, склопот задоволува

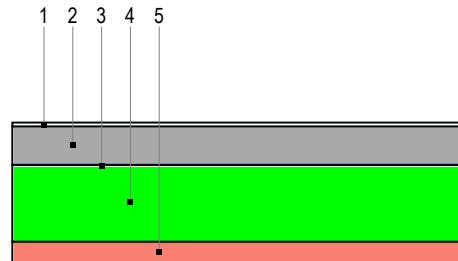
Ознака на склоп: подрумски сид, Тип на конструкција: Сид во тло, Дел од термичката обшивка

$Rsi=0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$; $Rse=0 \text{ m}^2\text{K/W}$; $v_{min}=0$; $\eta_{min}=0$; $U_{max}=0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Fx=0.6$; $a=0$

Површина на склоп $A=366 \text{ m}^2$ (Исток 105, Југ 78, Запад 105, Север 78 m^2)

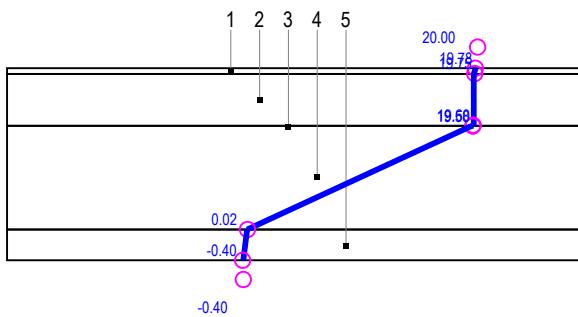
Површина у стално сенци $Ash=0 \text{ m}^2$

n.	d	Опис	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	2	Продолжен варовнички малтер	1800.0	1050.0	0.870	20.0
2	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
3	0.3	Битуменска хидроизолација	1200.0	1460.0	0.190	1400.0
4	40	KI Polyfoam C 350	30.0	1260.0	0.034	150.0
5	12	Полна тула	1200.0	920.0	0.470	5.0



n.	d	Опис	R [m²K/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]
/	/	Внатре	/	/	20
/	/	Ламинарен слој	0.13	0.216	19.784
1	2	Продолжен варовнички малтер	0.023	0.038	19.746
2	20	Бетон	0.086	0.143	19.603
3	0.3	Битуменска хидроизолација	0.016	0.027	19.576
4	40	KI Polyfoam C 350	11.765	19.552	0.024
5	12	Полна тула	0.255	0.424	-0.400
/	/	Ламинарен слој	/	0.000	/
/	/	Надвор	/	/	-0.4
/	/	Вкупно	12.275	/	/

Графикон на температури



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Не се поставуваат услови за кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни $U=0.081 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U=0.081 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{max}$, склопот задоволува

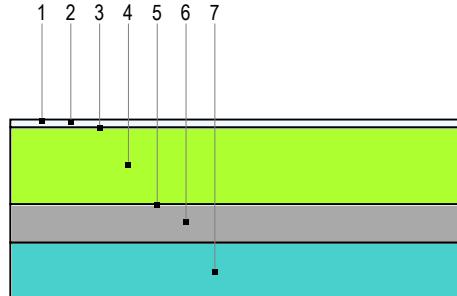
Ознака на склоп: под над земја1 линолеум, Тип на конструкција: Под на терен, Дел од термичката обвивка

Rsi=0.17 m²K/W ; Rse=0 m²K/W ; v min=0 ; η min=0 ; U max=0.4 W/m²K ; Fx=0.5 ; α=0

Површина на склоп A= 1530.7 m² (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m²)

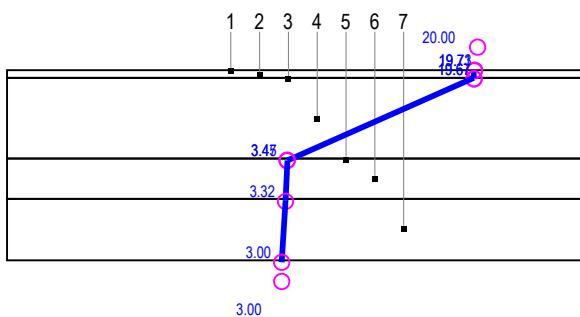
Површина у стално сенци Ash =0m²

n.	d [cm]	Опис	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	0.2	Линолеум	1200.0	880.0	0.190	500.0
2	4	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	40	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	0.2	Битуменска хидроизолација	1100.0	1460.0	0.190	1400.0
6	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
7	30	Песок, чакал	1750.0	940.0	1.500	15.0



n.	d [cm]	Опис	R [m ² K/W]	Δθ [°C]	θ [°C]
/	/	Внатре	/	/	20
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.269	19.731
1	0.2	Линолеум	0.011	0.017	19.714
2	4	Цементен естрих	0.029	0.046	19.668
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.668
4	40	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	10.256	16.199	3.469
5	0.2	Битуменска хидроизолација	0.011	0.017	3.452
6	20	Бетон	0.086	0.136	3.316
7	30	Песок, чакал	0.200	0.316	3.000
/	/	Ламинарен слој	/	0.000	/
/	/	Надвор	/	/	3.0
/	/	Вкупно	10.763	/	/

Графикон на температури



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Не се поставуваат услови за кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни U= 0.093 W/m²K

U= 0.093 W/m²K, U max=0.4 W/m²K, U <= Umax, склопот задоволува

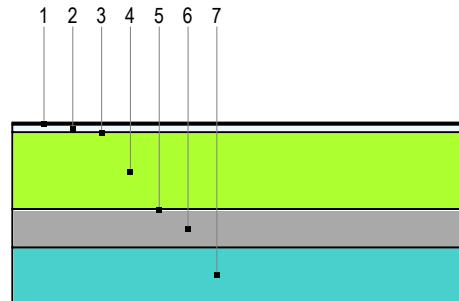
Ознака на склоп: под над земја2 плочки, Тип на конструкција: Под на терен, Дел од термичката обвивка

Rsi=0.17 m²K/W ; Rse=0 m²K/W ; v min=0 ; η min=0 ; U max=0.4 W/m²K ; Fx=0.5 ; α=0

Површина на склоп A= 346 m² (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m²)

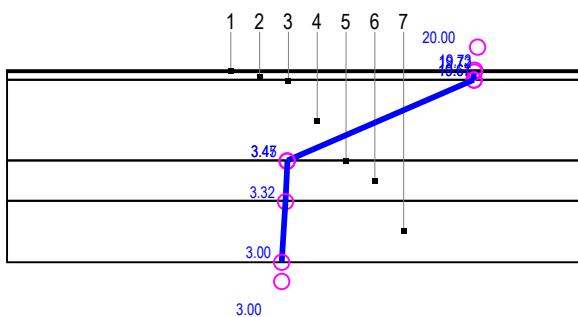
Површина у стално сенци Ash =0m²

n.	d [cm]	Опис	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	0.8	Керамички плочки	1700.0	920.0	0.870	200.0
2	4	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	40	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	0.2	Битуменска хидроизолација	1100.0	1460.0	0.190	1400.0
6	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
7	30	Песок, чакал	1750.0	940.0	1.500	15.0



n.	d [cm]	Опис	R [m ² K/W]	Δθ [°C]	θ [°C]
/	/	Внатре	/	/	20
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.269	19.731
1	0.8	Керамички плочки	0.009	0.014	19.717
2	4	Цементен естрих	0.029	0.046	19.671
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.671
4	40	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	10.256	16.202	3.469
5	0.2	Битуменска хидроизолација	0.011	0.017	3.452
6	20	Бетон	0.086	0.136	3.316
7	30	Песок, чакал	0.200	0.316	3.000
/	/	Ламинарен слој	/	0.000	/
/	/	Надвор	/	/	3.0
/	/	Вкупно	10.761	/	/

Графикон на температури



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Не се поставуваат услови за кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни U= 0.093 W/m²K

U= 0.093 W/m²K, U max=0.4 W/m²K, U <= Umax, склопот задоволува

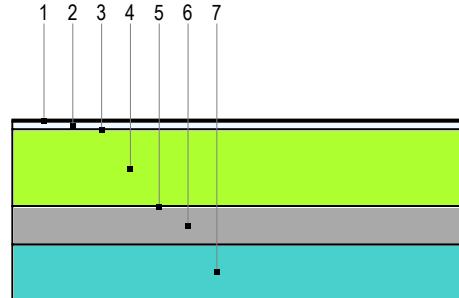
Ознака на склоп: под над земја3_подрумски, Тип на конструкција: Под на терен, Дел од термичката обвивка

Rsi=0.17 m²K/W ; Rse=0 m²K/W ; v min=0 ; η min=0 ; U max=0.4 W/m²K ; Fx=0.5 ; α=0

Површина на склоп A= 982.2 m² (Исток 0, Југ 0, Запад 0, Север 0 m²)

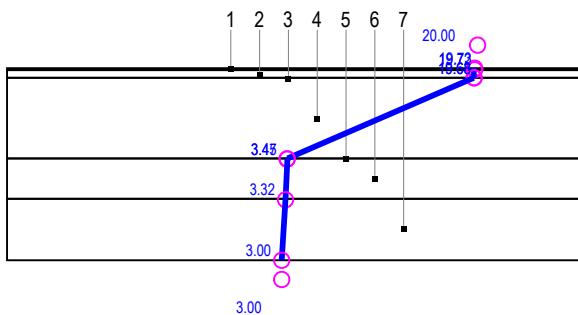
Површина у стално сенци Ash =0m²

n.	d [cm]	Опис	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	0.7	Керамички плочки	2300.0	920.0	1.280	200.0
2	4	Цементен естрих	2200.0	1050.0	1.400	30.0
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	600.0	1470.0	0.390	205882.0
4	40	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	120.0	840.0	0.039	1.3
5	0.2	Битуменска хидроизолација	1100.0	1460.0	0.190	1400.0
6	20	Бетон	2500.0	960.0	2.330	70.0
7	30	Песок, чакал	1750.0	940.0	1.500	15.0



n.	d [cm]	Опис	R [m ² K/W]	Δθ [°C]	θ [°C]
/	/	Внатре	/	/	20
/	/	Ламинарен слој	0.17	0.269	19.731
1	0.7	Керамички плочки	0.005	0.008	19.723
2	4	Цементен естрих	0.029	0.046	19.678
3	0.017	KnaufInsulation Homeseal LDS 35	/	0.000	19.678
4	40	KnaufInsulation NaturBoard POD PLUS	10.256	16.208	3.469
5	0.2	Битуменска хидроизолација	0.011	0.017	3.452
6	20	Бетон	0.086	0.136	3.316
7	30	Песок, чакал	0.200	0.316	3.000
/	/	Ламинарен слој	/	0.000	/
/	/	Надвор	/	/	3.0
/	/	Вкупно	10.757	/	/

Графикон на температури



Проверка на летната стабилност

Не се поставуваат услови за Фактор на придушување на амплитуда на осцилација на температура v

Не се поставуваат услови за Фактор на доцнење на амплитуда на осцилација на температура η

Проверка на кондензација

Не се поставуваат услови за кондензација ; - ; -

Проверка на коефициентот на премин на топлина

Основни U= 0.093 W/m²K

U= 0.093 W/m²K, U max=0.4 W/m²K, U <= Umax, склопот задоволува

КАРАКТЕРИСТИКИ НА СКЛОПОВИТЕ КОИ ФОРМИРААТ ТЕРМИЧКА ОБВИВКА

num	ID	Опис	A [m ²]	Fx [-]	Umax [W/m ² K]	U [W/m ² K]	OK	A*U*Fx [W/K]	Удел [%]	
1	надвореш зид	Надворешен зид	1250.60	1	0.35	0.076	Да	95.05	6.57	
2	рамен кров1	рамен кров1 над грејниот простор	1198.70	1	0.25	0.091	Да	109.08	7.55	
3	рамен кров2	рамен кров2 над грејниот простор	450.00	1	0.2	0.089	Да	40.05	2.77	
4	плоча над отвор1	плоча над отвор1 над надворешен простор	65.70	1	0.3	0.080	Да	5.26	0.36	
5	плоча над отвор2	плоча над отвор2 над надворешен простор	6.60	1	0.3	0.080	Да	0.53	0.04	
6	прозорци и балконски врати	балконски врати	1021.50	1	2	1.000	Да	1021.50	70.66	
7	плоча над подрум1	плоча над подрум1 над незагреан простор	450.20	0.5	0.35	0.089	Да	20.03	1.39	
8	плоча над подрум2	плоча над подрум2 над незагреан простор	77.40	0.5	0.35	0.089	Да	3.44	0.24	
9	подрумски зид	Зид во тло	366.00	0.6	0.5	0.081	Да	17.79	1.23	
10	под над земја1	Под на терен	1530.70	0.5	0.4	0.093	Да	71.18	4.92	
11	под над земја2	Под на терен	346.00	0.5	0.4	0.093	Да	16.09	1.11	
12	под над земја3	Под на терен	982.20	0.5	0.4	0.093	Да	45.67	3.16	
Вкупно			7745.6m ²					1445.67W/K		

ТОПЛИНСКИ ЗАГУБИ И ДОБИВКИ

ТРАНСМИСИОНИ ЗАГУБИ - низ обвивката

Површина на грејниот простор - Површина на грејниот простор , $A_g=4554.00 \text{ m}^2$

Зголемување поради линиските загуби, според EN 14683

Коефициент на трансмисиони загуби ПОВРШИНСКИ $H_t,f= 1445.666 \text{ W/K}$

Коефициент на трансмисиона загуба на ТЕРМИЧКИ МОСТОВИ $H_{tb}= 0.000 \text{ W/K}$
 (За сите позиции)

Коефициент на трансмисиона загуба ВКУПНО $H_t= 1445.666 \text{ W/K}$

Фактор на форма $A/V=0.45 [\text{m}-1]$

Максимално дозволена специфична трансмисиона загуба $H_t'_{max}= 0.883 \text{ W/K}$

Специфична трансмисиона загуба (H_t/A) 0.187 , $H_t' \leq H_t'_{max}$, Задоволува

Вкупно потребна енергија за надоместување на трансмисионата загуба $Q_t=87988.91 \text{ kWh}$
 $Q_t/A_g = 19.32 \text{ kWh/m}^2$

$Q_t = 87988.91 \text{ kWh}$

ВЕНТИЛАЦИОНИ ЗАГУБИ

волумен на грејниот/вентилираниот простор, $V_g=13206 \text{ m}^3$

Заптивеност на прозорците : Лоша

Број на измени на воздух на час : $n= 1$

Коефициент на вентилациона загуба $H_v= 4278.74 \text{ W/K}$

Вкупно потребна енергија за надоместување на вентилациските загуби $Q_v = 260421.18 \text{ kWh}$

$Q_v = 260421.18 \text{ kWh}$

СОЛАРНИ ДОБИВКИ

Фактор на засенченост (Factor shade), $F_s=0.8$

Фактор на намалување поради неортогонално зрачење, $F_n=0.9$

Фактор на намалување поради опремата/елементите за заштита од Сонце, $F_z=1$

ТАБЕЛАРЕН ПРИКАЗ НА СОЛАРНИТЕ ДОБИВКИ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Прозорци	12771.5	15117.2	17428.3	19577.0	21690.3	24899.4	24337.0	25408.7	22656.3	16480.4	12308.1	10507.6	78790.4
Излози	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Стаклен пофров	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сидови	119.7	140.6	159.9	176.5	193.3	219.9	215.2	225.6	205.0	152.7	115.3	98.9	731.7
Рамен покрив	3.0	292.3	399.1	512.0	591.6	680.3	665.4	668.9	530.0	334.4	217.0	173.2	1545.3
Кос покрив	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZZ-prozor	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZZ-panel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Sigma 1$	13104.2	15550.1	17987.3	20265.5	22475.2	25799.6	25217.6	26303.2	23391.3	16967.5	12640.4	10779.7	230481.6
HD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HD coef	1.0	1.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.0	5.590
$\Sigma 2$	13104.2	15550.1	17987.3	6079.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4926.0	12640.4	10779.7	81067.4
staklenik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Sigma 3$	13104.2	15550.1	17987.3	6079.7	0	0	0	0	0	4926	12640.4	10779.7	81067.4

Вкупни соларни добивки за грејната сезона $Q_{sol}= 81067.4 \text{ kWh}$

$Q_{sol} = 81067.4 \text{ kWh}$

ВНАТРАШЕНИ ДОБИВКИ

Назив	Вредност	Единица
Ти зимски период	20	C
Ти летен период	26	C
Површина по лице	10	m^2/per
Излезна топлина по лице	70	W/per
Излезна топлина на луѓе по единица површина	7	W/m^2
Присутност во текот на денот (просечно месечно)	4	h
Годишна потрошувачка на елект. енергија по единица површина на греј. простор	10	kWh/m^2
Проток на свеж воздух по единица површина на греј. простор	0.7	$\text{m}^3/(\text{h}^*\text{m}^2)$
Проток на свеж воздух по лице	7	$\text{m}^3/(\text{h}^*\text{per})$
Топлотна потреба за подготвка на СТВ по единица површина на греј. простор	10	kWh/m^2

Излезна топлина на луѓе од 7.00 W/m^2 , на површина од 4554 m^2 со присутност на во текот на денот 4 ,
 за број на денови на греене HD =169 резултира со енергија $Q_p = 21549.53 \text{ kWh}$

$Q_p = 21549.53 \text{ kWh}$

Излезна топлина на електр. уреди од $10 \text{ kWh}/\text{m}^2$, на годишно ниво, на површина од 4554 m^2
 за број на денови на греене HD = 169 резултира со енергија $Q_{el} = 21085.64 \text{ kWh}$

$Q_{el} = 21085.64 \text{ kWh}$

ЕНЕРГЕТСКИ БИЛАНС ПО МЕСЕЦИ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Te =	1.0	3.1	7.4	12.6	17.7	20.7	22.4	21.9	17.8	12.8	7.3	2.7
HDD = 2536.02	589.048	473.263	390.656	83.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.476	381.066	536.413
HD= 169	31	28	31	9	0	0	0	0	0	9	30	31
Te.hd=	0.998	3.098	7.398	10.767	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.836	7.298	2.696
1. Qt=87.99 MWh	20.44	16.42	13.55	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86	13.22	18.61
2. Qv=260.42 MWh	60.49	48.60	40.12	8.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.47	39.13	55.08
3. Qt+Qv=348.41 MWh	80.93	65.02	53.67	11.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	52.35	73.70
4. Qsol=79.45 MWh	12.84	15.24	17.63	5.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.83	12.39	10.56
5. Qp=21.12 MWh	3.87	3.50	3.87	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	3.75	3.87
6. Qel=20.66 MWh	3.79	3.42	3.79	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	3.67	3.79
7(4+5+6): Qgn=121.23 MWh	20.51	22.16	25.29	8.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05	19.80	18.23
8(3-7): Qnd=227.18 MWh	60.42	42.86	28.38	3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.28	32.55	55.47
CDD=1324	0	0	4	27	137	239	324	334	189	65	5	0
80926.85	60449.25	60420.50	42658.00	28378.81	3790.43	15239.10	17627.35	3223.19	1106959.06	52353.07	55467.20	3790.43
65019.33	48599.31	40116.41	16420.32	13561.19	8553.22	2883.13	11416.35	8469.45	2661.59	1133.03	65081.17	16511.38
20437.60	55670.60											

ЗАКЛУЧОК

Применувајќи ги принципите на енергетска ефикасност и концептот на одржлива архитектура овозможува еден поефикасен начин на градење кој веќе во Европа и во светот станува секојдневна пракса. Со употреба на соодветните системи и технологии се овозможува ефективно намалување на употребата на енергија за објектот без при тоа да се намалат квалитетите на просторот, туку баш напротив се проектира една поздрава зграда и се зголемува нејзината вредност.

При градењето на објектот активно се почитува животната средина и се стреми кон нејзино зачувување и унапредување, што треба да претставува веќе еден стандарден начин на градење, а не луксуз. При проектирањето на вакви објекти треба да се задоволат повеќе услови и да се запазат принципите на одржливост со користење на соодветните техники, кои можеби при изведбата носат дополнителни трошоци но за некоја година ги враќаат тие трошоци и потоа се во плус и продолжуваат да имаат помало потрошување.

Со истражувањето во овој магистарски труд се создава можност за проектирање на едно енергетско ефикасно училиште кое користејќи ја околината, локацијата, соодветната ориентација и обвивка, системите за греенje, ладење и вентилација како и енергетско ефикасни уреди, не само што ги задоволува барањата на енергетската ефикасност туку и овозможува соодветен амбиент и комфор за корисниците што е и главната цел на архитектот. На учениците и на вработените им се овозможува ефективно да го искористат понудениот простор за учење, работа, забава и други активности, во една современа градба со соодветна форма и функционалност која воедно е во согласност со енергетската ефикасност.

Енергетската ефикасност е меѓу поважните аспекти при проектирањето, ако не и најважен, бидејќи одржливоста и зачувувањето на животната средина има клучна улога во секојдневниот живот во 21 век и во секојдневните навики и политики. Почитувајќи ги стандардите, нормативите и регулативите за енергетска ефикасност може да значи ограничување на креативноста при проектирањето на објектите, но ако се гледаат како можности, а не рестрикции, може да доведат до подобрување на целокупниот концепт.

БИБЛИОГРАФИЈА

- Википедија 2018, Општина Илинден. Достапно на:
<https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%98%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD> [08 август 2018]
- Википедија 2018, Основно училиште. Достапно на: https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE_%D1%83%D1%87%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%88%D1%82%D0%B5%D0%BD [07 август 2018]
- Волињец, Р., Хациева-Алексиевска, Ј. 1988, Ламенти за велешките куќи, Белешки за архитектурата и урбанизмот, Архитеконски факултет, Скопје
- Ефремовски, М. 2016, Охрид / III. Достапно на:
<http://marh.mk/%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%BB%D0%B4-iii/>. [05 август 2018]
- Инфотека енергетска ефикасност 2002, во рамките на програмата CIVICA Mobilitas.
- Кацарска, М. 2016, Регулатива за енергетска ефикасност во земјите на ЕУ и во Македонија – општ дел. Втор тренинг курс NZeB.
- Крстевска М. 2016, Спомен куќа на Васил Главинов – Велес / крај на 19 век. Достапно на:
<http://marh.mk/%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%9C%D0%BD%D0%BA%D0%BD%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BB%D0%BD%D0%BB%D0%BD%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA/>. [05 август 2018]
- МАНУ 2009, Стратегија за развој на енергетиката во република македонија за период 2008-2020 со визија до 2030. Скопје: Македонска Академија на Науките и Уметностите.
- Матич, М. 1988, Енергија и архитектура. Загреб.
- Михајлович-Ристивојевич, М. 1995, Особине и перформансе материјала у архитектури. Белград.
- МОН 2015, Закон за основното образование. Достапно на: <http://mon.gov.mk/images/documents/zakoni/2015.pdf> [07 август 2018]
- Намичев П. 2014, Традиционалната архитектура во Струмица и струмичко. Достапно на:
<http://eprints.udg.edu.mk/10106/1/TRADICIONALNATA%20ARHITEKTURA%20VO%20STRUMICA%20.pdf>. [05 август 2018]
- Нојферт Е. 2010, Архитектонско проектирање, прев. Арс ламина, Скопје
- Општина Илинден 2011, Реализација на проектот “Енергетска ефикасност во јавните општински установи“. Достапно на: <http://www.ilinden.gov.mk/izvestuvanja/realizacija-na-proektot-%E2%80%9Cenergetska-efikasnost-vo-javnite-opshtinski-ustanovi%E2%80%9C> [05 август 2018]
- Општина Илинден 2012, Профил на Општина Илинден. Достапно на:
http://ilinden.gov.mk/sites/default/files/dokumenti/Profil_na_Opshtina_Ilinden_2012_MKD.pdf [08 август 2018]
- ПортаЗ 2014, Гимназијата „Јосип Броз –Тито“ – енергетски ефикасен објект. Достапно на: <https://www.portaz.mk/gimnaziata-josip-broz-tito-energetski-efikasen-objekt/> [05 август 2018]
- ПортаЗ 2016, Во СУГС „Орце Николов“ реализиран проект на Град Скопје и УНДП Достапно на: <https://www.portaz.mk/vo-sugs-orce-nikolov-realiziran-projekt-na-grad-skopje-i-undp/> [05 август 2018]

Серафимовски, М. 2009, Методи и алатки за енергетско сертифицирање на објекти.

Службен Весник на РМ бр. 94 2013, Правилник за енергетска контрола. 04 јули, стр. 2-229.

Службен Весник на РМ 2010, бр. 61/2010

Службен Весник на РМ 2010 бр. 143/2010

Службен Весник на РМ 2010 бр. 125/2010

Службен Весник на РМ 2013 бр. 50/2013

Службен Весник на РМ 2010 бр. 31/2010

Службен Весник на РМ 2015 бр. 207/2015

Стефановски, М. 2014, Водич за енергетски ефикасни згради. Битола: Печаница ВАЛИ Битола.

Хартман, У., Трпевски, С., Трајановски, Ѓ. 2010, Енергетска ефикасност. GEC, Скопје

Хартман, У., Трпевски, С., Трајановски, Ѓ. 2010, Слопар – Термија. GEC, Скопје

Хартман, У., Трпевски, С., Трајановски, Ѓ. 2010, Фотоволтаични постројки. GEC, Скопје

Хациева-Алексиевска, Ј., Волињец, Р., 1989 Старата струмичка куќа – архитектура што исчезнува, Завод за заштита на спомениците на културата, природните реткости и музеј - Струмица, Зборник на трудови, Струмица

Центар за Промоција на Одржливи земјоделски практики и рурален развој 2009, Обновливи извори на енергија и енергетска ефикасност во руралните средини во Република Македонија.

Чипан, Б. 1982, Стара градска архитектура во Охрид, Македонска Книга, Скопје

A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. Достапно на: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>

A54 arquitectos 2012, C.E.P. Mariturri I.h.i. en vitoria-gasteiz (araba). Достапно на: <http://www.a54.es/mariturri---proyecto.html>. [05 август 2018]

ArchDaily 2011, Silverland Middle School / Tate Snyder Kimsey Достапно на: <https://www.archdaily.com/163765/silverland-middle-school-tate-snyder-kimsey> [05 август 2018]

ArchDaily 2016, Bezons Angela Davis School / archi5 + Tecnova Architecture. Достапно на: <https://www.archdaily.com/795412/bezons-angela-davis-school-archi5-plus-tecnova-architecture>. [05 август 2018]

ArchDaily 2016, Mariturri School / A54 arquitectos. Достапно на: <https://www.archdaily.com/794049/mariturri-school-a54-arquitectos>. [05 август 2018]

Archi 5 2017, Green building, Angela Davis school, Bezons. Достапно на: <https://archi5.fr/en/2017/01/01/green-building-groupe-scolaire-angela-davis-bezons/>. [05 август 2018]

Bell, M. and Kim, J. 2009, Engineered Transparency: The Technical, Visual, and Spatial Effects of Glass. New York: Princeton Architectural Press.

Boeri, A. and Longo D. 2013, Environmental Quality and Energy Efficiency: Sustainable School Buildings Design Strategies. 1st ed. [pdf] Cesena: University of Bologna, Department of Architecture and Territorial Planning, Faculty of Architecture 'Aldo Rossi'. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.735.2807&rep=rep1&type=pdf>

Bos, F., Louter, C., Nijssse, R. Veer, F. 2012, Challenging Glass 3: Conference on Architectural and Structural Applications of Glass. Delft University Press.

Bradshaw, V. 2006, The Building Environment: Active and Passive Control Systems, 3rd Edition. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

Build 2014, „Инком Инженеринг“ и „Есперанца“ се победници на конкурсот за населбата „Јака“. Достапно на: <http://build.mk/inkom-inzhenering-i-esperantsa-s/> [08 август 2018]

Build 2014, Населба јака. Достапно на: <http://build.mk/proekti/naselba-jaka/> .[08 август 2018]

Butera, F. M. 1995, Architettura e Ambiente – manuale per il controllo della qualita termica, luminosa e acustica degli edifice, Etaslibri, Milano.

Campagno, A. 1999, Intelligent Glass Facades – Material Practice Design. Basel: Birkhauser Publishers.

Chattaraj, S., Das, S., Sengupta, A., Mallick, K. 2016, Green Building Overview and Analysis of Energy Efficient Buildings. 1st ed. [pdf] West Bengal: International Journal of Recent Research in Electrical and Electronics Engineering. Available at: <https://www.scribd.com/document/362566978/Green-Buildings-Overview-664>

CIVICA Mobilitas 2002, Енергетска Ефикасност. Достапно на: http://civicamobilitas.mk/wp-content/uploads/2018/03/infoteka_energetska_efikasnost.pdf [12 август 2018]

ClimateTechWiki 2006, Wind energy: building-integrated turbines. Достапно на: <http://www.climatetechwiki.org/technology/building-integrated-wind-turbines#Financial%20requirements%20and%20costs> [17 август 2018]

Cole, L. B. 2013, The Teaching Green School Building: Exploring the Contributions of School Design to Informal Environmental Education. PhD. University of Michigan.

Collins, R. E., Asano, O., Misonou, M., Katoh, H. Nagasaka, S. 1999, Vacum Glazing: Design options and performance capability. United Kingdom: Glass in Buildings Conference.

EN 410. 1998, Glass in building, Determination of luminous and solar characteristics of glazing.

Energy Efficiency and Renewable Energy, 2011, Building Energy-Efficient Schools in New Orleans. 1st ed. [pdf] New Orleans: U.S. Department of Energy. Available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51639.pdf>

Energy Roadmap 2050. Достапно на: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2050-energy-strategy>

Erhorn-Kluttig H., Erhorn, H. 2016, Solution Sets for Zero Emission / Zero Energy School Buildings. [online] School of the Future. Available at: <https://www.school-of-thefuture.eu/images/files/SoFGuidelineSolutionSetsForZeroEnergySchoolsJan2016.pdf>

Fibernet 2014, Solarni sistemi. Достапно на: <https://www.youtube.com/watch?v=luQ7MOdmOBI>. [12 август 2018]

Finch, G. 2008, Argon Glass Fill & Insulated Glass Units, RDH. Technology & Research Bulletin.

Geberit Pluvia 2014, Installation Guide Siphonic Roof Drainage System. Достапно на: http://www.plasticsystems.co.nz/sites/default/files/Geberit_Pluvia_installation_guide_2014.pdf. [17 август 2018]

Ghodeshwar, S., Pandey, M., Gupta, R. 2017, Concept and Method for Energy Efficient Building: an Overview. 1st ed. [pdf] Gwalior: International Research Journal of Engineering and Technology. Available at: <https://www.irjet.net/archives/V4/i6/IRJETV4I6721.pdf>

Johnson, R. W., Barnabei, L. J., Smith J. M. 2009, Green Building Design for Schools – the Next Time Around. 1 st ed. [pdf] Strategic Planning for Energy and the Environment. Available at: https://www.energyvortex.com/files/weec_case_study-whitepaper.pdf

Jovanović, M. 2011, Efikasni izvori toplotne pumpe. Достапно на: <http://www.grejanje.com/strana.php?pID=176>. [15 август 2018]

Khosla, S. and Singh, S.K. 2014, Energy Efficient Buildings. 1st ed. [pdf] Chandigarh: International Journal of Civil Engineering Research. Available at: https://www.ripublication.com/ijcer_spl/ijcerv5n4spl_09.pdf

KnaufStory 2009, Нискоенергетски објекти во Македонија. Јуни 2009.

Koški, Ž. Zorić, G. 2010, Akumulacija sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama. број 1. стр. 80-92

Kreslin, M. s.a. Energetsko svetovanje. Достапно на: https://www.lendava.si/sites/default/files/toplotni_mostov.pdf. [12 август 2018]

Langdon, D. 2015, AD Classics: Strawberry Vale Elementary School / Patkau Architects. Достапно на: <https://www.archdaily.com/767947/ad-classics-strawberry-vale-elementary-school-patkau-architects>. [05 август 2018]

Lehmann, S. 2011, Energy-Efficient Building Design: Towards Climate-Responsive Architecture. 1st ed. [pdf] Adelaide: Research Centre for Sustainable Design and Behavior (sd+b) School of Art, Architecture and Design, University of South Australia. Available at: <http://www.eolss.net/sample-chapters/c15/e1-32-19-00.pdf>

Lechner, N. 2015, Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

makfax 2016, Средното училиште „Орце Николов“ стана енергетски ефикасно. Достапно на: <https://makfax.com.mk/makedonija/skopje/srednoto-uciliste-orce-nikolov-stana-energetska-efikasno/> [05 август 2018]

MC Solar s.a. Rekuperacija zraka u boravišnom prostoru. Достапно на: <http://www.mcsolar.hr/rekuperacija-zraka.php> [15 август 2018]

Meier, A., Olofsson, T., Lamberts, R. 2002, What Is an Energy-Efficient Building. 1st ed. [pdf] Parana: Encontro Nacional de Technologia do Ambiente Construido. Available at: http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_0003_12.pdf

Mitalis, G. P., Stephenson, D. G. 1962, Absorption and transmission of thermal radiation by single and double glazed windows. Ottawa: Division of building research

Mocibob, D. 2008, Glass Panel under Shear Loading – Use of Glass Envelopes in Building Stabilization. PhD. École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Mørck, O., Buvik, K., Tangen, S., Erhorn-Kluttig, H., Erhorn, H., Steiger, S., Thomsen, K. E., Zinz, M. 2015, Building Construction Elements. [online] School of the Future. Available at: <https://www.school-of-the-future.eu/images/files/SoFGuidelinesConstructionElementsNovember2015.pdf>

PARIS 2015 – COP 21. Достапно на http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926

Passipedia 2015, Certified Passive House Components. Достапно на: https://passipedia.org/certification/passive_house_suitable_components. [12 август 2018]

Patkau Architects s.a., Strawberry Vale Elementary School. Достапно на: <https://patkau.ca/projects/sves/> [05 август 2018]

Patterson, M. R. 2008, Structural Glass Facades: A Unique Building Technology. PhD. Faculty of the School of Architecture University of Southern California.

Senegačnik Zbašnik, M. 2009, Pasivna kuća, SUR ARH d.o.o, Zagreb

Schöck Isokorbe, извор: Schöck s.a., Balcony Products. Structural thermal breaks for your balcony connections. Достапно на: <https://www.schock-na.com/en-us/balcony-products> [12 август 2018]

Shen Ge 2014, Solar Panel Size for Residential, Commercial and Portable Applications. Достапно на: <https://sunmetrix.com/solar-panel-size-for-residential-commercial-and-portable-applications/>. [15 август 2018]

SkopjeInfo 2017, Реконструирано е ЦОУ “Круме Кепески Достапно на: <http://skopjeinfo.mk:88/rekonstruirano-e-cou-krume-kepeski-spremno-e-za-novite-uchenici> [05 август 2018]

SolaBrite s.a. Pros and Cons: Solar Tubes Vs. Skylights. Достапно на: <https://solabrite.com/pros-cons-solar-tubes-vs-skylights/>. [17 август 2018]

SolarTec s.a. Wind Solutions. Достапно на: <http://www.solartec.com/solutions-wind.php> [17 август 2018]

Solatube s.a. Perfecting daylight through invention. Достапно на: <http://www.solatube.com/residential-daylighting-old-product-page#models>. [17 август 2018]

Solar Constructions s.a. Transparent solar panels. Достапно на: <http://www.solar-constructions.com/wordpress/transparent-solar-panels/>. [15 август 2018]

Staller, H., Tisch, A., IFZ. 2010, Technical Solutions for Energy Efficient Buildings. [online] Sustainable Construction & Innovation through Procurement. Available at: http://www.scinetwork.eu/fileadmin/templates/scinetwork/files/Resource_Centre/Reports/State_of_the_Art_Report_Building_Design.pdf

Steiger, S., Park, S., Erhon, H., Boer, J. 2014, Improved Indoor Environmental Quality. [online] School of the Future. Available at: https://www.school-of-thefuture.eu/images/files/141003SoF_GuidelineIndoorClimate.pdf

Szokolay, S. V. 2004, Introduction to Architectural Science - the basis of sustainable design. Oxford: Architectural Press.

Trtica Graovac, S. s.a. Pasivna kuća i pvc prozori. Достапно на: https://www.talaris.rs/pasivna_kuca_i_pvc_prozori_pvc_stolarija.html. [12 август 2018]

TSK 2011, Silverland Middle School. Достапно на: <http://www.tska.com/silverland-middle-school/>. [05 август 2018]

Urban Green Energy 2012, UGE EDDY owner's manual Достапно на: http://uge.tenarrows.jp/partners/manuals/eddy_manual_Aug_2012.pdf. [17 август 2018]

Viessmann Group s.a. Princip rada - Može li grejanje biti toliko jeftino. Достапно на: <https://www.grejanjeza1evrodnevno.com/princip.html>. [15 август 2018]

Zhang, R. 2015, A Review of Building Energy Efficiency Technology. 1st ed. [pdf] Yancheng: Open Journal of Civil Engineering. Available at: http://file.scirp.org/pdf/OJCE_2015112416131259.pdf

Zinzi, M., Romeo, C., Thomsen, K. E. 2015, Building Services Systems. [online] School of the Future. Available at: <https://www.school-of-the-future.eu/images/files/SoFGuidelinesSystemsDecember2015.pdf>