



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“
ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ**



**МАРИЈА
МИЛОШЕВСКА
ЈАНАКИЕСКА**

**ВЛИЈАНИЕ НА
СТАКЛЕНИТЕ ФАСАДИ ВРЗ
ОДРЕДЕНИ ПАРАМЕТРИ
НА ОДРЖЛИВОСТ
НА ЗГРАДИТЕ**

**GLASS FACADES` INFLUENCE
ON CERTAIN PARAMETERS
OF SUSTAINABILITY
OF BUILDINGS**

**ДОКТОРСКА
ДИСЕРТАЦИЈА**

Скопје, 2019

**МАРИЈА
МИЛОШЕВСКА
ЈАНАКИЕСКА**

**ВЛИЈАНИЕ НА
СТАКЛЕНИТЕ ФАСАДИ ВРЗ
ОДРЕДЕНИ ПАРАМЕТРИ
НА ОДРЖЛИВОСТ
НА ЗГРАДИТЕ**

**GLASS FACADES` INFLUENCE
ON CERTAIN PARAMETERS
OF SUSTAINABILITY
OF BUILDINGS**

**ДОКТОРСКА
ДИСЕРТАЦИЈА**

Ментор:

Проф. д-р Кирил Граматиков
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Екстерен ментор:

Проф. д-р Мања Китек Кuzman
Biotechnical Faculty, University of Ljubljana

Членови на комисија:

Проф. д-р Кирил Граматиков
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Проф. д-р Мања Китек Кuzman
Biotechnical Faculty, University of Ljubljana

Проф. д-р Петар Цветановски
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Проф. д-р Тодорка Самарџиоска
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Проф. д-р Тони Аранѓеловски
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Благодарност

Најпрво би сакала да се заблагодарам на мојот ментор **Проф. д-р. Кирил Граматиков** за целокупната поддршка, залагање, ентузијазам и придонес во текот на целокупниот процес на подготовка и изработка на докторската дисертација. Исто така, голема благодарност изразувам до мојот ко-ментор **Проф. д-р. Манја Китек Кизман** од Биотехничкиот Факултет од Љубљана за овозможеното знаење, користење на податоци, информации и литература, како и останатите членови од комисијата: **Проф. д-р. Петар Цветановски**, **Проф. д-р. Тодорка Самариоска** и **Проф. д-р. Тони Аранѓеловски**, за целокупната поддршка и помош, дадените забелешки, насоки и сугестии.

Би сакала да нагласам дека од големо значење беше и акцијата COST “Restore”, преку која се стекнав со знаења од областа на одржливоста и имав пристап до најновите научни достигнувања во оваа област, а имав можност да учествувам и на Тренинг Школа во Англија.

Понатаму, благодарност изразувам до **Проф. д-р. Martina Zbašnik Senegačnik** од Архитектонски Факултет од Љубљана, која заедно со Проф. д-р. Манја Китек Кизман ми помогна во изработката на дел од истражувањето во рамките на докторските студии.

За изработените примероци од стаклена фасада, потребни за извршување на експерименталните испитувања, се заблагодарувам на компанијата „Интер Ал-Пин“, која е водечка компанија, препознатлив бренд и лидер на македонскиот пазар за алуминиумски конструкции, структурални и полуструктурални стаклени фасади, разни видови на вентилирани фасади, монтажа на алуминиумски портали и вградување на композитни панели. Би сакала да искажам охрабрување до сите компании, да го следат овој пример и да помагаат во научните истражувања во иднина.

За извршените експериментални испитувања, се заблагодарувам на **Лабораторијата за тестирање на мебел и ентериер во Скопје**, во склоп на Факултетот за дизајн и технологии на мебел и ентериер во Скопје, а посебно на **Проф. д-р. Ѓорѓи Груевски** и сите останати вработени во лабораторијата, како и на **Лабораторијата за испитување конструкции** во склоп на Градежен Факултет во Скопје и професорите и асистентите од Катедрата за метални конструкции, особено на **Проф. д-р. Петар Цветановски**, **Доц. д-р. Денис Поповски** и **Владимир Дамјановски**.

Овој труд го посветувам на мојата фамилија, сопругот Александар и децата Михаил и Андреј, како благодарност за нивната поддршка, разбирање и љубов.

Резиме

Тенденцијата за сè поголема застапеност на архитектонски објекти со современи, урбани и комплексни облици, употребата на стаклото како конструктивен материјал, како и потребата за поголема транспарентност на обвивките на зградите, постојано наметнува потреба за покомплексна анализа на можностите, предностите и условите за примена на конструктивното стакло во архитектурата. И покрај тоа што постојат бројни достигнувања поврзани со стаклените фасади и нивното влијание врз одржливоста на објектите, сè уште постои недостаток на студии, кои конкретно го испитуваат сеопфатното разбирање за влијанието на стаклените фасади врз внатрешните услови во објектите, особено во Македонија.

Ова истражување претставува продолжение на магистерската теза под наслов „Стаклото како конструктивен материјал и негова примена во високоградбата“, одбранета на Градежниот Факултет во Скопје, каде беше проучено стаклото како градежен материјал, неговите хемиски и физички својства, процесот на производство, неговата примена во високоградбата, а истовремено беше направена класификација на различни типови на стаклени фасади.

Во рамките на докторските студии, ова истражување се продлабочува понатаму. Најпрво се истражува одржливоста и методите за нејзина евалуација, постоечките стандарди и прописи кои се користат во развиените земји, како и современите пристапи кон постигнување на одржливост на објектите. Во рамките на овој дел, се проучуваат и биофилискиот дизајн и еколошкиот ресторативен дизајн, како начин на проектирање на објектите, кој влијае за подобрување на здравјето и благосостојбата на корисниците на објектите.

Исто така се истражува енергетски-ефикасното проектирање и градење, класификацијата на енергетско-ефикасни објекти и постоечките регулативи за енергетска ефикасност.

Во продолжение, се проучува интересот за употреба на стаклените фасади во објектите во нашата земја, особено во административните објекти, како и перцепцијата на архитектите за тоа како стаклените фасади влијаат врз внатрешните услови на објектите. Со овој дел од истражувањето се прави преглед на состојбата во нашата земја.

Понатаму, се испитува влијанието на стаклото и стаклените фасади врз внатрешните услови во објектите теоретски и практично, со цел да се утврди на кој начин стаклото би можело да ги подобри условите во објектите, да ја намали потрошувачката на енергија, а истовремено да ја подобри животната средина и здравјето на корисниците. Во овој дел, се направи лабораториски експеримент на три модели од стаклена фасада, со цел да се испита пропустливоста на воздух, водонепропустливоста и отпорноста на товари од ветер, согласно стандардите за тестирање на стаклени фасади. Исто така, се испитуваше хоризонталната стабилност на стаклените фасади преку лабораториски експеримент и софтверска нумеричка симулација.

На крајот, резултатите, добиени со ова истражување се применија на реален, веќе испроектиран административен објект. Се направија следните анализи: проектирање и димензионирање на стаклената фасада, пресметување на коефициентот на топлинска спроводливост, анализа на дневната светлина, пропустливост на воздух, максимално катно поместување и економска анализа.

Добиените резултати ја збогатуваат теоријата со нови сознанија, што е и основна цел на истражувањето, но исто така произлегува можност и за нивна практична примена. Сознанијата за влијанијата на стаклените фасади врз објектите во нашата земја се од голема корист за проектантите, инвеститорите, Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Република Македонија, Министерствата, како и фирмите за производство и градење. Резултатите се достапни за целокупната домашна стручна и научна јавност, преку сознанијата за релевантните фактори, потенцијалните ограничувања и услови за примената на конструктивното стакло и истите може да претставуваат предуслов за вклучување во холистички, интерактивен и мултидисциплинарен пристап при проектирањето на фасади од конструктивно стакло, што би требало да ги соедини интересите на архитектите со инженерите, технолозите и произведувачите на стакло и стаклени фасади, инвеститорите и други. Конечно, низ оваа докторска дисертација може да се согледа и дел од основата за унапредување на европските и националните стандарди во областа на примена на конструктивното стакло во градежништвото.

клучни зборови: одржливост, енергетска ефикасност, комфор, стаклена фасада, хоризонтална стабилност

Abstract

The increasing trend of construction of architectural structures of modern, urban and complex shapes, the use of glass as a structural material as well as the increasing need for a greater transparency of building envelopes permanently impose the need for a more complex analysis of possibilities, advantages and conditions for application of structural glass in architecture. Despite the fact that there are numerous achievements related to glass facades and their effect upon sustainability of structures, there is still lack of studies that concretely explore, in a many-faceted manner, the effect of glass facades upon interior conditions in buildings, particularly in Macedonia.

This research represents a continuation of the master thesis entitled “Glass as Structural Material and Its Application in High-Rise Construction” defended at the Civil Engineering Faculty in Skopje. This thesis was focused on exploration of glass as structural material, its chemical and physical properties, the production process and its application in high rise construction. At the same time, classification of different types of glass facades was made.

Within the frames of the doctoral studies, this research is further developed into greater depth. The sustainability and methods of its evaluation, existing standards and regulations that are used in developed countries as well as modern approaches to achieving sustainability of structures are, first of all, explored. In this part, biophilic design and restorative environmental design are explored as a mode of building design leading to improvement of health and wellbeing of occupants.

Also, energy-efficient design and construction, classification of energy-efficient buildings and existing regulations on energy-efficiency are explored.

Further on, the interest in application of glass facades in buildings in our country, especially administrative buildings, as well as the perception of architects about how glass facades affect the inner conditions of buildings are explored. In this part of the research, using different methods, review of the existing conditions in our country is made.

The effect of glass and glass facades upon interior conditions of buildings is further explored both theoretically and practically for the purpose of determining the way in which glass could improve the conditions within structures, namely reduce the energy consumption improving, at the same time, the environment and the health of the occupants. In this part, laboratory experiments on three models of glass facades are done in order to test air permeability, water tightness and resistance to wind load, according to the standards for testing glass facades. Furthermore, the horizontal stability of glass facades is being examined through laboratory experiment and software numerical simulation.

At the end, application of these results, obtained from this research, is conducted through analysis of a real, already designed administrative building. The following analysis are done: designing and dimensioning of glass façade, calculation of thermal conductivity coefficient, analysis of day-light, air permeability, maximum storey displacement and economic analysis.

The results obtained enrich the theory with new knowledge, which is the main purpose of the research and there also arises the possibility for their use in practice. The knowledge on the effects of glass facades upon structures of our country is greatly beneficial for the design engineers, the investors, the Macedonian Chamber of Licensed Architects and Engineers, the ministries as well as the companies dealing with production and construction. The results are available to the entire domestic professional and scientific public, involving acquired knowledge on relevant factors, potential limitations and conditions for application of structural glass that could be a precondition for involvement into holistic, interactive and multidisciplinary approach to design of facades made of structural glass that should join the interests of architects and engineers, chemical engineers and producers of glass and glass facades, investors and other stakeholders. Finally, through this doctoral dissertation, one can also conceive part of the basis for improvement of the European and national standards in the field of application of structural glass in construction.

key words: sustainability, energy-efficiency, comfort, glass façade, horizontal stability

Листа на табели

Табела 2.1: Растојание од Скопје, Македонија до различни производители на стакло во Европа	5
Табела 2.2: Категории и подкатегории на стандардот “LBC” за нови и реновирани објекти, урбанизам и инфраструктура, според (Living Building Challenge [68], p. 21)	21
Табела 2.3: Основни принципи и насоки на стандардот “OPL”	22
Табела 2.4: Илустрација на ефектите од 14-те обрасци за намалување на стресот, когнитивните перформанси, емоции и расположение, како и подобрување на човечкото тело (Browning [17], p. 12)	24
Табела 2.5: Предности и недостатоци на концептот за постигнување комфор на живеење кои се поврзани со застаклувањето според (Markelj [70], p. 70-73)	28
Табела 3.1: Коэффициент k5, (Schneider [92], p. 82)	40
Табела 3.2: Дистрибуција на надворешен товар врз двете стакла, (Schneider [92], p. 82)	41
Табела 3.3: Дистрибуција на внатрешен товар врз двете стакла, (Schneider [92], p. 82)	41
Табела 3.4: Одредување на товарот од ветер со помош на параметрите на објектот според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	46
Табела 3.5: Корелација помеѓу ветер и притисок според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	46
Табела 3.6: Споредба на главните карактеристики на трите модели	55
Табела 3.7: Цени за алуминиумски профили и стакло, дадени од производител „Интер Ал-Пин“	56
Табела 3.8: Вредности за типот на стаклото, дадени од производителот во првиот модел, според (Saint Gobain [88])	57
Табела 3.9: Вредности за типот на стаклото во вториот модел, дадени од производителот, според (Saint Gobain [88])	59
Табела 3.10: Вредности за типот на стаклото во третиот модел, дадени од производителот, според (Saint Gobain [88])	60
Табела 4.1.1: Процент на застаклена и незастаклена површина за секоја фасада поединечно	70
Табела 4.2.1: Главни прашања кои се составен дел од прашалникот од истражувачката веб-анкета	74
Табела 4.2.2: Рангирање на аспектите во однос на нивното влијание врз животниот комфор	75
Табела 4.2.3: Рангирање на аспектите во кои стаклената фасада има позитивно влијание врз комфорот	78
Табела 4.2.4: Рангирање на различни начини за добивање информации за стаклена фасада	80
Табела 4.3.1: Време и дата на тестирање	86
Табела 4.3.2: Класификациони вредности за пропустливост на воздух согласно (МКС EN 12153 [119])	90
Табела 4.3.3: Максимални дозволени деформации за секоја класа	91
Табела 4.3.4: Вредности за безбедносен тест според (МКС EN 12179 [121])	92
Табела 4.3.5: Вредности за пропустливост на воздух со позитивен притисок за прво мерење	93
Табела 4.3.6: Вредности за пропустливост на воздух со негативен притисок за прво мерење	94
Табела 4.3.7: Средни вредности за пропустливост на воздух за прво мерење	94
Табела 4.3.8: Генерална класификација за пропустливост на воздух при прво мерење	95
Табела 4.3.9: Вредности за пропустливост на воздух со позитивен притисок за второ мерење	95
Табела 4.3.10: Вредности за пропустливост на воздух со негативен притисок за второ мерење	96
Табела 4.3.11: Средни вредности за пропустливост на воздух за второ мерење	97
Табела 4.3.12: Генерална класификација после второ мерење	98
Табела 4.3.13: Резултати за пропустливост на вода	99
Табела 4.3.14: Резултати од мерење на фронтални поместувања (mm) при позитивен и негативен притисок во трите означени точки M1(a), M2(b) и M3(c)	99
Табела 4.3.15: Класификација според поместувања	99
Табела 4.3.16: Наизменичен товар на притисок и вшмукување	100
Табела 4.3.17: Класификација за безбедносен тест	100
Табела 4.3.18: Вкупна класификација за сите тестирања	100
Табела 4.3.19: Средни вредности за пропустливост на воздух за прво мерење	101

Табела 4.3.20: Генерална класификација за пропустливост на воздух при прво мерење	101
Табела 4.3.21: Средни вредности за пропустливост на воздух за второ мерење	102
Табела 4.3.22: Генерална класификација после второ мерење	103
Табела 4.3.23: Резултати за пропустливост на вода и класификација	103
Табела 4.3.24: Резултати од мерење на фронтални поместувања (mm) при позитивен и негативен притисок во трите означени точки M1(a), M2(b) и M3(c)	104
Табела 4.3.25: Класификација според поместувања	104
Табела 4.3.26: Наизменичен товар на притисок и вшмукување	104
Табела 4.3.27: Класификација за безбедносен тест	104
Табела 4.3.28: Вкупна класификација за сите тестирања	105
Табела 4.3.29: Средни вредности за пропустливост на воздух за прво мерење	106
Табела 4.3.30: Генерална класификација за пропустливост на воздух при прво мерење	106
Табела 4.3.31: Средни вредности за пропустливост на воздух за второ мерење	106
Табела 4.3.32: Генерална класификација после второ мерење	107
Табела 4.3.33: Резултати за пропустливост на вода и класификација	108
Табела 4.3.34: Резултати од мерење на фронтални поместувања (mm) при позитивен и негативен притисок во трите означени точки M1(a), M2(b) и M3(c)	108
Табела 4.3.35: Класификација според поместувања	108
Табела 4.3.36: Наизменичен товар на притисок и вшмукување	109
Табела 4.3.37: Класификација за безбедносен тест	109
Табела 4.3.38: Вкупна класификација за сите тестирања	109
Табела 4.3.39: Споредба на резултатите на сите три модели за пропустливост на воздух	110
Табела 4.3.40: Споредба на резултатите на сите три модели за фронтални деформации	111
Табела 4.3.41: Споредба на генералната класификација на сите три модели	111
Табела 4.4.1: Дата и време на испитување на моделите	113
Табела 4.4.2: Споредба на максималните сили и максималните поместувања	131
Табела 5.1: Позначајни карактеристики на третиот модел со алуминиумски профили од производител "Elvial" и трослојно застаклување	137
Табела 5.2: Споредба на коефициентите на топлинска спроводливост за трите типа алуминиумски профили и трите типови на стакла (комбинации)	141
Табела 5.3: Осветлување на канцеларијата во различни временски периоди	143
Табела 5.4: Вредности за пропустливост на воздух добиени со тестирање на примерок од стаклена фасада за позитивен и негативен притисок од 50 и 100Pa	145
Табела 5.5: Споредба на резултатите за пропустливост на воздух во анализираната канцеларија за сите три модели, при нормален ветер со јачина од 50Pa	145
Табела 5.6: Споредба на цената на чинење на различни типови на стаклени фасади	147

Листа на слики

Слика 2.1: Примена на закривено трослојно термоизолационо стакло кај административен објект на фирмата “Inter Al-Pin” во Скопје (приватна фотографија)	4
Слика 2.2: Интерактивна мапа за локација на фабриките за производство на стакло во Европа	5
Слика 2.3: Основни принципи на енергетски ефикасното проектирање	7
Слика 2.4: Текови на енергијата во објект во ладен период	9
Слика 2.5: Фактор на формата	10
Слика 2.6: Топлинско зонирање на внатрешни соби во фамилијарна куќа	11
Слика 2.7: Извори на сончево зрачење за кои е потребно засенчување	12
Слика 2.8: Барања при засенчување на источна и западна фасада: хоризонтални надстрешници се неопходни за заштита од сонце	12
Слика 2.9: Засенчување со вегетација	13
Слика 2.10: Континуирана топлинска обвивка	14
Слика 2.11: Тампон зона која овозможува задржување на пријатна клима во внатрешноста во зимските ноќи	15
Слика 2.12: Ладење со помош на природна вентилација	15
Слика 2.13: Позиција на селото Mesa Verde во карпа со цел да се заштити од сончевото зрачење во лето, а да се искористи сончевото зрачење во зима (McLennan [72], p. 16)	18
Слика 2.14: Аспекти на одржливост (Othman [78], p. 920).	19
Слика 2.15: Развој на методи за евалуација на одржливост (Brown [18])	20
Слика 2.16: Приказ на зоните на кофмор (Manzano-Agugliari [69], p. 737)	27
Слика 3.1: Технологија на производство на рамно стакло	36
Слика 3.2: Термоизолационо стакло	37
Слика 3.3: Запечатување на рабовите	39
Слика 3.4: Димензии на термоизолационо стакло (изглед и пресек), (Schneider [92], p. 81)	40
Слика 3.5: Товари кои дејствуваат на термоизолационо стакло, според (Schneider [92], p. 86)	41
Слика 3.6: Погон за чување на добиените стакла во фирмата „Интер Ал-Пин“ [приватна фотографија]	42
Слика 3.7 и 3.8: Кран за подигнување и машина за сечење на стаклата во фирмата „Интер Ал-Пин“ [приватни фотографии]	42
Слика 3.9 и 3.10: Машина за чистење и миење на стаклата [приватни фотографии]	43
Слики 3.11 – 3.14: Превиткување на дистанцери [приватни фотографии]	43
Слика 3.15: Китирање на надворешните рабови од термоизолационото стакло [приватна фотографија]	44
Слика 3.16: Прицврстување на вертикални алуминиумски профили со примарна конструкција на објект според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	44
Слика 3.17: Спојување на вертикални профили по должина според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	45
Слика 3.18: Попречен пресек низ стаклена фасада низ вертикален алуминиумски профил, потисна лајсна и украсна лајсна	45
Слика 3.19: Спојување на вертикални со хоризонтални профили според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	46
Слики 3.20-3.24: Фотографии од алуминиумски профили [приватни фотографии]	46
Слика 3.25: Монтирање на стаклена фасада според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	47
Слика 3.26 и 3.27: Пресметување на момент на инерција кај вертикални алуминиумски профили прицврстени за две точки според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	49
Слика 3.28: Дијаграми за димензионирање на вертикални алуминиумски профили за натоварување од ветер од 800, 1000 и 1200 N/m ² според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	50
Слика 3.29: Пресметување на момент на инерција кај вертикални алуминиумски профили прицврстени за три точки според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	51
Слика 3.30: Пресметување на момент на инерција на хоризонтален профил според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	51

Слика 3.31: Дијаграм за димензионирање на хоризонтални алуминиумски профили според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	52
Слика 3.32: Пресметка на минималната дебелина на единечно стакло според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	52
Слика 3.33: Пресметка на моментот на инерција на хоризонтален носач врз основа на тежината на стаклото според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	53
Слика 3.34: Изглед на дел од стаклена фасада - модел: 4 полиња стакло со алуминиумски вертикални и хоризонтални профили	53
Слика 3.35: Приказ на фактори на дневна светлина и сончева енергија и коефициент на топлинска спроводливост според (Saint Gobain [88])	54
Слика 3.36 – 3.39: Трите модели на стаклена фасада [приватни фотографии]	55
Слика 3.40: Димензии на модел 1	56
Слика 3.41: Изглед и пресек на алуминиумски систем “Reynaers” според (Reynaers Aluminium CW50 [86])	57
Слика 3.42: Димензии на модел 2	58
Слики 3.43 – 3.46: Изглед и пресек на “Schüco” според (Aluminium – Profilmtechnologie Aluminum Profile Technology [5])	58
Слика 3.47: Димензии на модел 3	59
Слика 3.48: Изглед и пресек на систем на стаклена фасада со профили од производител “Elvial” според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])	60
Слика 4.1.1: Селектирани административни објекти со стаклени фасади во Македонија	66
Слика 4.1.2: Метод на мерење на застаклена површина на јужна фасада, според графички прилог за објект “Capitol Mall and Residence”	67
Слика 4.1.3: Мерење на застаклена и незастаклена површина во софтверот “AutoCAD”	68
Слика 4.1.4: Мерење на застаклена површина на источна фасада, според фотографија ставена во соодветен размер за објект “Soravia Center”	68
Слики 4.1.5 и 4.1.6: Објект со правилно и целосно поставени надворешни уреди за заштита од сонце и објект без соодветна надворешна заштита од сонце	69
Слика 4.3.1: Пресметување на целокупна површина на примерок според (МКС EN 12153 [119])	84
Слика 4.3.2: Прицврстување на моделот за комората според (МКС EN 12153 [119], р. 10)	85
Слика 4.3.3: Пример на поставување на прскалки според (МКС EN 12155 [120], р. 9)	86
Слики 4.3.4 - 4.3.7: Прицврстување на моделот за специјалниот сид [приватни фотографии]	87
Слики 4.3.8 – 4.3.11: Специјален уред “air flow detector” [приватни фотографии]	88
Слики 4.3.12 и 4.3.13: Означување на точки на деформација [приватни фотографии]	88
Слика 4.3.14: Компјутер за тестирање [приватна фотографија]	88
Слика 4.3.15 - 4.3.17: Поставување на сензори [приватни фотографии]	91
Слики 4.3.18 – 4.3.20: Безбедносен тест [приватни фотографии]	92
Слика 4.3.21: Позначајни карактеристики дадени во првиот дел од резултатите за модел 1	93
Слика 4.3.22: Место каде се јави протекување на вода кај првиот модел	99
Слика 4.3.23: Позначајни карактеристики дадени во првиот дел од резултатите за модел 2	101
Слика 4.3.24: Позначајни карактеристики дадени во првиот дел од резултатите за модел 3	105
Слика 4.4.1 и 4.4.2: Фотографии од испитувањето во Лабораторијата во склоп на Градежниот Факултет во Скопје со ознаки на опремата која се користеше	114
Слика 4.4.3: Шема на прицврстување на моделите и позиција на опремата за мерење: метални држачи – потпори (потпорна конструкција)	114
Слика 4.4.4: Укратување на рамката и Слика 4.4.5: Прицврстување со детал од 12 завртки	115
Слика 4.4.6: Електронски уклономер за мерење на поместувања	115
Слика 4.4.7: Уред за нанесување на сила – преса	115
Слика 4.4.8 и 4.4.9: Уред поврзан со пресата за рачно зголемување на силата	115
Слика 4.4.10: Опрема за добивање на податоци од мерење преку софтверски пакет НВМ Catman Easy	116
Слика 4.4.11: Деформации во врските помеѓу профилите и врските помеѓу стаклата	116
Слика 4.4.12: Бочно извивање под дејство на хоризонтална сила	116
Слика 4.4.13: Појава на пукнатини при испитување на првиот модел	117

Слика 4.4.14: Нагмечување на алуминиумските носачи	117
Слика 4.4.15: Постапување на дрвени штафни во алуминиумските носачи за да се спречи нагмечување	117
Слики 4.4.16 – 4.4.19: Модел 1 после завршување на испитувањето	118
Слика 4.4.20: Деформации на рамката кај вториот модел при сила од 11kN	118
Слика 4.4.21: Деформации кај вториот модел при сила од 11kN	118
Слика 4.4.22: Бочно извивање на вториот модел	119
Слика 4.4.23: Постапување на товар врз моделот за да се спречи бочното извивање	119
Слика 4.4.24: Модел 2 по завршување на испитувањето	119
Слика 4.4.25: Подготовка на третиот модел за испитување	120
Слики 4.4.26 – 4.4.28: Модел 3 по завршување на испитувањето	120
Слика 4.4.29: Деформации во врските помеѓу профилите и помеѓу профилот и стаклото	120
Слики 4.4.30 и 4.4.31: Состојба на првиот модел после испитувањето	121
Слика 4.4.32: Постепено пукање на долните стакла при сила од 12kN	121
Слика 4.4.33: Редослед на кршење на стаклата и деформации на носачите	121
Слики 4.4.34 – 4.4.37: Деформации на носачите при нанесување на сила од 9 kN	123
Слики 4.4.38 и 4.4.39: Бочно извивање при сила од 12 kN	123
Слики 4.4.40 – 4.4.44: Состојба на вториот модел после испитување	123
Слика 4.4.45: Постепено пукање на долните стакла при сила од 12kN	124
Слика 4.4.46: Редослед на кршење на стаклата и деформации на носачите	124
Слики 4.4.47 – 4.4.50: Деформации на профилите и врските кај моделот	125
Слика 4.4.51: Постепено пукање на долните стакла при сила од 20kN	125
Слика 4.4.52: Редослед на кршење на стаклата и деформации на носачите	126
Слики 4.4.53 и 4.4.54: Состојба на третиот модел после испитување	126
Слика 4.4.55: Приказ на математичките модели	127
Слика 4.4.56: 3D приказ на математичките модели	128
Слика 4.4.57: Приказ на максималните поместувања	128
Слика 5.1: 3D приказ на објектот и Основа на трети кат од Графички Прилози од Основен Проект за објект „Хотел + Администрација“ со тех. бр. 05/17-1	133
Слика 5.2: Локациска поставеност на објект и Ситуација со петта фасада од Графички Прилози од Основен Проект за објект „Хотел + Администрација“ со тех. бр. 05/17-1	134
Слика 5.3: Детал - приказ на стаклената фасада во основа, пресек и изглед според Графички Прилози од Основен Проект за објект „Хотел + Администрација“ со тех. бр. 05/17-1	136
Слика 5.4: Графички приказ на изглед на стаклената фасада, со димензии во mm, која треба да се димензионира	138
Слика 5.5: Димензионирање на носач А-А површина I и II	138
Слика 5.6: Одбран вертикален алуминиумски профил	138
Слика 5.7: Димензионирање на носач В-В површина I	139
Слика 5.8: Димензионирање на носач В-В површина II	139
Слика 5.9: Одбран вертикален алуминиумски профил	139
Слика 5.10: Димензионирање на трослојно стакло	139
Слика 5.11: Детал од основа - Приказ на вертикални алуминиумски профили и трослојно стакло	140
Слика 5.12: Пресметка на вкупен коефициент на топлинска спроводливост на целата стаклена фасада	141
Слика 5.13: 2D и 3D модел на канцеларија моделиран во софтвер “AutoCAD”	142
Слика 5.14: Модел на канцеларија во софтвер “VELUX Daylight Visualizer 2”	142
Слика 5.15 и 5.16: Основа и 3D на анализираната канцеларија со приказ на дневната светлина	143
Слика 5.17: Просечна вредност на факторот на дневна светлина во анализираната канцеларија	144
Слика 5.18: Дел од пресек низ стаклена фасада	146
Слика 6.1: Графички приказ на извлечените заклучоци	154

Листа на графици

График 4.1.1: Процент на застаклена и незастаклена површина на целата фасада од анализираните објекти	70
График 4.1.2: Процент на застаклена површина кај објекти во различни временски периоди	71
График 4.1.3: Процент на присуство на надворешни уреди за заштита од сонце: целосна, делумна или никаква заштита	72
График 4.1.4: Процент на присуство на надворешни уреди за заштита од сонце (целосна, делумна или никаква заштита) низ годините	72
График 4.2.1: Важноста на дневното природно осветлување според мислењето на испитаниците	76
График 4.2.2: Аспекти со најголемо влијание врз комфорот во лето и во зима	76
График 4.2.3: Употреба на стаклена фасада во различни типови на објекти	77
График 4.2.4: Мислење на испитаниците за важноста на дневната светлина за постигнување на комфор на живеење и здрава средина во објектите	77
График 4.2.5: Параметри кои најмногу придонесуваат за постигнување комфор при употреба на стаклена фасада	78
График 4.2.6: Аспекти каде стаклената фасада има негативно влијание врз комфорот на корисниците	79
График 4.2.7: Проблеми за неуспех при постигнување комфор во објектите во Македонија	79
График 4.2.8: Уреди за заштита од сонце со кои се постигнува најдобра заштита	80
График 4.2.9: Ефективност на различни извори на информации за стаклени фасади	80
График 4.2.10: Перцепција на испитаниците за порастот на употребата на стаклени фасади во последните 5 години во Македонија	81
График 4.2.11: Фактори кои влијаат врз одлуката на архитектите за користење стаклена фасада	81
График 4.2.12: Проблеми при одржување на стаклена фасада	82
График 4.3.1: Пропустливост на воздух при позитивен притисок за двете мерења	96
График 4.3.2: Пропустливост на воздух при негативен притисок за двете мерења	97
График 4.3.3: Средни вредности за пропустливост на воздух за двете мерења	98
График 4.3.4: Средни вредности за пропустливост на воздух за двете мерења	102
График 4.3.5: Средни вредности за пропустливост на воздух за двете мерења	107
График 4.3.6: Споредба на резултатите за пропустливост на воздух	110
График 4.4.1: Дијаграм сила – поместување (P- δ) за прво испитување на Модел 1	122
График 4.4.2: Дијаграм сила – поместување (P- δ) за второ испитување на Модел 1	122
График 4.4.3: Дијаграм сила – поместување (P- δ) за трето испитување на Модел 1	122
График 4.4.4: Дијаграм сила – поместување (P- δ) за прво испитување на Модел 2	124
График 4.4.5: Дијаграм сила – поместување (P- δ) за второ испитување на Модел 2	125
График 4.4.6: Дијаграм сила – поместување (P- δ) за прво испитување на Модел 3	126
График 4.4.7: Дијаграм сила поместување за сите модели	129
График 4.4.8: Споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација за модел 1	129
График 4.4.9: Споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација за модел 2	130
График 4.4.10: Споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација за модел 3	130
График 4.4.11: Споредба на резултатите од експериментот за сите три модели	131

Содржина

1. Вовед	1
1.1. Хипотези	1
1.2. Предмет и цел на истражувањето	1
1.2.1. Предмет на истражување	1
1.2.2. Цел на истражувањето	2
2. Преглед	4
2.1. Употреба на конструктивно стакло во Македонија	4
2.1.1. Македонски производители	6
2.2. Енергетска ефикасност	7
2.2.1. Енергетски ефикасно проектирање на објектите	7
2.2.2. Класификација на објекти врз основа на нивната енергетска ефикасност	8
2.2.2.1. Класификација на енергетски-ефикасни објекти во Македонија	8
2.2.3. Енергетски текови во објектите	9
2.2.4. Климатско влијание и опкружување на објектот	9
2.2.5. Основни проектантски параметри	10
2.2.6. Проектирање на пасивни стратегии	14
2.2.7. Активни технички системи	16
2.3. Одржливост	16
2.3.1. Еволуција на одржливиот развој	17
2.3.2. Принципи на одржливост	18
2.3.3. Аспекти на одржливост	19
2.3.4. Методи за евалуација на одржливи објекти	19
2.3.4.1. Метода “BREEAM”	20
2.3.4.2. Метода “LEED”	20
2.3.4.3. Метода “LBC”	21
2.3.4.4. Метода “WELL”	22
2.3.4.5. Метода “OPL”	22
2.3.4.6. Метода “OH”	23
2.3.5. Биофилиски дизајн (“Biophilic design”)	23
2.3.5.1. Поврзаност на биофилискиот дизајн со здравјето на луѓето	23
2.3.5.2. Обрасци на биофилиски дизајн	25
2.3.5.3. Примена на биофилиски дизајн	25
2.3.6. Ресторативен еколошки дизајн (“Restorative Environmental Design”)	25
2.4. Комфор на живеење	26
2.4.1. Аспекти на комфорот	28
2.4.2. Архитектонски и технолошки концепти за постигнување комфор	28
2.5. Преглед на достигнувањата во научната дисциплина поврзани со предметот на истражување	30
2.6. Заклучоци	33
3. Материјали	36
3.1. Производство на стакло	36
3.2. Термоизолационо стакло	37
3.2.1. Премачкување на стаклото – Користење на премази	38
3.2.2. Запечатување на рабовите	39
3.2.3. Проектирање и димензионирање на термоизолационо стакло	39
3.2.4. Процес на добивање на термоизолационо стакло во Македонија	41
3.3. Профили	44

3.3.1.	Димензионирање на алуминиумски профили – анализа на товари	47
1.3.1.1.	Димензионирање на вертикални профили	48
1.3.1.2.	Димензионирање на хоризонтални профили	51
3.4.	Модел од стаклена фасада	53
3.4.1.	Модел 1	56
3.4.2.	Модел 2	58
3.4.3.	Модел 3	59
3.5.	Заклучоци	61
4.	Методи и резултати	64
4.1.	Анализа на административни објекти во Македонија	64
4.1.1.	Градежна обвивка на објектот	64
4.1.2.	Опис на анализирани административни објекти	65
4.1.3.	Метод на анализа на застаклената површина	67
4.1.4.	Метод на анализа на уредите за сончева заштита	69
4.1.5.	Резултати и дискусија од анализа на административни објекти во Македонија	70
4.1.5.1.	Процент на стаклени површини во административни објекти	70
4.1.5.2.	Процент на стаклени површини за секоја фасада поединечно во административни објекти	70
4.1.5.3.	Процент на застаклување на фасадните површини во различни периоди на градење на објектите	71
4.1.5.4.	Уреди за заштита од сончево зрачење	71
4.1.6.	Заклучоци	73
4.2.	Онлајн анкета - Перцепција на архитектите за удобноста во административните објекти со стаклена фасада во Македонија	74
4.2.1.	Опис на методот	74
4.2.2.	Резултати и дискусија за перцепцијата на архитектите за удобноста во административните објекти со стаклена фасада во Македонија	75
4.2.2.1.	Комфор на живеење	75
4.2.2.2.	Влијание на стаклената фасада врз комфорот на живеење	77
4.2.2.3.	Проблеми при употреба на стаклена фасада, извори на информации и потреби на архитектите и промотивни методи	79
4.2.3.	Заклучоци	82
4.3.	Лабораториски експеримент за пропустливост на воздух, вода и отпорност на притисок од ветер – експериментална студија на три модели на стаклена фасада	84
4.3.1.	Стандарди за тестирање на стаклена фасада	84
4.3.2.	Метод на тестирање	86
4.3.2.1.	Пропустливост на воздух – прво тестирање	89
4.3.2.2.	Мерење на деформации и поместувања при дејство на воздух под притисок	90
4.3.2.3.	Тестирање на водонепропустливост	91
4.3.2.4.	Пропустливост на воздух – второ тестирање	92
4.3.2.5.	Безбедносен тест – отпорност на товар од ветер	92
4.3.3.	Резултати за пропустливост на воздух, вода и отпорност на притисок од ветер	93
4.3.3.1.	Резултати за модел 1	93
4.3.3.1.1.	Пропустливост на воздух – прво тестирање	93
4.3.3.1.2.	Пропустливост на воздух – второ тестирање	95
4.3.3.1.3.	Пропустливост на вода	98
4.3.3.1.4.	Отпорност на товари од ветер - мерење на поместувања	99
4.3.3.1.5.	Отпорност на товари од ветер – наизменично дејство	100
4.3.3.1.6.	Отпорност на товари од ветер - безбедносен тест	100

4.3.3.1.7.	Вкупни резултати за модел 1	100
4.3.3.2.	Резултати за модел 2	101
4.3.3.2.1.	Пропустливост на воздух – прво тестирање	101
4.3.3.2.2.	Пропустливост на воздух – второ тестирање	102
4.3.3.2.3.	Пропустливост на вода	103
4.3.3.2.4.	Отпорност на товари од ветер - мерење на поместувања	103
4.3.3.2.5.	Отпорност на товари од ветер – наизменично дејство	104
4.3.3.2.6.	Отпорност на товари од ветер – безбедносен тест	104
4.3.3.2.7.	Вкупни резултати за модел 2	105
4.3.3.3.	Резултати за модел 3	105
4.3.3.3.1.	Пропустливост на воздух – прво тестирање	105
4.3.3.3.2.	Пропустливост на воздух – второ тестирање	106
4.3.3.3.3.	Пропустливост на вода	107
4.3.3.3.4.	Отпорност на товари од ветер - мерење на поместувања	108
4.3.3.3.5.	Отпорност на товари од ветер – наизменично дејство	108
4.3.3.3.6.	Отпорност на товари од ветер – безбедносен тест	109
4.3.3.3.7.	Вкупни резултати за модел 3	109
4.3.4.	Споредба на резултатите и дискусија	109
4.3.5.	Заклучоци	112
4.4.	Лабораториски експеримент за стабилност на стаклените фасади при дејство на хоризонтална сила – експериментална студија на три модели на стаклена фасада	113
4.4.1.	Опис на методот на тестирање	113
4.4.1.1.	Подготовка за тестирање	113
4.4.1.2.	Опис на опремата	115
4.4.1.3.	Испитување	116
4.4.2.	Резултати	120
4.4.2.1.	Модел 1	120
4.4.2.2.	Модел 2	122
4.4.2.3.	Модел 3	125
4.4.3.	Аналитички модели	127
4.4.3.1.	Математички модели	127
4.4.3.2.	Резултати од анализата	128
4.4.4.	Споредба на добиените резултати	129
4.4.5.	Заклучоци	132
5.	Анализа на реален административен објект со употреба на добиените резултати	133
5.1.	Опис на објектот	133
5.2.	Замена на стаклената фасада	136
5.2.1.	Димензионирање на стаклената фасада	137
5.2.1.1.	Димензионирање на носач А-А површина I и II	138
5.2.1.2.	Димензионирање на носач В-В површина I	139
5.2.1.3.	Димензионирање на носач В-В површина II	139
5.2.1.4.	Димензионирање на трослојно стакло	139
5.3.	Анализа на влијанието на стаклената фасада врз одредени параметри на одржливост во објектот	140
5.3.1.	Пресметување на коефициент на топлинска спроводливост на стаклената фасада	140
5.3.2.	Анализа на искористување на дневната светлина	142
5.3.3.	Пресметување на пропустливост на воздух на стаклената фасада	144
5.3.4.	Пресметување на максималното катно поместување	146

5.3.5. Анализа на економската исплатливост	146
5.4. Заклучоци	148
6. Генерални сознанија добиени од истражувањата во дисертацијата	150
6.1. Сознанија добиени од преглед на состојбата во нашата земја и од преглед на достигнувањата во научната дисциплина поврзани со предметот на истражување	150
6.2. Сознанија добиени од анализа на материјалите	150
6.3. Сознанија добиени преку различните методи на истражување	151
6.4. Препораки за инженери, проектанти, законска регулатива, стандарди и прописи	155
7. Заклучоци	156
8. Препораки за понатамошни истражувања	157
9. Користена литература	159
Книга 2 - ПРИЛОЗИ	
Прилог 1	
Прилог 2	
Прилог 3	
Прилог 4	
Прилог 5	
Прилог 6	

ВЛИЈАНИЕ НА СТАКЛЕНИТЕ ФАСАДИ ВРЗ ОДРЕДЕНИ ПАРАМЕТРИ НА ОДРЖЛИВОСТ НА ЗГРАДИТЕ

1. Вовед

1.1. Хипотези

Предмет на истражување во оваа дисертација е хипотезата дека стаклените фасади генерално имаат позитивно влијание врз одржливоста на зградите.

Се предвидува дека во Република Македонија се вклучуваат и следат модерните трендови за енергетска ефикасност, удобност, односно комфор и одржливост на живеење, особено во административните згради со стаклени фасади. На тој начин се подобруваат карактеристиките на стаклените фасади и нивното влијание врз објектите каде се вградени.

Притоа, квалитетот на профилите и карактеристиките на стаклото, кои се составен дел на стаклените фасади, влијаат врз енергетската ефикасност и комфорот на објектите, меѓутоа кога е во прашање пропустливоста на воздух и вода и отпорноста на товари од ветер, најголемо влијание има начинот на кој се изведени врските помеѓу профилите и врските помеѓу профилот и стаклото. Затоа е исклучително важно, да се обрне големо внимание во процесот на производство и монтажа на стаклените фасади и истото да биде изведувано од квалификувани и соодветно обучени работници.

Со примена на соодветен тип на стаклена фасада, со стакло, кое има подобрени карактеристики и алуминиумски профили со висок квалитет, архитектонските проекти за згради можат многу да се подобрат, а зградите да ги задоволат стандардите за одржливост и енергетска ефикасност.

1.2. Предмет и цел на истражувањето

1.2.1. Предмет на истражување

Во нашата земја, интересот за примена на стаклото на големи фасадни површини сè повеќе се зголемува. Меѓутоа, примената на конструктивно стакло во Македонија најчесто се сведува на панелизација на дискретни, мали, индивидуални и рамни стаклени панели, со триаголна или правоаголна форма. Од друга страна, од конструктивна гледна точка, за оваа тема кај нас се достапни малку информации. Не постои образовна програма во универзитетските наставни програми, со која би се пренеле основните теоретски и практични знаења за конструктивното стакло како градежен материјал и негова примена во високоградбата. Компаниите кои се занимаваат со изградба, главно користат искуства, знаења и стандарди од други земји. Сепак, нашата земја се наоѓа на специфична локација со специфични климатски услови, кои се различни од условите во другите земји. Користењето на искуства и знаења од други земји не секогаш може да даде соодветни резултати. Бројот на сончеви денови, осветлувањето, засенчувањето, брзината и правецот на ветровите, количеството на врнежи на дожд и снег и други климатски елементи се различни и специфични за секоја локација. Токму поради тоа, податоците за влијанието на фасадните обвивки од стакло врз целокупниот објект и неговата одржливост за територијата на нашата земја, се неопходни.

Повод за ова истражување беше присутниот и стручно потврден факт дека новите културолошки и економски модели за функционирање на општеството и градовите, наметнуваат нови пристапи за проектирање и конструирање на фасадите на зградите, според кои просторот, во контекст на времето, се наоѓа во постојани промени. Овие процеси наметнуваат архитектура со комплексни и современи форми, кои се динамични и променливи, како и стаклото, кое е комплексен, динамичен и воедно софистициран материјал. Нашата архитектура полека станува свесна и постепено се вклучува во овие промени. Отсуството на слични истражувања на оваа тема, кај нас и во околните земји, но и пошироко, беше една од главните причини за отпочнување на ова истражување. И покрај тоа што постојат бројни достигнувања поврзани со стаклените

фасади и нивното влијание врз одржливоста на објектите, сè уште постои недостаток на студии, кои конкретно го испитуваат сеопфатното разбирање за влијанието на стаклените фасади врз внатрешните услови во објектите, особено во Македонија.

Ова истражување претставува продолжение на магистерската теза под наслов „Стаклото како конструктивен материјал и негова примена во високоградбата“, која беше одбранета на Градежниот Факултет во Скопје. Во ова истражување беше проучено стаклото како градежен материјал заедно со неговите хемиски и физички својства, процесот на производство, како и неговата примена во високоградбата. Беше направена и класификација на различни типови на стаклени фасади.

Во рамките на докторските студии, ова истражување се продлабочува понатаму. Најпрво се истражува одржливоста и методите за нејзина евалуација, постоечките стандарди и прописи кои се користат во развиените земји, како и современите пристапи кон постигнување на одржливост на објектите. Во рамките на овој дел, се проучуваат и биофилискиот дизајн и еколошкиот ресторативен дизајн, како начин на проектирање на објектите, кој влијае за подобрување на здравјето и благосостојбата на корисниците на објектите.

Исто така се истражува енергетски-ефикасното проектирање и градење, класификацијата на енергетско-ефикасни објекти и постоечките регулативи за енергетска ефикасност.

Во продолжение, се проучува интересот за употреба на стаклените фасади во објектите во нашата земја, како и перцепцијата на архитектите за тоа како стаклените фасади влијаат врз внатрешните услови на објектите. Со овој дел од истражувањето се прави преглед на состојбата во нашата земја.

Понатаму, се испитува влијанието на стаклото и стаклените фасади врз внатрешните услови во објектите теоретски и практично, со цел да се утврди на кој начин стаклото би можело да ги подобри условите во објектите, да ја намали потрошувачката на енергија, а истовремено да ја подобри животната средина и здравјето на корисниците.

1.2.2. Цел на истражувањето

Со ова истражување, најпрво се прави осврт врз веќе постоечкото знаење за стаклените фасади, поточно нивното влијание врз одржливоста, енергетската ефикасност и комфорот на живеење. Стаклото има генерално позитивно влијание врз објектот каде се поставува, бидејќи обезбедува продор на природна дневна светлина и поврзување со надворешната околина, со што се создава здрава животна средина во внатрешните простории на објектите, но и намалување на трошоците за осветлување. Исто така, обезбедува сончева топлина, со што се намалуваат трошоците за греење во зима и се подобрува топлинскиот комфор во објектот. Од друга страна, застаклените површини, исто така, имаат и негативен ефект, како што е чувството на студ во зима, прегревањето во лето, ефектот на блесок и слично.

Понатаму, се прави преглед на употребата на стаклени фасади во Република Македонија преку анализа на одбрани административни згради, со цел да се разбере интересот за употреба на технологиите за застаклување и да се добие добар преглед на проблемите и пречките поврзани со примената на стаклените фасади. Причината зошто се одбрани токму административни објекти е главно поради тоа што овие објекти најчесто имаат застаклена фасада со поголеми димензии и површини, во споредба со другите видови згради. Исто така, инвеститорите се мотивирани да користат високо-квалитетни технолошки материјали и конструктивни системи во административните згради, со цел да се постигне атрактивен надворешен изглед и да се привлече вниманието на потрошувачите. Покрај примената на стаклените фасади во објектите, се прави анализа и на самите производители во нашата земја, како и начинот на производство, материјалите кои се применуваат и слично.

Освен претходно наведеното, се испитува мислењето на архитектите за влијанието на стаклените фасади врз удобноста на живеење и користење на објектите во кои се применуваат.

Во литературата недостасуваат студии кои конкретно го испитуваат сеопфатното разбирање на архитектонските перцепции поврзани со влијанието на стаклената фасада врз удобноста на живеењето, особено во Македонија. Архитектите се одбрани како клучна целна група, бидејќи тие се клучните носители на одлуки во изборот на материјали во градежниот сектор. Имено, архитектите комуницираат со сите други учесници во проектот во секоја фаза. Покрај тоа, некои студии покажуваат дека архитектите се еколошки свесни при изборот на градежни материјали и, како такви, се важна целна група за истражување, особено кога прашањата за животната средина и одржливоста стануваат се почести прашања (Singhaputtangkul [97]).

Како продолжение на овие истражувања, лабораториски се испитуваат карактеристиките на стаклените фасади кои директно влијаат врз удобноста, одржливоста и енергетската ефикасност на објектите. Целта на овие експериментални истражувања е да се согледа влијанието на различните модели на стаклени фасади врз објектите преку неколку различни аспекти. Понатаму, се прави споредба на добиените резултати за различните типови на фасади и се согледува кој тип најповолно влијае врз одржливоста на објектите.

Покрај тоа, се испитуваат крутоста и стабилноста на стаклените фасади, исто така преку лабораториски експеримент, кој се споредува со софтверска симулација. Стаклото се перцепира како кршлив материјал, па оттука, пожелно е подлабоко да се истражува неговото влијание врз безбедноста, како еден од аспектите на одржливост. Добиените резултати од овој експеримент, прикажуваат како стаклените фасади се однесуваат при нанесување на хоризонтална сила во својата рамнина.

На тој начин, со споредба на добиените податоци од сите овие поединечни истражувања, се посочува тип на стаклена фасада, кој претставува оптимално решение за објектот да биде одржлив, енергетски ефикасен и економски исплатлив.

Добиените резултати ја збогатуваат теоријата со нови сознанија, што е и основна цел на истражувањето, но исто така произлегува можност и за нивна практична примена. Сознанијата за влијанијата на стаклените фасади врз објектите во нашата земја се од голема корист за проектантите, инвеститорите, Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Република Македонија, Министерствата, како и фирмите за производство и градење. Резултатите се достапни за целокупната домашна стручна и научна јавност, преку сознанијата за релевантните фактори, потенцијалните ограничувања и услови за примената на конструктивното стакло и истите може да претставуваат предуслов за вклучување во холистички, интерактивен и мултидисциплинарен пристап при проектирањето на фасади од конструктивно стакло, што би требало да ги соедини интересите на архитектите со инженерите, технолозите и произведувачите на стакло и стаклени фасади, инвеститорите и други. Оваа дисертација им дава можност на индустријата за градежни материјали, односно на произведувачите на стакло и стаклени фасади, да ја согледаат компатибилноста на сопствените производи, нивните карактеристики во однос на производите на европскиот пазар. Конечно, низ оваа докторска дисертација може да се согледа и дел од основата за придонес и унапредување на европските и националните стандарди во областа на примена на конструктивното стакло во градежништвото.

2. Преглед

2.1. Употреба на конструктивно стакло во Македонија

Во Македонија, интересот за стаклени фасади е во постојан пораст, особено во последните неколку децении, според информациите од Системот за издавање одобренија за градење, каде што се ажурираат сите податоци за зградите. Притоа, најголем интерес за стаклени фасади има, пред сè, кај административните објекти, националните институции, комерцијалните и спортските објекти.

Големината на застаклената површина е различна кај објекти со различни намени. Кај дел од објектите зафаќа помал дел од фасадата и е искомбинирана со целосно нетранспарентен или делумно транспарентен дел со прозорски отвори. Кај останатите објекти, застаклената површина е поголема или пак фасадата е целосно застаклена, без ниту еден нетранспарентен дел. Големината на застаклувањето зависи од повеќе фактори: локацијата, формата и ориентацијата на објектот, карактеристиките на стаклото, намената на објектот, замислата и идејата на проектантот, финансиската можност на инвеститорот и слично. Најчесто застаклувањето се поставува со цел да се добие подобра функционалност и осветленост на внатрешниот простор, а воедно и да се постигне поголема атрактивност и привлечност на фасадата, односно поубав естетски изглед.



Слика 2.1: Примена на закривено трослојно термоизолационо стакло кај административен објект на фирмата “Inter Al-Pin” во Скопје (приватна фотографија)

Типот на стаклото, кое се користи за стаклените фасади во нашата земја, исто така, е различен за различни објекти. Најчесто се користи двослојно термоизолационо стакло, со цел да се задоволат барањата за енергетска ефикасност во објектите, а во услови кога е потребно да се обезбеди поголема безбедност, се користи и единечно ламинирано стакло. Ламинираното стакло може да се јави и како дел од двослојното стакло од едната страна. Двослојното стакло, често има подобрени карактеристики постигнати на повеќе начини, како на пример: исполна со аргон, додавање на различни премази на стаклата и слично. На тој начин значително се подобрува топлинската изолација на стаклата, како и нивните карактеристики, односно овие стакла се погодни за користење кај енергетски-ефикасни објекти. Ретко каде се користи трослојно стакло (Слика 2.1), кое има уште подобри термоизолациони својства, но и повисока цена. Кај некои објекти, со цел да се постигне поубав естетски изглед, се користи и закривено стакло. Конструкцијата на стаклените фасади во нашата земја, најчесто е направена од алуминиумски профили. Тие можат да бидат од различни производители, во зависност од бараниот квалитет и расположливите финансиски средства. Најчесто се користат алуминиумски профили од следните странски производители: “Schüco”, “Reynaers” и “Elvial”, иако кај најголем дел од објектите преовладуваат профили од фирмата “Elvial”, бидејќи имаат најприфатливи цени, а нудат квалитетни производи. Профилите од производителите “Schüco” и “Reynaers” имаат за 20%

повисоки цени. За жал, кај стаклените фасади речиси не се користат алуминиумски профили од домашни производители.

Во нашата земја нема погон за производство на обично стакло (“float glass”), па затоа неопходно е да се порачува од другите земји, а потоа да се дообработува кај нас, во зависност од потребите. Постојат погони за обработка на обичното стакло и изработка на термоизолационо стакло, но обичното „float“ стакло е секогаш увезено од надвор.



Слика 2.2: Интерактивна мапа за локација на фабриките за производство на стакло во Европа¹

Табела 2.1: Растојание од Скопје, Македонија до различни производители на стакло во Европа

Растојание мерено од Скопје, Македонија	Производител на стакло
590 km	Sisecam (Trakya Glass Bulgaria EAD), Targovishte , Bulgaria
640 km	Saint-Gobain, Bucharest, Romania
650 km	Sisecam (Trakya Cam), Luleburgaz Kirklareli, Turkey
750 km	Guardian Glass, Oroshaza , Hungary
870 km	Nippon Sheet Glass, San Salvo , Italy
1400 km	Saint-Gobain, Dabrowa , Poland

На Слика 2.2 е дадена локација на фабриките за производство на стакло, кои ги исполнуваат западните стандарди за квалитет, додека во Табела 2.1 е дадена нивната оддалеченост мерена од Скопје во километри. Најблиската фабрика за стакло е во Бугарија на оддалеченост од околу 590 километри од нашата земја. Сепак, најчесто стаклата се порачуваат од Романија, од фирмата “Saint Gobain”, која нуди стакло со висок квалитет.

Стаклата најчесто се увезуваат како единечни со соодветни димензии за транспорт, а потоа во специјализирани погони се сечат и се дообработуваат.

Понатаму, при употребата на стаклени фасади, неопходно е да се посвети внимание на навлегувањето на сончевото зрачење, кое зависи од повеќе фактори: ориентацијата на објектот, неговата големина, површината и ориентацијата на застаклувањето, квалитетот на стаклените површини, планирањето и употребата на уреди за заштита од сонце и слично.

Без оглед што заштитата од сончевото зрачење е од клучно значење за објектите каде има голема стаклена површина, може да се заклучи дека на овој сегмент многу малку се обрнува

¹ <http://worldofglassmap.com/map> (accessed 25th of March 2019)

внимание во процесот на проектирање на стаклени фасади кај административните објекти во Македонија. Ова е голем проблем, бидејќи Македонија е земја каде во лето се достигнуваат високи температури дури и над 40 °C, па многу често доаѓа до прегревање на внатрешниот простор и користење на дополнителна енергија за механичко ладење. Речиси во сите објекти каде нема надворешни уреди за заштита од сонце, поставени се внатрешни елементи како завеси, венецијанери и слично, но овие уреди имаат многу послаб ефект. Сепак, во последниве неколку години, проектантите постепено започнаа да обрнуваат внимание и на овој аспект, кој е еден од клучните елементи за постигнување на пријатна внатрешна клима во објектите.

2.1.1. Македонски производители

Во Македонија има неколку производители кои се занимаваат со производство и монтажа на стаклени фасади. Притоа, алуминиумските профили кои се составен дел на фасадите, најчесто се нарачуваат од соседните земји, а во погонот на производителите само се сечат според потребните димензии и се спојуваат со сите потребни елементи. Во Македонија исто така нема погон за производство на стакло, па најчесто производителите на прозорци, стаклени врати и стаклени фасади во нашата земја, ги порачуваат стаклата од соседните земји, каде што има производство на стакло, а склопувањето се врши во локален погон.

„Интер Ал-Пин“, со седиште во Скопје, е водечка компанија, препознатлив бренд и лидер на македонскиот пазар кога станува збор за обработка и монтажа на: алуминиумски конструкции, структурални и полуструктурални фасади, разни видови на вентилирани фасади, монтажа на алуминиумски портали и вградување на композитни панели. Компанијата поседува најсовремена линија за обработка на стакло и со својот квалитет, исполнителност и професионалност, се издвојува од останатите фирми кои се занимаваат со обработка и монтирање на секаков вид на стакло. „Интер Ал-Пин“ располага со современ објект, кој се простира на површина од 5000м², а нејзин составен дел се следните погони и магацини: погон за производство и преработка на алуминиум; погон за производство и преработка на стакло; магацин за складирање алуминиумски профили; магацин за складирање ПВЦ профили; магацин за складирање окови, брави и ролетни и магацин за складирање хемиски производи.

Алуминиумските профили за фасадите се порачуваат од различни производители: “Schüco”, “Reynaers” и “Elvial”, додека стаклата се порачуваат од “Saint-Gobain Glass”, од Романија, како компанија која испорачува стакла со висок квалитет. Во погонот за преработка на стакло се врши сечење, чистење и спојување на двослојно, трослојно стакло, полнење со аргон, обработка и поставување на дистанцери и слично.

„Торакс ДОО“, со седиште исто така во Скопје, е градежна компанија, која се бави со проектирање и изведба на алуминиумски конструкции, посебно на алуминиумски фасадни конструкции, во кои спаѓаат и стаклените фасади.

„Интер Ал-Пин“ и „Торакс“ се најголемите компании кои се занимаваат со производство и монтажа на стаклени фасади во Македонија. Постојат и други компании, кои се помали, а нивната дејност се сведува главно на производство на прозорци и балконски врати, а многу поретко произведуваат и монтираат стаклени фасади. Дел од нив се:

- **“Rolomatik“** во Скопје, чија дејност е главно пвц-столарија, ролетни, врати за гаражи, алуминиумски врати и прозорци и слично;
- **“Isi Glass“** во Скопје, компанија која се занимава со обработка на стакло, алуминиумски врати и прозорци, пвц-столарија, климатизација и вентилација и слично;
- **“IZO Staklo“** во Прилеп, компанија која се бави со стакло и стаклени производи, алуминиумски врати и прозорци, профили, автомобилски стакла и слично;

- **“Mar-kos System“** во Скопје, чија дејност опфаќа прозорци, пвц-столарија, ролетни, профили за врати и прозорци и врати за гаражи;
- **“Vamasko“** во Скопје, компанија која се занимава со обработка на стакло, стаклени производи и окови за врати и прозорци;
- **“Bruti-Ing“** во Скопје се занимава со монтажа на алуминиумска браварија, прозорци, соларни системи и колектори;
- **“IR-FA Roloder“** во Тетово, чија дејност опфаќа производство и монтажа на врати и прозорци, како и изведба на фасади.

2.2. Енергетска ефикасност

Самиот поим на „енергетска ефикасност“ посочува дека станува збор за ефикасно користење на енергијата. Оваа значи дека енергетската ефикасност подразбира множество на мерки кои се превземаат со цел да се намали потрошувачката на енергијата, а кои не ги рушат постоечките услови на работењето. Енергетска ефикасност претставува постигнување на рационална и ефикасна употреба на енергијата.

Енергетската ефикасност е стратешка определба на европските земји и истата е регулирана со директиви, регулативи, односно закони и прописи.

Зградите се клучни елементи кога станува збор за енергетската ефикасност, бидејќи трошат големо количество на енергија, па заради тоа неопходно е да им се обрне особено внимание. Целта е оваа енергија ефикасно да се користи, односно да се постигне корелација и рамнотежа помеѓу трошењето и создавањето на енергија кај објектите. Особено е важно да се користат обновливи извори на енергија.

2.2.1. Енергетски ефикасно проектирање на објектите

Енергетски ефикасното проектирање подразбира внимателен баланс меѓу потрошувачката, создавањето и складирањето на енергијата. Како што е прикажано на Слика 2.3, основниот проектантски принцип ги интегрира компонентите на објектот во еден систем, искористувајќи максимум од околината на објектот, климатските услови и достапните обновливи извори на енергија. Целта е да се намали потребата од традиционално греење и вентилирање, која е неефикасна и троши фосилни извори на енергија. Заради тоа се препорачува примена на современи активни технолошки системи кои користат обновлива енергија. Покрај високата ефикасност при користење на енергијата и редуцираното нарушување на околината, енергетски ефикасното проектирање резултира и со пријатна внатрешна клима, која е клучна за корисниците кои го користат објектот. Корисниците играат важна улога во енергетската ефикасност, бидејќи само со соодветно и правилно користење на објектите, може да се постигне нивото на рамнотежа кое било испланирано и испроектирано од инженерите (Ber [9]; Leskovar [67]).



Слика 2.3: Основни принципи на енергетски ефикасното проектирање

Планирањето и проектирањето на енергетски ефикасни објекти е комплексен процес, чија дефиниција може да се разбере на три нивоа. Првото базично ниво опфаќа оптимален избор на компоненти од кои е составен објектот, како на пример концепт за конструктивниот систем, композиција на термичката обвивка, градежни детали, тип на застаклување и други материјали, со посебно внимание кон околината, климатските услови и ориентацијата. Второто ниво се состои од интеграција на стратегии за пасивно проектирање, кои вклучуваат греење со сончева енергија, ладење со природна вентилација, користење на термална маса за складирање на енергија, користење на обновливи извори на енергија, без потреба од електрични инсталации и слично. Третото, односно последното ниво вклучува проектантски концепт на активни технолошки системи кои користат обновливи извори на енергија со употреба на електрична енергија. Ефикасното планирање и проектирање на објекти се стреми кон вешти и оригинални концепти на првите две нивоа, со цел третото ниво, односно користењето на технолошките системи да се намали што е можно повеќе.

2.2.2. Класификација на објекти врз основа на нивната енергетска ефикасност

Моментално не постои светски прифатена класификација на објекти според нивната енергетска ефикасност. Напротив, во секоја земја постојат најразлични стандарди кои се користат во градежната индустрија низ земјите во Европа.

За да ги одредат специфичните енергетски стандарди за објектите, многу Европски земји користат класификациски системи базирани на национални градежни правилници или ги повторуваат веќе постоечките етикети, како на пример “Swiss Minergie”, “German Passive House” или “Austrian Klima: aktiv House”. За да се постигне соодветна етикета или еден објект да се класифицира во специфичен стандард, детерминиран од градежните правилници, тој објект мора да задоволи специфични барања за потрошувачката на енергија, кои не се усогласени во сите класификациски системи. Постоечките класификациски системи варираат главно во типот на енергија која се анализира. Одредени системи се фокусираат главно на енергијата потребна за греење на објектот, додека други ја разгледуваат и емисијата на CO₂, како и други типови на користење на енергија. Многу ретко класификациските системи разгледуваат комплексен сет на енергетски индикатори кои се однесуваат на сите видови на енергија која се користи во објектите, покрај споменатите погоре: ладење, греење на водата, вентилација и користење на електрична енергија, кои се од витално значење. Понатаму, одредени класификациски системи имаат различни параметри за станбени и јавни објекти, за мали и повеќекатни објекти, како и за нови и реновирани објекти. Исто така воведени се стандарди за различни региони. Генерално, енергетскиот стандард се постигнува со конструктивни мерки и активни технички системи. Однесувањето на корисниците нема влијание врз енергетскиот стандард, иако влијае на потрошувачката на енергија (Leskovar [66]).

Генерално, постоечките класификации се базираат на насоки кои се модифицираат во одреден временски период. Некои од нив поттекнуваат од Европските насоки за потрошувачка на енергија во последните 10 години.

2.2.2.1. Класификација на енергетски-ефикасни објекти во Македонија

Република Македонија го следи овој тренд, па во последниот период усвоени се неколку стратешки документи, кои ја опфаќаат енергетската ефикасност. Се работи за Стратегијата за развој на енергетиката до 2030 година и Стратегијата за унапредување на енергетската ефикасност до 2020 година.

Закони и правилници поврзани со енергетската ефикасност во Македонија се:

- Закон за енергетика;
- Правилник за енергетски карактеристики на зградите;
- Правилник за енергетска контрола.

Во Македонија, пресметката и изразувањето на енергетската класа за зградите се врши врз основа на вкупната специфична годишна потрошувачка на примарна енергија во [kWh/m²god].

Станбените, нестанбените згради и градежни единици се поделени во осум енергетски класи, и тоа: A+, A, B, C, D, E, F и G. Класата A+ претставува енергетски најповолна, додека класата G е енергетски најнеповолна класа.

2.2.3. Енергетски текови во објектите

Еден објект може да се смета за термички систем со серија на топлински токови, влезови и излези, како пренос на топлина (Q_t), вентилација на топлина (Q_v), внатрешна топлинска добивка (Q_i) и соларна топлинска добивка (Q_s). Термичкиот одговор на објектот е условен од релацијата помеѓу добивањето и губењето на топлината, каде збирот од сите енергетски текови ја дава количината на енергија (ΔQ) која треба да се обезбеди во објектот или да се изнесе надвор од објектот, со цел да се постигне комфортна внатрешна клима (Слика 2.4). Ако збирот од сите енергетски текови е нула, објектот постигнува термален баланс.

Следната равенка ги прикажува главните енергетски текови во еден објект:

$$Q_t + Q_v + Q_i + Q_s = \Delta Q \dots \dots \dots (1)$$

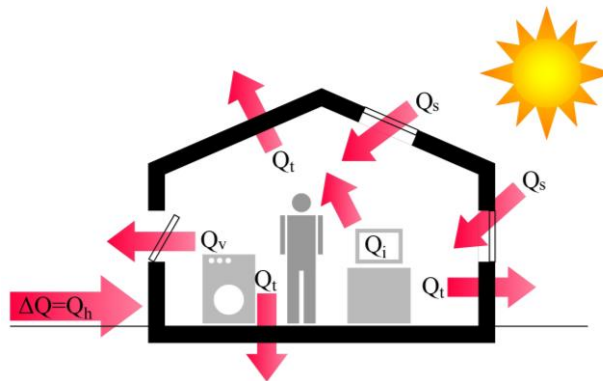
каде:

Q_t – пренос на топлина, при што настануваат загуби и добивки предизвикани од топлински текови низ елементите од обвивката на објектот;

Q_v – вентилационски топлински загуби и добивки предизвикани од размена на воздухот меѓу објектот и неговото опкружување (инфилтрација на воздух, природна вентилација, механичка вентилација, премин на воздух низ обвивката на објектот и слично);

Q_i – внатрешни топлински добивки добиени во внатрешноста на објектот од корисниците, осветлувањето и апаратите за домаќинство;

Q_s – соларни топлински добивки од сончева радијација (Leskovar [66]).



Слика 2.4: Текови на енергијата во објект во ладен период

2.2.4. Климатско влијание и опкружување на објектот

Влијанието на климата е многу важно и го одредува стилот на објектот, уште од времето на Витрувиј. Деталното истражување и проучување на локацијата отсекогаш било прв чекор во процесот на планирање и проектирање на објектите.

Во разгледување на климатското влијание, најпрво е потребно истото да се проучи на глобално ниво, односно да се проучи глобалното климатско влијание. Овде е вклучено и влијанието од сонцето. Информациите за позицијата на сонцето играат голема улога во одредување на различни елементи при проектирање на објектите како на пример: ориентација на објектот, ориентација на застаклените делови кои ќе придонесат за добивање на сончева енергија, длабочината на навлегувањето на сончевите зраци во собите, изборот на уредите за заштита од сонце и слично.

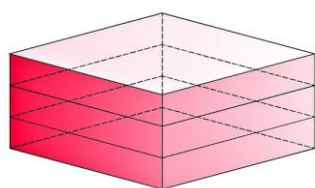
Понатаму, климатските услови можат да се разгледуваат на три нивоа: макроклиматски, мезоклиматски и микроклиматски.

Добро проучување на сите климатски услови е основен услов за проектирање на енергетски-ефикасна зграда (Hassouneh [39]).

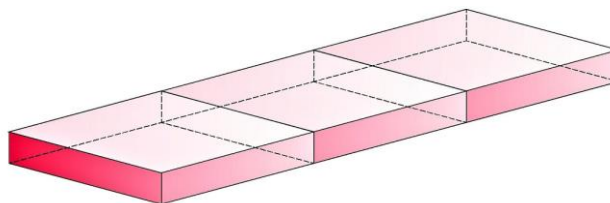
2.2.5. Основни проектантски параметри

Комплексниот пристап при проектирање на енергетски-ефикасни објекти може да се подели на три нивоа, како што беше споменато на почетокот во воведниот дел за енергетска ефикасност. На почетокот во првата фаза на проектирањето неопходно е да се посвети внимание на формата, ориентацијата, зонирањето и компонентите од кои се состои објектот.

Формата на објектот ја одредуваат надворешните елементи и тоа: сидови, подови и покривна површина. Формата има значително влијание врз термичките карактеристики на објектот, бидејќи голем дел од топлината се губи преку надворешната обвивка (Слика 2.5).



МИНИМАЛНА ПОВРШИНА
НАМАЛЕН ПРЕНОС НА ТОПЛИНА



ЗГОЛЕМЕНА ПОВРШИНА
ЗГОЛЕМЕН ПРЕНОС НА ТОПЛИНА

Слика 2.5: Фактор на формата

Во Македонија најмногу влијание врз генералната форма на објектот имаат урбанистите, бидејќи тие ја одредуваат градежната линија на објектите, односно линијата до каде може да се гради, а со тоа и ориентацијата на објектите. Тргнувајќи од фактот дека инвеститорите сакаат што поголема искористена површина, најчесто целата површина за градба се искористува и проектантот нема многу можност да експериментира со формата. Може да направи динамична форма со разигрување на ерекерите и на тој начин да влијае во искористувањето на сончевото зрачење, но и тука е ограничен од аспект да се искористи максимум еркерна површина дозволена според деталниот урбанистички план. Инвеститорите во Македонија, се генерално повеќе заинтересирани за големината на изградената површина, отколку за квалитетот на истата. Урбанистите пак може да влијаат на формата со виртување на површината за градба, но и тие се ограничени од распоредот на постојните улици, тротоари и слично.

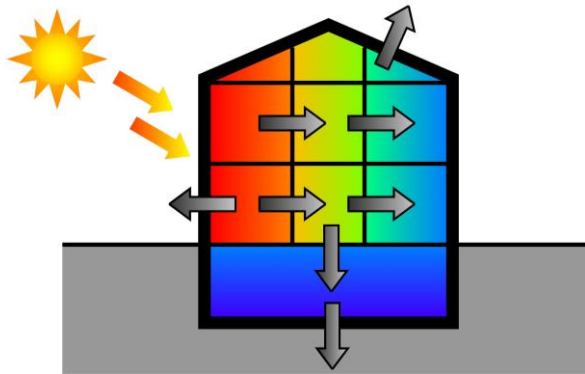
Ориентацијата на објектот се дефинира како агол помеѓу одредена површина, на пример фасада и оската во насока на север.

Според принципите за енергетска ефикасност, најголемиот дел од застаклените делови на објектот треба да бидат ориентирани кон југ. Тоа овозможува поголема придобивка од сончевото зрачење, подобро осветлување, но истовремено го зголемува ризикот од прегревање во лето. За да се спречи прегревањето, неопходен е добро испроектиран систем за контрола на сончевото зрачење. Затоа е исклучително важно да се направи студија за оптималната површина на застаклувањето во објектите (Џенејас [116]).

Одредени локации може да се помалку благодарни во однос на ориентацијата, доколку не можат да овозможат голема фасадна површина со јужна ориентација. Задачата на архитектот во тој случај е да ги искористи максимално предностите на постоечките услови со прилагодување на концептот на дадените микролокациски услови. Така на пример може да се испроектираат атриуми со застаклување на јужната страна, како и поркивни прозорци, со што би се овозможило прород на сончевото зрачење во објектот.

Зонирање е термин кој се користи за поделба на објектот на простори кои имаат слични карактеристики во однос на климатските услови (Слика 2.6). Енергетски-ефикасното

проектирање бара внимателно внатрешно зонирање, со цел да се обезбеди рационална дистрибуција на топлина и дневна светлина. Постојат неколку концепти на зонирање кои зависат од типот, големината и намената на објектот.



Слика 2.6: Топлинско зонирање на внатрешни соби во фамилијарна куќа

Исто така, треба да се обрне внимание на зонирањето според дневната светлина. Собите кои се наменети за работа, игра или домување, бараат поголемо количество на светлина, па затоа се ориентираат кон застаклената фасада, додека собите кои не бараат многу светлина заземаат централна позиција. Како резултат на тоа се добива одлична внатрешна клима и намалување на потрошувачката на електрична енергија за осветлување.

Генерално, објектот се состои од **повеќе компоненти** и тоа: конструктивни елементи, елементи за заштита и финализирање и активни технички системи. Сите компоненти на објектот треба да бидат координирани со барањата на објектот во согласност со неговата намена, неговите корисници и климатските услови. Терминот „термичка обвивка“ се однесува на компонентите од објектот кои го обвиткуваат волуменот кој се загрева, создавајќи бариера, која пак спречува несакана топлинска размена помеѓу внатрешноста и надворешноста на просторот. Ефикасноста на обвивката зависи од материјалите од кои се направени ѕидовите, подовите и покривите, од типот и големината на транспарентните површини, од уредите за сончева заштита, топлинските мостови и слично.

Изборот на **изолациски материјали** како градежни елементи зависи од климатските услови, од типот на конструктивниот елемент кој треба да биде изолиран, од конструктивната технологија и од генералните карактеристики на објектот. При тоа, постојат четири основни групи на изолација:

- топлинска заштита;
- звучна заштита;
- заштита од влага и
- заштита од проток на воздух.

Одредени изолациски материјали можат да извршуваат две функции во исто време, на пример топлинска и звучна заштита. Од овие четири основни групи, може да се каже дека топлинската изолација најмногу влијае за постигнување на енергетската ефикасност. Звучната изолација овозможува пак комфорна клима за живеење.

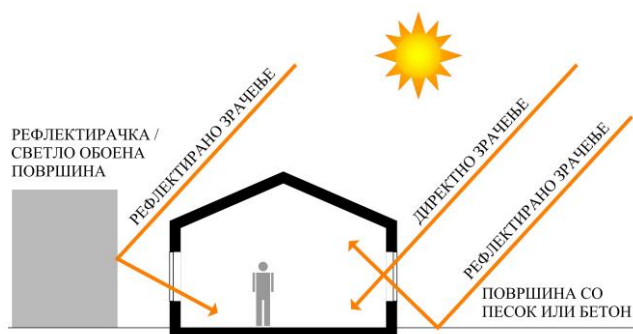
Како транспарентна компонента на фасадната обвивка, **застаклената површина** може да се јави во вид на прозори, врати, стаклен покрив или стаклена фасада. Застаклената површина обезбедува дневна светлина и визуелен контакт помеѓу внатрешноста и надворешноста. Тоа се двете основни нејзини функции. Исто така, обезбедува заштита од временски услови, топлинска заштита, звучна заштита и природна вентилација доколку може да се отвора (Kolodiy [54]).

Во служба на енергетската ефикасност, застаклените површини треба да се проектираат така да ги задоволат потребите за заштеда на енергија. Просечниот коефициент на топлинска спроводливост на застаклената површина е најчесто поголем од оној на нетранспарентните елементи и заради тоа застаклените површини претставуваат потенцијален ризик за топлинска

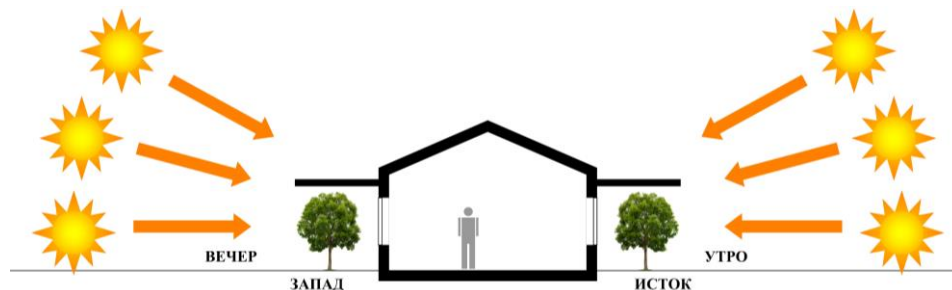
загуба. Од друга страна, застаклената површина овозможува сончевото зрачење да навлезе во објектот, што е основа за пасивно проектирање на објекти. Количината на топлина која влегува во објектот треба да биде контролирана со цел да не дојде до прегревање на објектот во топлиите периоди од годината, што значи дека соодветен систем на засенчување е неопходен. Само современо термоизолациско стакло може да овозможи размена на енергија која ќе ги задоволи барањата за енергетска ефикасност.

Концептот на **сончева контрола** се состои од тоа точно да се процени во која ситуација сончевата енергија е потребна, а во која ситуација треба да се обезбеди заштита од истата. Барањата за сончева контрола зависат главно од климатските услови, годишното време и карактеристиките на локацијата. На пример, зимскиот период е период кога е потребно навлегување на сончевата енергија во објектите, а летниот период е период кога е потребна заштита од сончевото зрачење. Тоа се две дијаметрално спротивни ситуации типични за современите климатски услови. Годишните времиња, и ориентацијата на фасадната површина бараат специфичен пристап кон засенчувањето. Поставувањето на уреди за правење сенка е доста комплицирано и треба добро да се проучи. Посебно е сложено за источната и јужната фасада. Речиси е непотребно да се обезбедува сенка на застаклените површини ориентирани кон север, бидејќи истите не се изложени на директно сончево зрачење, со исклучок на периоди во раните летни утра и доцните летни вечери. Сончевата контрола помага и во спречување на отсјајот, кој може да се појави во која било погоре спомената ситуација. Сончевите зраци со ниска алтитуда можат да направат поголеми проблеми со отсјајот отколку со прегревањето (Premrov [84]).

За да се направи правилна стратегија на засенчување, неопходно е да се познаваат основите на соларната геометрија и да се проучат сите извори на сончевото зрачење (Слика 2.7). Движењето на сонцето во текот на денот и во текот на годината бара комплексен пристап на засенчување што може најдобро да се постигне со комбинација на различни стратегии.

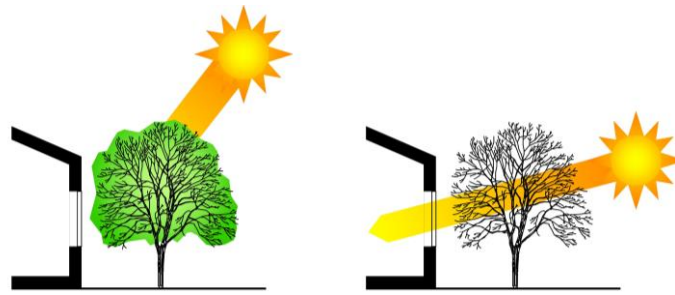


Слика 2.7: Извори на сончево зрачење за кои е потребно засенчување



Слика 2.8: Барања при засенчување на источна и западна фасада: хоризонтални надстрешници се неопходни за заштита од сонце

Заштитата од сонце може да се постигне на повеќе начини, меѓу кои: уреди за засенчување, од кои надворешните се најефективни, надворешно уредување на партерот, како и поставување на вегетација, премачкување на стаклото со современи премази и слично.



Слика 2.9: Засенчување со вегетација

Големо влијание во засенчувањето има **вегетацијата** (Слика 2.9), околните објекти, ридови и планини. Секоја од предложените мерки има свои предности и недостатоци. Засенчувањето со вегетација за заштита на пониските објекти е ефективно само ако се посадат листопадни дрвја, бидејќи тие го блокираат сонцето во лето, но во зима кога ќе им паднат лисјата, ги пропуштаат сончевите зраци. Сепак треба да се обрне внимание на позиционирањето и формата на крошната на дрвата. Ако е потребно засенчување на источната и западната фасада каде аголот на сончевите зраци е секогаш мал, потребно е да се засадат дрва со ниски крошни кои ќе бидат засадени на одредено растојание од објектот (Слика 2.8). Спротивно на тоа, на јужната фасада е потребно да се засадат дрва со висока крошна. Исто така може да се користи лозница како надстрешница. Користењето на вегетацијата не само што помага при регулирање на сончевото зрачење, туку овозможува и подобра микроклима, но сепак не се препорачува да се користи само овој начин на засенчување, бидејќи постои ризик од ненадејно растење или сушење на вегетацијата, (Leskovar [66]).

Посигурни мерки за заштита од сонце може да се постигнат со **надворешни уреди** за засенчување. Овие уреди се поефикасни од внатрешните бидејќи спречуваат навлегување на сончевите зраци низ застаклената површина. Тие може да бидат **фиксни и подвижни**. Фиксните се најчесто поефтини, но не може да се подесуваат во различни периоди од годината и да се прилагодуваат на различните агли под кои паѓаат сончевите зраци.

Главните типови на надворешни уреди за засенчување се **хоризонтални, вертикални и комбинирани** во двата правци.

Спречување на движењето на воздухот низ фасадната обвивка е од особено значење при проектирање на енергетски-ефикасни објекти. Воздухот лесно може да премине низ фасадната обвивка или низ одредени нејзини делови, што претставува голем проблем посебно во зима бидејќи на тој начин се губи топлината, (Samardzioska [89]). Доколку количеството на воздух кое „тече“ низ фасадата е мало, може да се толерира, бидејќи придонесува за доведување на доволно количество свеж воздух во внатрешниот простор. Дозволеното количество на воздух варира од една класа до друга. Доколку постои систем за вентилација, спречувањето на ваквото движење на воздухот мора да биде совршено. „Течењето“ на воздухот не смее да надмине 0.6 h^{-1} (волумен на час) при притисок од 50 Pa, кое може да се измери со тестирање. Во куќи каде нема механички систем за вентилација, „течењето“ на воздухот може да биде и поголемо. Најчесто се користат херметички слоеви во фасадната обвивка, како на пример гипс, табли од иверица, OSB, пластични фолии и слично. Посебно внимание треба да се обрне на споевите помеѓу различни елементи (Premrov [84]).

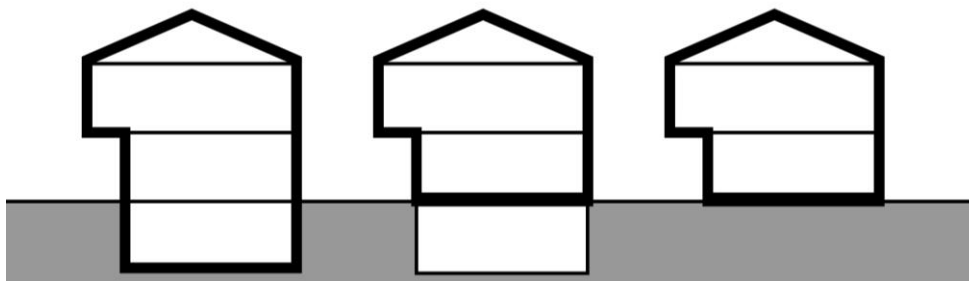
Топлинските мостови настануваат поради присуството на елементи во обвивката на објектот кои имаат висок коефициент на топлинска спроводливост. Енергетски-ефикасното проектирање бара намалување на топлинските мостови и нивно доведување до минимум, што може да се реализира доколку се формира континуирана топлинска обвивка околу објектот без прекин на термоизолациониот слој. Застаклените делови се исклучок, бидејќи тука настанува прекин на термоизолационата обвивка, но затоа пак може да се користат висококвалитетни термоизолациони стакла, кои ќе се вградат правилно со квалитетно запечатување по сите рабови. Најчесто, најkomplицираните топлински мостови се оние кои се јавуваат под нивото на теренот,

кои се под влијание на почвата и мора да се третираат различно од топлинските мостови кои се изложени на воздух. Користењето на конструктивни елементи од префрбрикувано дрво овозможува избегнување на топлински мостови и намалување на загубата на топлинска енергија (Hotchkiss [45]).

2.2.6. Проектирање на пасивни стратегии

Стратегиите на пасивното проектирање овозможуваат користење на природни извори на енергија, со цел да се постигне соодветна внатрешна клима и да се намали потребата од активно греење, ладење, вентилација и осветлување. Така на пример, сончевата енергија може да се користи за да се намалат трошоците за греење и осветлување, природната вентилација може да ги замени механичките системи на вентилација и слично.

Примената на различни стратегии главно зависи од климатските услови на локацијата, типот на објектот и корисниците. Генералниот принцип е да се зголеми добивката на природна топлина во ладни периоди, а да се намали истата во топли периоди. Исто така треба да се обрне внимание на искористувањето на природната дневна светлина.



Слика 2.10: Континуирана топлинска обвивка

Во овој дел треба да се обрне внимание на уредите за греење, ладење, природна вентилација и искористување на дневната светлина.

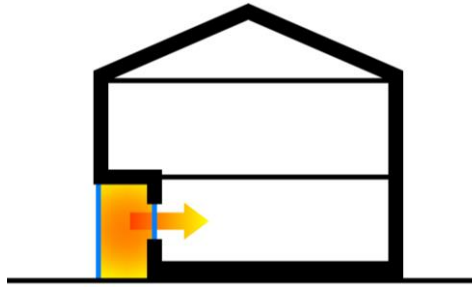
Успешното пасивно проектирање започнува со разгледување на условите кои локацијата ги нуди и нејзината изложеност на сончево зрачење, локалното опкружување, регионалната клима и микроклиматските спецификации. Сончевата енергија може да се користи за греење на воздухот, водата и за осветлување. Греењето на водата бара систем на електрична енергија, но греењето на воздухот и осветлувањето е сосема независно и не бара никаков активен технички систем.

Комплексен **пасивен систем на греење** во себе вклучува неколку пристапи, како: добивање, чување, конзервирање и дистрибуција на сончева енергија.

Добивањето на сончева енергија зависи од елементите кои се изложени на сончевите зраци, нивната површина и наклон, аголот и достапноста на сончевото зрачење. Понатаму, ориентацијата, топографијата и уредите за засенчување, исто така, влијаат на количеството на топлинска енергија која може да се добие од сончевото зрачење.

Кај административните објекти, каде има големи застаклени површини, создавањето на топлина во внатрешниот простор како резултат на сончевото зрачење, може да ја зголеми потрошувачката на системот за ладење. Ова е уште еден аспект на кој треба да се обрне внимание, со цел објектот да биде енергетски ефикасен.

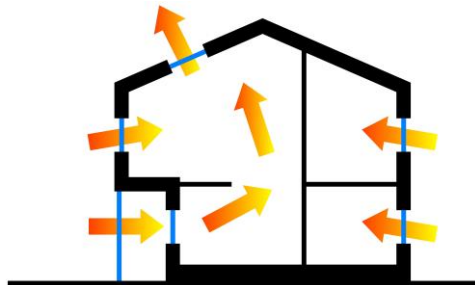
Еден од пристапите на собирање на сончева енергија е поставување на тампон-зона помеѓу внатрешниот и надворешниот простор, која обично се проектира како застаклен дел поставен на јужната страна од објектот (Слика 2.11). Тампон-зоните акумулираат сончева енергија преку ден и ја пренесуваат во останатиот дел од објектот кога е потребно, најчесто навечер. Овие простори, исто така треба соодветно да се засенчат за да не настане прегревавање во лето.



Слика 2.11: Тампон зона која овозможува задржување на пријатна клима во внатрешноста во зимските ноќи

Друг пристап во стратегијата за пасивно греење е внимателен избор на материјали наменети за задржување на топлината, за да може истата да се искористи подоцна, кога температурата ќе се намали.

Во енергетски-ефикасните објекти може да се искористат бројни концепти за **пасивно ладење на просторите**, како контрола на сончевото зрачење, соодветна изолација, природна вентилација или природно ладење (Слика 2.12).



Слика 2.12: Ладење со помош на природна вентилација

Складирањето на топлина може да помогне во процесот на ладење на објектот, бидејќи топлината се чува во најтоплиот период, а се испушта кога ќе биде ладно. Друг начин е преку поставување на водена површина на покривот, бидејќи ноќе температурата на водата значително се намалува преку радијација на топлината кон небото. Испарувањето на водата, односно преминот на водата во параа исто така помага во процесот на ладење, доколку водените површини се во близина на објектот. Често се користи и ладење со помош на земјата, иако овој начин најчесто е поврзан со активен систем и користење на електрична енергија (Hassouneh [39]).

Природната вентилација се користи за да се доведе свеж воздух во внатрешноста на објектот. Просечно на човекот му треба минимум 8 литри свеж воздух во секунда. Потребната количина на свеж воздух во една просторија зависи од бројот на луѓето кои престојуваат во таа просторија и нивната активност. Свежиот воздух може да се обезбеди со природна или механичка вентилација. Кај природната вентилација потребно е да се обрне внимание на надворешната температура, бидејќи на тој начин може да се предизвика загуба или добивка на топлина. За да се избегне ова, најчесто се користи механичка вентилација. Поголема количина на воздух (80-100 литри по човек во една секунда) е потребна за да се олади просторот.

Природната вентилација е поттикната од ветер или од топлински сили. Ветерот е предизвикан од разликата во притисокот, а топлинската сила од разликата во температурата на внатрешниот и надворешниот простор. Природната вентилација може да биде различна: еднострана, вкрстена, со ефект на оцак и слично (Leskovar [66]).

Користењето на **дневната светлина** е стратегија во проектирањето која се користи уште од најстари времиња за искористување на достапната дневна светлина во внатрешниот простор. Таа претставувала и сеуште е главен фокус во архитектурата. Денес, кога 80-90% од времето го поминуваме во затворени простории, повеќе од неопходно е да се обрне внимание на дневното осветлување. Постојат бројни студии кои го потврдуваат позитивното влијание на дневната

светлина врз луѓето. Покрај тоа, користењето на дневна светлина ја намалува потрошувачката на електрична енергија.

Дневната светлина може да навлезе во внатрешниот простор преку застаклените отвори на фасадата или покривот. Покривните прозорци најчесто се лимитирани за осветлување само на најгорниот кат. Прозорците треба да бидат опремени и со уреди за засенчување за ситуации кога сончевите зраци се премногу јаки или предизвикуваат ефект на отсјај.

Постојат повеќе алатки за подобро искористување на дневната светлина во процесот на проектирање. Една од нив е “VELUX Daylight Visualizer 2”, која е наменета за анализа на дневната светлина во објектите. Оваа алатка овозможува создавање на 3D модел каде може да се внесат фасадни и покривни прозорци или друг вид на застаклување. Може да се импортираат и 3D објекти од други програми. Исто така, може да се подесат материјалите на површините, карактеристиките на околината, како и различни параметри за да се добијат прецизни предвидувања.

Факторот на дневна светлина е еден од индикаторите кои ги користи програмот, со цел да се согледа квалитетот на дневната светлина. Овој фактор претставува однос помеѓу количината на дневна светлина достапна во внатрешноста, на висина на работната површина и количината на светлина достапна во надворешниот простор и се изразува во проценти.

Овој фактор се користи за да се измери достапната дневна светлина во одредена просторија. Може да се даде за точно определен период или како просечна вредност. Колку е повисок процентот, толку е подобро дневното осветлување во просторот. Доколку факторот е помал од 2%, значи дека собата е темна и дека постојано ќе се користи електрична енергија за осветлување. Доколку факторот е поголем од 5%, најверојатно електрична енергија нема да се користи за осветлување преку ден (Leskovar [67]).

2.2.7. Активни технички системи

Активните технички системи се неопходни за функционирање на еден објект. Тука спаѓаат системи за греење, вентилација, загревање на вода, електрично осветлување и обновливи системи за енергија. На сите им треба електрична енергија, за да можат да функционираат. Со исклучок на осветлувањето, овие системи можат да се наречат механички системи. За да се подобри енергетската ефикасност на објектот, може да се користат стратегии за употреба на природни услови како надворешен воздух, сончево зрачење, земја или подземна вода.

Употребата на електрична енергија може да се намали со употреба на високо ефикасни системи за домаќинство, уреди за осветлување и слично. Употребата на фотоволтаични панели е уште подалечно достигнување во намалување на употребата на електрична енергија.

Главната цел на енергетски-ефикасните објекти е да се намали вкупната енергија која се користи во објектот преку проектирање на оптимална форма, ориентација, компоненти и употреба на оптимални пасивни стратегии. Следниот чекор е да се адаптираат активните технички системи на постојниот проект. Исто така, важно е да се едуцираат корисниците на објектот за правилно користење на енергетски-ефикасните објекти и нивната технологија (Leskovar [66]).

2.3. Одржливост

Одржливоста е еден од најбитните аспекти на човековото постоење, особено актуелен во последниве неколку години. Денес се соочуваме со промени, кои не само што ќе го загрозат животот на идните генерации, туку и целокупното човештво. Може да се констатира дека денешниот начин на живот воопшто не е одржлив (McLennan [72]).

Самиот збор „одржливо градење“ или „алтернативно градење“ укажува на тоа дека нешто не е во ред со традиционалното градење. Во минатото сосема малку се посветувало внимание на одржливоста. Најпрво се вовела ограничена примена на термоизолациони материјали при градба,

но влијанието на овие материјали врз корисниците и животната средина речиси воопшто не се анализирано. Исто така, голем проблем бил и сè уште е економскиот аспект, при што поради недоволно средства, луѓето живеат во лоши услови, кои не задоволуваат ниту естетски, ниту функционални критериуми (Motik [75]).

Фактот што постојат околу 70 дефиниции за поимот „одржливост“ ја потенцира нејзината важност. Сите дефиниции се усогласени во делот каде треба да се земе предвид иднината на нашата планета, односно да се најде начин да се заштити Земјата, а притоа да се задоволат потребите на сите засегнати страни (Othman [78]).

Една од најдобрите дефиниции за одржливост е таа дека треба да се задоволат потребите на сегашните генерации, без загрозување на можноста следните генерации исто така да ги задоволат своите потреби. Со тоа се поттикнува економскиот раст, се задоволуваат потребите на луѓето, без наштетување на животната средина (Zavargo [114]).

Во повеќето земји, зградите се најголеми причинители за потрошувачката на енергија и на емисијата на CO₂. Зградите во Европа користат над 40% енергија на континентот и се одговорни за 40% од вкупните емисии на јаглерод. Во САД, соодветните бројки се уште поголеми, при што зградите сочинуваат 48% од вкупните емисии на гасови. Кај земјите во развој, учеството на зградите во вкупната потрошувачка на енергија и емисиите на јаглерод се многу помали. Зградите во Кина, на пример, имаат 10% удел во користењето на енергијата. Но, брзиот економски раст и индустријализацијата во овие земји го туркаат растечкиот градежен сектор. Како резултат на тоа, до 2030 година, од азиските земји се очекува да придонесат со една третина од светските емисии на гасови. Поради тоа, предизвикот за намалување на стапките на енергија и намалување на емисиите на гасови на новите и постојните згради е многу сериозен. Објектите бараат големи количини на енергија и материјал воопшто во сите фази на животниот циклус. Тоа има лошо влијание врз животната околина (Othman [78]).

Примената на одржливоста во објектите бара работа во сите фази од животниот циклус на објектите: изградба, употреба и затворање. Во текот на овие фази, целта е ефикасно користење на ресурсите, заштита на здравјето и благосостојба на корисниците и намалување на негативните влијанија, како што се отпадот и загадувањето.

Постојат голем број на стандарди, методологии и алатки кои се поставени за да помогнат во организација во обезбедување на одлични еколошки перформанси.

Постојано се воведуваат нови градежни технологии, современа автоматизација и нови материјали, за подобрување на одржливиот процес на градење со цел да се намали влијанието на објектот врз околината преку:

- поефикасно користење на ресурсите (на пример, енергија, вода);
- подобрување и заштита на здравјето и благосостојба на корисниците;
- намалување на негативните влијанија (на пример, отпад, канализација, загадување).

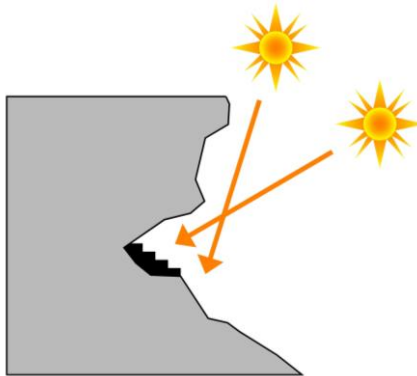
Одржливите згради треба да ги оптимизираат овие цели во текот на сите фази од животниот циклус. Одржливи или „зелени“ кодекси за градење и шеми за проценка се развиени на глобално ниво со цел да се дадат насоки за факторите кои треба да се разгледаат за време на животниот циклус на зградата што ја подобрува одржливоста и го намалува влијанието врз животната средина.

2.3.1. Еволуција на одржливиот развој

Постојат четири фази во еволуцијата на одржливиот развој: биолошки почеток, домородно-народна историја, индустриски почеток и модерен почеток.

Тргувајќи од биолошкиот почеток, комфорот најопшто може да се дефинира како постигнување заштита од сонце, ветер или ниски температури во зависност од климатските услови.

Домородно-народната историја ги подразбира иновациите на нашите предци за развој на одржливата архитектура. Како пример може да се земе селото Mesa Verde во New Mexico, кое било поставено во карпа. Локацијата е стратешки одбрана како што може да се види на Слика 2.13. Летно време кога сонцето се наоѓа високо на небото под поголем агол, сончевите зраци не допираат до селото, поради поставеноста на карпите и на тој начин селото е заштитено од преголема топлина. Од друга страна, во зима, кога сонцето е пониско, зраците паѓаат под помал агол и директно го осветлуваат селото. На овој начин, на иста локација, се овозможува искористување на сончевата енергија во зима и штитење од истата во лето. Овие аспекти на одржливоста можат да се применат и денес. Одржливиот дизајн може да се види во многу домородни племиња при градењето на нивните живеалишта (McLennan [72]).



Слика 2.13: Позиција на селото Mesa Verde во карпа со цел да се заштити од сончевото зрачење во лето, а да се искористи сончевото зрачење во зима (McLennan [72], p. 16)

Во последните двестотини години, направен е огромен напредок во обезбедувањето на комфорт, со помош на бројни технологии откриени со помош на индустриската револуција. Овие технологии во целост овозможиле промена во климатските услови надвор и внатре во објектот. Со модерните пронајдоци како вентилациони системи и системи за греење и ладење, овозможено е греење на внатрешноста без разлика колку е ладно надвор и обратно.

Модерните почетоци започнуваат со енвајроменталното движење кое се појавува со осознавањето дека мора да се смени начинот на размислување, со цел да се спаси планетата. Архитектите и инженерите започнуваат да ги оживуваат пасивните стратегии и соодветните технологии кои се основа во одржливиот дизајн. Првата декада од 21-от век дава големи ветувања за одржливиот начин на проектирање. Повеќето луѓе се веќе свесни за неговото значење и се поголем број на мерки се превземаат со цел да се постигне одржливост во објектите.

2.3.2. Принципи на одржливост

Движењето кое се залага за одржливост има две фундаментални верувања:

- нашиот животен стил и начин на живеење има негативно влијание врз околината, ставајќи го под ризик постоењето на многу животински видови и општо постоењето на целата планета;
- ние имаме одговорност да се грижиме за нашата планета.

Оттука произлегуваат и основните принципи на одржливоста:

- почитување на природните системи;
- почитување на луѓето;
- почитување на околината;
- почитување на циклусот на животот;
- почитување на енергијата и природните ресурси;
- почитување на процесот.

Постојат неколку клучни категории кои се битни за одржливоста: вода и отпад, создавање на енергија, зелени системи, алтернативно градење, материјали и системи за обвивка на објектот.

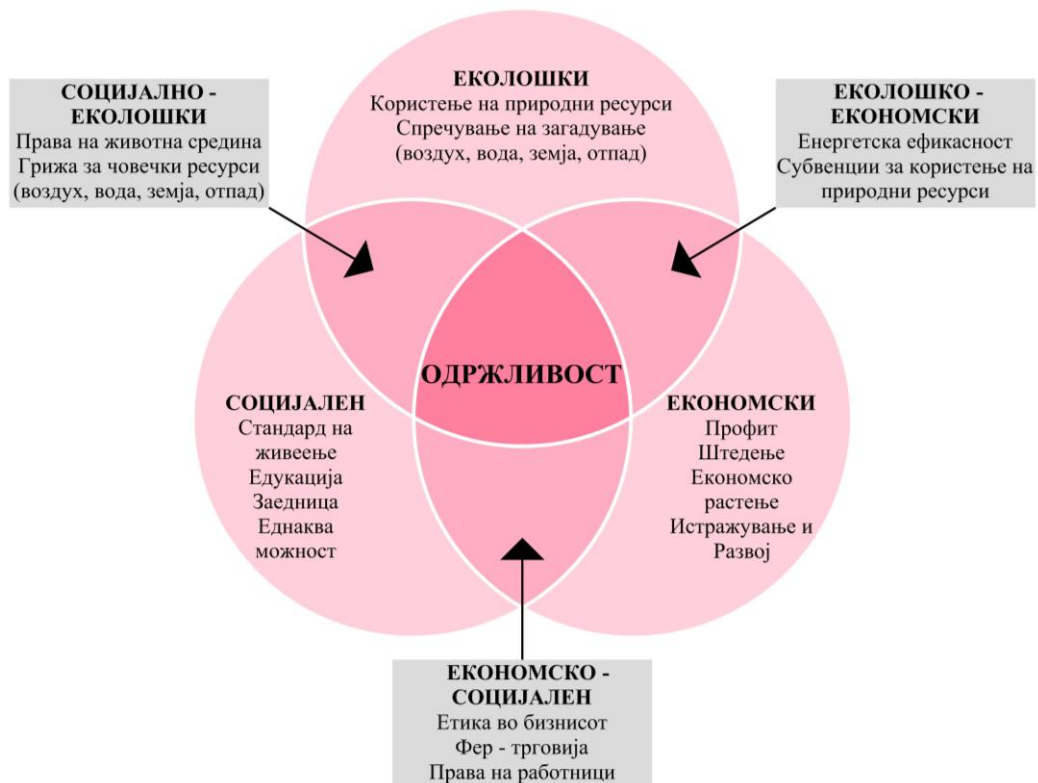
2.3.3. Аспекти на одржливост

Одржливоста има три основни аспекти (Слика 2.14): Еколошки, Социјален и Економски. Интеракцијата помеѓу нив, генерира три нови аспекти: Социјално-Економски, Еколошко-Економски и Економско-Социјален (Othman [78], p. 919).

Еколошкиот аспект се фокусира на ефикасно користење на природните ресурси, намалување на отпадот, загадувањето, отпадните води и емсии во околината. Исто така се стреми кон намалување на негативното влијание врз човековото здравје и го охрабрува користењето на обновливи сировини, како и елиминирање на токсични супстанции (Othman [78], p. 919).

Социјалниот аспект е против дискриминација на индивидуите, базирана на етничка припадност, пол, религија, возраст или социјален статус. Ова води до квалитетен стандард на живот и право на домување, социјална безбедност, работа, слобода на говор, поседување на сопствен имот и слично (Othman [78], p. 919).

Економскиот аспект се залага за развивање на економски одржливо општество, нудење на можности за вработување, зголемување на продуктивноста, додавање на вредности, креирање на нови пазари, намалување на трошоците преку подобрување на ефикасноста и намалување на енергијата (Othman [78], p. 919).

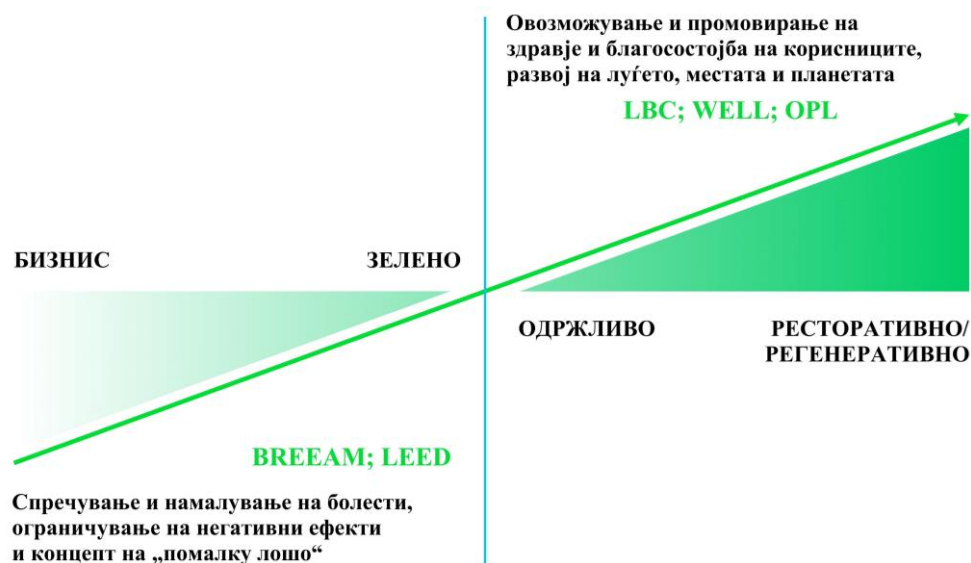


Слика 2.14: Аспекти на одржливост (Othman [78], p. 920).

2.3.4. Методи за евалуација на одржливи објекти

Постојат многу методи, програми и начини со помош на кои може да се ореди одржливоста на еден објект. Оваа тема е многу актуелна во последните неколку години, па многу истражувачи работат на неа. Преку анализа на повеќе стандарди, издвоени се неколку од нив, кои анализираат повеќе аспекти на одржливост, како на пример: “BREEAM”, “LEED”, “LBC”, “WELL”, “OPL”, “OH” и други (Слика 2.15). Принципот на евалуација на одржливите објекти, генерално е сличен кај сите стандарди. Најпрво е неопходно да се изврши анализа на објектот во сите негови фази, за сите аспекти, категории и подкатегории. Потребно е детално проучување на објектите со сите нивни компоненти. По извршената анализа, се даваат бодови во зависност од условите кои ги исполнува самиот објект, за секоја категорија и подкатегорија поединечно, а

потоа бодовите се собираат. Како резултат на тоа, се добива сертификат согласно секој стандард, кој може да биде на повеќе нивоа, во зависност од тоа колку аспекти на одржливоста се задоволени.



Слика 2.15: Развој на методи за евалуација на одржливост (Brown [18])

2.3.4.1. Метода “BREEAM”

“BREEAM” (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) е метода за оценка на влијанието на градежништвото врз животната средина и прва шема за одржливост за изградената средина. Оваа метода придонела за насочување на фокусот во Велика Британија кон одржливоста во проектирањето, изградбата и употребата на објектите. Во моментот “BREEAM” е меѓународен стандард кој е адаптиран, управуван и применуван преку меѓународни оператори, оценувачи и индустриски професионалци. Преку употреба на оваа метода, клиентите ги мерат и намалуваат влијанијата на нивните објекти врз животната средина и со тоа создаваат повисока вредност на својот објект. Целта на “BREEAM” е:

- да се ублажат влијанијата на животниот циклус на зградите врз животната средина;
- да се овозможи градењето да даде и еколошки придобивки;
- да се обезбеди веродостојна еколошка ознака за згради;
- да се стимулира побарувачката и да се создаде вредност за одржливи згради, градежни производи и синџири на снабдување.

Во овој стандард има референтни вредности кои му овозможуваат на клиентот и на сите други засегнати страни да ги споредат перформансите на новоизградената зграда со другите оценети згради според “BREEAM” (BREEAM UK [16]).

2.3.4.2. Метода “LEED”

“LEED” (Leadership in Energy and Environmental Design) е метода за евалуација, чија цел е да се зголемат можностите за интегрирано и економично усвојување на зелениот дизајн и градежните стратегии, нагласувајќи го здравјето на луѓето како фундаментален критериум за оценување на градежни проекти и оперативни стратегии со користење на иновативни пристапи и техники.

Препораките на овој стандард вклучуваат користење на интердисциплинарно проектирање и донесување одлуки, согледување на целите и стратегиите за заштита на здравјето на корисниците и посетителите во објектот, локалната заедница и глобалната животна средина.

Како и кај сите други стандарди, со овој стандард, се добива сертификат “LEED” за објектот кој може да биде на повеќе нивоа во зависност од карактеристиките кои се задоволени

во тој објект. Секој аспект има повеќе подаспекти кои се детално опишани во стандардот (LEED [63]).

2.3.4.3. Метода “LBC”

“LBC” (Living Building Challenge) е филозофија, сертификација и алатка за измена на проектите од помалку лоши во проекти кои се целосно регенеративни, односно обновливи.

Целта на овој стандард е едноставна: да се направи светот да функционира за доброто на човештвото, на најкраток можен начин преку спонтана соработка, без наштетување на околината или на било кого. “LBC” дефинира напреден систем на мерки за одржливост во градењето и акти кои треба да се превземат за брзо да се надмине јазот помеѓу постојните граници и позитивните решенија кон кои се стремиме.

“LBC” се состои од седум категории: место, вода, енергија, здравје и среќа, материјали, еднаквост и убавина (Табела 2.2). Овие категории се состојат од 20 подкатегории (императиви), а секоја од нив се фокусира на специфична сфера на влијание. Подкатегиите може да се применат на речиси секој проект за зграда од било каков размер и на која било локација, постоечки или нов (Living Building Challenge [68]).

Табела 2.2: Категории и подкатегории на стандардот “LBC” за нови и реновирани објекти, урбанизам и инфраструктура, според (Living Building Challenge [68], p. 21)

LIVING BUILDING CHALLENGE				
КАТЕГОРИИ	НОВИ ОБЈЕКТИ	РЕНОВИРАНИ ОБЈЕКТИ	УРБАНИЗАМ И ИНФРАСТРУКТУРА	ИМПЕРАТИВИ
МЕСТО				01. ГРАНИЦА НА РАСТЕЊЕ
	НА ПОВЕЌЕ НИВОА	/	НА ПОВЕЌЕ НИВОА	02. УРБАНА АГРИКУЛТУРА
			НА ПОВЕЌЕ НИВОА	03. РАЗМЕНА НА ЖИВЕАЛИШТА
		/	/	04. КОРИСТЕЊЕ НА ЕНЕРГИЈАТА НА ЧОВЕКОТ
ВОДА			НА ПОВЕЌЕ НИВОА	05. ПОТРШУВАЧКА НА ВОДА ЕДНАКВА НА НУЛА
ЕНЕРГИЈА			НА ПОВЕЌЕ НИВОА	06. ПОТРШУВАЧКА НА ЕНЕРГИЈА ЕДНАКВА НА НУЛА
ЗДРАВЈЕ И СРЕЌА			/	07. ЦИВИЛИЗИРАНА ОКОЛИНА
			/	08. ЗДРАВА ВНАТРЕШНА СРЕДИНА
				09. БИОФИЛИСКА ОКОЛИНА
МАТЕРИЈАЛИ				10. ЦРВЕНА ЛИСТА
			НА ПОВЕЌЕ НИВОА	11. ОГРАНИЧУВАЊЕ НА ОСЛОБОДУВАЊЕТО НА ЈАГЛЕРОД
				12. ОДГОВОРНА ИНДУСТРИЈА
				13. ЖИВА ЕКОНОМИЈА
ЕДНАКВОСТ		/		14. ОТПАД ЕДНАКОВ НА НУЛА
		/		15. ЧОВЕЧКИ РАЗМЕР + ЧОВЕЧКИ МЕСТА
			НА ПОВЕЌЕ НИВОА	16. УНИВЕРЗАЛЕН ПРИСТАП ДО ПРИРОДАТА
				17. ЕДНАКВА ИНВЕСТИЦИЈА
УБАВИНА				18. "JUST" ОРГАНИЗАЦИЈА
				19. УБАВИНА + ДУХ
				20. ИНСПИРАЦИЈА + ЕДУКАЦИЈА

/

ИСФРЛЕНИ ИМПЕРАТИВИ

РЕШЕНИЈА НА ПОВЕЌЕ РАЗЛИЧНИ НИВОА СЕ ДОЗВОЛЕНИ (ПОШИРОКО ОД ПРОЕКТОТ)

2.3.4.4. Метода “WELL”

“The Well Building Standard” е прв индустриски стандард за мерење и одредување на здравјето и благосостојбата на изградената средина. Принципите и начинот на работа се развиени врз база на осум-годишно медицинско истражување, во соработка со клучни медицински институции како “Cleveland” и “May Clinic”.











Оваа метода се фокусира на луѓето во зградата и е прв стандард од ваков вид, кој го фокусира вниманието исклучиво на здравјето и добросостојбата на корисниците на зградите. “The Well Building Standard” посочува 102 перформанси, стратегии на проектирање и процедури кои можат да бидат имплементирани од страна на сопствениците, проектантите, инженерите, изведувачите, корисниците и операторите на зградите. “WELL” се базира на темелен преглед на постоечките истражувања за ефектите на затворениот простор врз поединци. Со цел да се постигнат барањата на “WELL Building Standard”, просторот мора да биде подложен на процес кој вклучува проценка на лице место и тестирање на изведбата од страна на стручно лице. Стандардот за изградба “WELL” ја зајакнува изградената средина, со цел да се обезбеди поддршка на здравјето на луѓето, нивната благосостојбата и удобност. Ова се постигнува преку имплементирање на стратегии, програми и технологии дизајнирани да поттикнат поздрав и поактивен начин на живот и намалување на изложеноста на корисниците на штетни хемикалии и загадувачи.

Проектите може да добијат “WELL” сертификат на сребрено, златно и платинесто ниво, доколу соодветен број на барања се исполнети. За да се зачува “WELL” сертификатот, мора да се прави ресертификација на секои три години. Сертификацијата се врши преку бодување. Бодувањето се прави во неколку категории: воздух, вода, исхрана, светлина, фитнес, удобност и ум. За секоја категорија се даваат бодови посебно за предуслови и оптимизација, за тоа што може да се примени и тоа што е постигнато (“The WELL Building Standard” [105]).

2.3.4.5. Метода “OPL”

Стандардот “OPL” (One Planet Living) е поддржан од науката и практичното искуство преку проектите за одржливост. “OPL” се состои од десет лесни и разбирливи принципи и детални цели и насоки (Табела 2.3). Со нивна комбинација се обезбедува јасна, практична насока за создавање на план за одржливост за секоја организација.

Табела 2.3: Основни принципи и насоки на стандардот “OPL”

	Здравје и среќа	Охрабрување на активно, социјално и значајно живеење за промовирање на здравје и благосостојба
	Еднаквост и локална економија	Креирање на безбедни, еднакви места за живеење и работа со поддршка на локалниот напредок и меѓународна фер-трговија
	Култура и заедница	Негување на локалниот идентитет и наследство, поддршка на заедници и промовирање на култура на одржливо живеење
	Земја и природа	Заштита на земјата за доброто на луѓето и животните
	Одржлива вода	Користење на водата ефикасно, заштита на локалните извори на вода и намалување на поплави и суши
	Локална одржлива храна	Промовирање на одржливо одгледување на храна, здрава исхрана богата со локални сезонски продукти
	Патување и транспорт	Намалување на потребата за патување, поддршка на пешачење, возење велосипед и транспорт со ниска стапка на
	Материјали и продукти	Користење на материјали од одржливи извори и промовирање продукти кои им помагаат на луѓето да ја намалат
	Нула отпад	Намалување на потрошувачката, повторна употреба и рециклирање за да се постигне нула отпад и нула загадување
	Нула јаглерод	Создавање на објекти кои се енергетски ефикасни, добивање на енергија од обновливи извори

2.3.4.6. Метода “ОН”

Оваа метода “ОН” (Open House) е исто така еден од повеќето документи кои уредуваат стандарди за проектирање, изведба и употреба на одржливи објекти. Рамката за евалуација ја дефинира хиерархиската структура на методологијата за проценка. Составена е од 6 главни категории:

1. Квалитет на животна средина
2. Социјален/Функционален квалитет
3. Економски квалитет
4. Технички карактеристики
5. Квалитет на процесот
6. Локација

Секоја категорија е составена од неколку индикатори кои ги проценуваат различните клучни прашања за одржливоста на проектот. Секој индикатор се состои од еден или повеќе показатели кои го оценуваат прецизното прашање опфатено со темата на индикаторот. Секој индикатор е опишан со истите делови: цел, методологија на проценка, пресметка и оценка, упатства за документација, врска со други индикатори, ресурси и прилози, во кои детално се дава објаснување за секој дел соодветно (“Open House Assessment Guideline” [77]).

2.3.5. Биофилиски дизајн (“Biophilic design”)

Биофилискиот дизајн го намалува стресот, ја зголемува креативноста, ја подобрува благосостојбата и го забрзува лекувањето. Теоретичарите, истражувачите и проектантите работат со децении со цел да ги дефинираат аспектите на природата што најмногу влијаат врз нашето задоволство од изградената средина. Овој начин на проектирање ги посочува односите меѓу природата, човечката биологија и проектирањето на изградената средина, за да можеме да имаме што повеќе придобивки во нашите животи. Биофилискиот дизајн навлегува во архитектурата и планирањето и ги поврзува човекот и природата на најосновно ниво. На тој начин се даваат алатки и стратегии за разбирање на проектот, можности и научни методи, стратегии и размислувања, па така може да се подобри здравјето и благосостојбата како на поединци, така и на целото општество.

Биофилија е вродена биолошка поврзаност на човекот со природата. Тоа помага да се објасни зошто пукањето на огнот и кршењето на брановите нè плени, зеленилото ја подобрува нашата креативност, сенките и висините всадуваат фасцинација и страв, а шетањето низ парк го подобрува нашето расположение. Со децении, истражувачите, научниците и проектантите работат на дефинирање на аспектите на природата кои најмногу влијаат на нашето задоволство од изградена средина.

Новите истражувања даваат мерливи, позитивни влијанија на биофилискиот дизајн врз здравјето на луѓето и зајакнување на емпириските докази за поврзување на човекот со природата.

Биофилискиот дизајн може да го користат проектантите на ентериер, архитекти, пејзажни архитекти, урбанисти, здравствени работници, работодавачи и програмери, како и секој што сака подобро да ги разбере обрасците на биофилијата (Browning [17]).

2.3.5.1. Поврзаност на биофилискиот дизајн со здравјето на луѓето

Голем дел од доказите за биофилија може да се поврзат со истражување во една или повеќе од три сеопфатни системи на умот и телото - когнитивни, психолошки и физиолошки, кои биле испитувани и потврдени на различен степен, во лабораторија или во реални услови, за да се објасни како здравјето и благосостојбата на луѓето се погодени од нивното опкружување. Во Табела 2.4 се дадени односите меѓу биофилискиот дизајн и влијанието врз телото и умот на луѓето.

Табела 2.4: Илустрација на ефектите од 14-те обрасци за намалување на стресот, когнитивните перформанси, емоции и расположение, како и подобрување на човечкото тело (Browning [17], p. 12)

14 обрасци на биофилен дизајн	*	Намалување на стрес	Когнитивен перформанс	Емоција и расположение
Природата во вселената	**	Намален крвен притисок и пулс (Brown, Barton & Gladwell, 2013; van den Berg, Hartig, & Staats, 2007; Tsunetsugu & Miyazaki, 2005)	Подобра ментална активност / внимание (Biederman & Vessel, 2006)	Позитивен став и среќа (Barton & Pretty, 2010)
	**	Намалување на систолен крвен притисок и на хормонот за стрес (Park, Tsunetsugu, Kasetani et al., 2009; Hartig, Evans, Jamner et al., 2003; Orsega-Smith, Mowen, Payne et al., 2004; Ulrich, Simons, Losito et al., 1991)	Позитивно влијание на когнитивната изведба (Mehta, Zhu & Cheema, 2012; Ljungberg, Neely, & Lundström, 2004)	Напредок во менталното здравје и смиреност (Li, Kobayashi, Inagaki et al., 2012; Jahncke, et al., 2011; Tsunetsugu, Park, & Miyazaki, 2010; Kim, Ren, & Fielding, 2007; Stigsdotter & Grahn, 2003)
	**	Позитивно влијание на пулсот, систолниот крвен притисок и на активоста на нервниот систем (Li, 2009; Park et al, 2008; Kahn et al., 2008; Beauchamp, et al., 2003; Ulrich et al., 1991)	Набљудување и мерење на внимание, мерки за внимание и истражување (Windhager et al., 2011)	
	**	Позитивно влијание на удобноста, благосостојбата и продуктивноста (Heerwagen, 2006; Tham & Willem, 2005; Wigö, 2005)	Позитивно влијание на концентрацијата (Hartig et al., 2003; Hartig et al., 1991; R. Kaplan & Kaplan, 1989)	Подобrena перцепција на повремено и постојано задоволство (Parkinson, de Dear & Candido, 2012; Zhang, Arens, Huiuzenga & Han, 2010; Arens, Zhang & Huiuzenga, 2006; Zhang, 2003; de Dear & Brager, 2002.
	**	Намалување на стрес, засилување на чувство на смиреност, низок крвен притисок (Alvarsson, Wiens, & Nilsson, 2010; Pheasant, Fisher, Watts et al., 2010; Biederman & Vessel, 2006)	Подобра концентрација и меморија (Alvarsson et al., 2010; Biederman & Vessel, 2006) Enhanced perception and psychological responsiveness (Alvarsson et al., 2010; Hunter et al., 2010)	Позитивни емотивни реакции (Windhager, 2011; Barton & Pretty, 2010; White, Smith, Humphries et al., 2010; Karmanov & Hamel, 2008; Biederman & Vessel, 2006; Heerwagen & Orians, 1993; Ruso & Atzwanger, 2003; Ulrich, 1983)
	**	Позитивно влијание врз циркулаторниот систем (Figueiro, Brons, Plitnick et al., 2011; Beckett & Roden, 2009) Increased visual comfort (Elyezadi, 2012; Kim & Kim, 2007)		
				Подобра перцепција на животната средина (Kellert et al., 2008)
Природни аналогни шеми	*			Набљудување на предноста за гледање (Vessel, 2012; Joye, 2007)
			Зголемен дијастолитичен крвен притисок (Tsunetsugu, Miyazaki & Sato, 2007) Подобрување на креативноста (Lichtenfeld et al., 2012)	Подобrena удобност (Tsunetsugu, Miyazaki & Sato 2007)
	**	Позитивно влијание на перцептивните и психолошките одговори на стрес (Salinas, 2012; Joye, 2007; Taylor, 2006; S. Kaplan, 1988)		Набљудување на предноста за гледање (Salinas, 2012; Hägerhäll, Laike, Taylor et al., 2008; Hägerhäll, Purcella, & Taylor, 2004; Taylor, 2006)
Природата од вселената	**	Намалување на стрес (Grahn & Stigsdotter, 2010)	Редукација на здодевност, иритација, замор (Clearwater & Coss, 1991)	Подобра удобност и безбедност (Herzog & Bryce, 2007; Wang & Taylor, 2006; Petherick, 2000)
	**		Подобrena концентрација, внимание и перцепција за безбедност (Grahn & Stigsdotter, 2010; Wang & Taylor, 2006; Wang & Taylor, 2006; Petherick, 2000; Ulrich et al., 1993)	
	**			Големо задоволство (Biederman, 2011; Salimpoor, Benovoy, Larcher et al., 2011; Ikemi, 2005; Blood & Zatorre, 2001)
	*			Резултат на силен допамин и задоволство (Kohno et al., 2013; Wang & Tsien, 2011; Zald et al., 2008)

Во Табела 2.4, обрасците кои се поддржани со поригорозни емпириски податоци се обележани со најмногу ѕвездички (***), што укажува дека количината и квалитетот на достапните рецензирани докази се големи и потенцијалот на влијание е одличен, додека полињата без ниту една ѕвездичка се поддржани со минимални истражувања за биолошката врска помеѓу здравјето и проектот (Browing [17], p. 12).

2.3.5.2. Обрасци на биофилиски дизајн

Поставени се 14 обрасци на биофилиски дизајн:

1. Визуелна врска со природата
2. Не-визуелна врска со природата
3. Неритмички сензорни стимули
4. Варијабилност на топлински и воздушни струења
5. Присуство на вода
6. Динамичка и дифузна светлина
7. Поврзување со природните системи
8. Биоморфни форми и шеми
9. Материјална врска со природата
10. Комплексност и ред
11. Проспект
12. Засолниште
13. Мистерија
14. Ризик / Опасност, (Browing [17]).

2.3.5.3. Примена на биофилиски дизајн

Обрасците на биофилискиот дизајн се доживуваат преку различни човечки сетила, вклучувајќи вид, звук, допир, мирис, вкус и движење. Визуелната слика е доминантен начин за гледање и реагирање на природниот свет. Кога гледаме растенија, животни, вода, пејзажи и други природни карактеристики, различни физички, емоционални и когнитивни одговори се активираат. Луѓето исто така реагираат на индиректен визуелен контакт со природата, особено пред впечатливи слики, природни материјали, органски форми и облици и слично.

Спротивно на тоа, кога немаме визуелен контакт со природниот свет, често се доживува здодевност, замор и во екстремни случаи физички и психолошки абнормалности. Мултисензорни средби со природата во изградената средина може во голема мера да придонесат за утеха, задоволство, уживање и подобрени когнитивни перформанси (Browing [17]).

2.3.6. Ресторативен еколошки дизајн (“Restorative Environmental Design”)

Луѓето трошат 80-90% од своето време во затворен простор, со што се отежнува влијанието на околината врз нивното здравје. Ресторативниот еколошки дизајн (“Restorative Environmental Design” – RED) претставува проектирање на објекти преку комбинација на одржливи практики на градба и градежни практики за подобрување на здравјето на корисниците. Во таа насока, овој начин на проектирање е близок до биофилискиот дизајн, бидејќи промовира подобрување на врската помеѓу човекот и природата. Со ресторативниот еколошки дизајн, проектантите имаат одговорност кон природата и околината, но и одговорност кон корисниците. Овој дизајн е чист, релаксирачки, хармоничен и интересен начин на проектирање.

Ресторативниот еколошки дизајн ги задоволува сите сетила, бидејќи нашата околина ја чувствуваме со целото тело: со гледање, слушање, мирисање и допирање, а малите деца често ја чувствуваат и со дегустација. Сепак, видот, мирисот и допирот се клучните сетила, кога е во прашање чувствувањето на природата. На некој начин, овој начин на проектирање може да се поврзе и со комфорот на живеење, бидејќи преку стимулација на сетилата се остваруваат

аспектите на комфорот: топлинска удобност, дневно осветлување, природна вентилација, акустична удобност, безбедност и превенција на ризик, функционалност и естетика.

Овој дизајн има неколку главни карактеристики:

- Концепт да се биде далеку, а сепак внатре во зградата, преку поставување на внарешни градини и елементи со вода, обезбедување визури кон природата или проектирање на било каков простор, различен од типично работно место;
- Едноставна воодушевеност без напор, преку користење на природни модели и форми што овозможуваат умот да работи и да се фокусира без напрегање;
- Чувство на продолженост, што може да се постигне преку креирање на отворени простори, плафони со различна висина, погледи кон природата и слично;
- Компатибилност, бидејќи луѓето имаат природен афинитет кон природата, (Kellert [52]).

Еден од начините како да се примени овој начин на проектирање е преку имплементирање на биофилискиот дизајн за корисниците и методите за зелени објекти за зградите.

Ресторативниот еколошки дизајн се постигнува преку здраво природно и вештачко осветлување, чиста и јасна околина, трансформирање на просторот, користење на природни материјали, а особено дрвото како градежен материјал, квалитетен внатрешен воздух, поврзување со природата и слично, (Nousiainen [76]).

2.4. Комфор на живеење

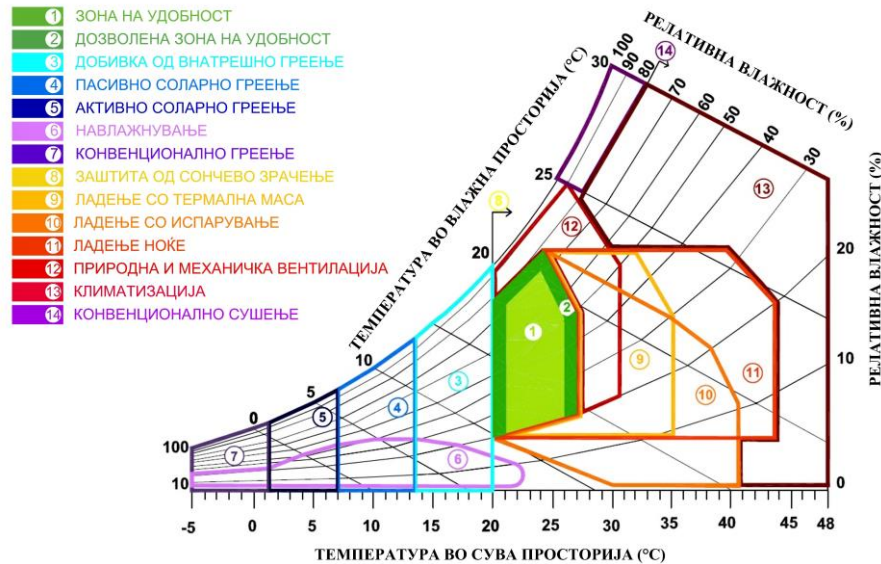
Човековото здравје и удобност се сметаат за едни од најважните параметри при рангирањето на квалитетот на внатрешните простории во објектите. Земјите во развој се ограничени со екстремни услови на животната средина, застарени градежни техники и ограничени финансиски ресурси, па затоа се борат да прифатат скапи технологии со цел да се постигнат подобри услови во внатрешноста на зградите (Manzano – Agugliari [69], p. 737). Од овие причини, една од најважните задачи за архитектите и инженерите при проектирање на објектите е обезбедување удобност и благосостојба на корисниците. Новите одржливи проекти ја инкорпорираат удобноста на живеење како клучен фактор заедно со економските и еколошките аспекти. Според тоа, проценката на напредокот кон одржливоста бара сметководствени алатки кои го споредуваат напредокот во однос на социо-економските и еколошките императиви (Gibberd [36]).

Суштинска улога на архитектурата е да им обезбеди безбедност, здравје, удобност, задоволство и продуктивност на корисниците. Многу проектантани се преокупираани со стилот и формата на објектот, без да обрнат внимание на квалитетот на животната средина и удобноста на човекот во и околу изградената средина.

Поимот „комфор на живеење“ во архитектурата опишува состојба на физичка леснотија, слобода, пријатен животен стил, ослободување од стрес и благосостојба на корисниците на зградата.

Зона на удобност, означена како зона 1 на Сликата 2.16, покажува идеални услови за човечкото тело. Статистички гледано, оваа зона е удобна за 70% од населението. Тоа претставува зона во која човечкото тело не бара енергетски трошоци, за да му биде удобно. Оваа зона е врзана со вредности на температурата помеѓу 21 и 26°C и релативната влажност помеѓу 20% и 70%. Во оваа зона не треба да се имплементираат никакви стратегии.

Втората зона на удобност е зона во која може да се создадат услови за комфорен начин на живот со прифатлив минимален трошок. Оваа зона е погодна за 80% од населението. Условите за температура и влажност се исто така прифатливи за одредени луѓе во зависност од полот, внатрешниот метаболизам, староста и физичката активност. Како што е прикажано на Сликата 2.16, оваа област е означена како зона 2 и е врзана со вредности на температура помеѓу 20 и 27°C и релативна влажност од 20% до 80% (Manzano-Agugliari [69], p. 737).



Слика 2.16: Приказ на зоните на кофмор (Manzano-Agugliari [69], p. 737)

Во пасивните куќи комфорот се постигнува без користење на конвенционални системи за греење и ладење. Основата на проектот за пасивна куќа има за цел да ги искористи пасивните технологии што е можно повеќе, со цел да се намали потребата за енергија обезбедена од фосилни горива. Технологиите и системите за пасивно проектирање вклучуваат беспрекорна изолација на обвивката, непропустливост на воздух, трослојно застаклување, конструкција без топлински мостови и пасивен соларен дизајн, кој е надополнет со соодветна јужна ориентација и добро испроектирано и обмислено засенчување. Од друга страна, активните системи кај пасивни куќи вклучуваат вентилација за обновување на воздухот, топлински пумпи со извор на енергија, ниско-енергетски светилки и многу повеќе. Користењето на природни материјали има позитивно влијание врз удобната атмосфера во која живеат корисниците. Процентот на застаклување и неговата ориентација имаат големо влијание врз удобната внатрешна средина, а притоа ја минимизираат потрошувачката на енергија (Leskovar [66], p. 94).

Проектирањето на модерните објекти е ориентирано кон ниска потрошувачка на енергија и обезбедување на комфор за корисниците. Заради тоа, инвеститорите и архитектите имаат за цел максимално да го зголемат користењето на природните сончеви зрачења, земајќи ја предвид ориентацијата на една зграда и нејзините транспарентни елементи. Со соодветен технолошки развој и соодветна употреба, стаклото во денешно време станува клучен градежен материјал кој може да го подобри животниот комфор во внатрешноста на зградата. Вградувањето на големи и правилно ориентирани стаклени фасадни површини претставува голем потенцијал за постигнување на еколошки и енергетски ефикасни згради. Соодветното позиционирање на стаклените површини овозможува подобри енергетски карактеристики на зградата, каде што добивките од сончевото зрачење добиени преку застаклувањето може да бидат очигледно повисоки од загубите остварени преку пренос на топлината низ истото застаклување. Споредбата на загубите на пренос преку обвивката на зградата и можните придобивки од сончевото зрачење преку застаклувањето е од големо значење за дефинирање на оптималната големина на застаклените површини, како и при соодветниот избор на типот на застаклување. Притоа, треба да се обрне дополнително внимание на уредите за заштита од сончевото зрачење.

Со други зборови, стаклото позитивно влијае на удобноста на живеење, бидејќи обезбедува продор на природна дневна светлина во внатрешноста на објектите, како и поврзување со надворешната околина, со што се создава здрава и продуктивна животна средина за корисниците. Од друга страна, застаклените површини, исто така, може да имаат негативен ефект, како на пример чувство на студ во зима, прегревање во лето, ефект на блесок и многу повеќе.

2.4.1. Аспекти на комфор

Животниот комфор се состои од неколку аспекти (Akadiri [1]; Manzano – Agugliari [69]; Andrade [2]; Markelj [70]; Browing [17]):

- **Топлинска удобност** која вклучува параметри како што се температура, влажност, сончево зрачење, проток на воздух и слично; и гарантира дека внатрешниот простор во една зграда обезбедува услови кои им овозможуваат на корисниците да опстојат во претерано ниски или високи надворешни температури;

- **Дневно осветлување** кое се состои од регулирање на квалитетот на светлината и подобрување на продуктивноста на корисниците, обезбедување светлина на рамномерни нивоа, избегнување отсјај и рефлексии и контролирање на вештачко светло со цел да се постигне енергетска ефикасност.

- **Природна вентилација** (процес на замена на воздухот во кој било простор за да се обезбеди воздух со висок квалитет во затворени простории без употреба на механички средства), каде што климатските услови, ориентацијата и големината на застаклените површини се клучни фактори.

- **Акустична удобност** се постигнува со контролирање на изворите на бучава од механичка и електрична опрема и од надворешни извори кои се наоѓаат блиску до зградата со соодветен избор на прозорци, сидна изолација, обликување на сидови и користење на соодветни материјали.

- **Безбедност и превенција на ризик** што се постигнува со елиминација и / или намалување на стапките на несреќи во секоја фаза: градба, користење и рециклирање.

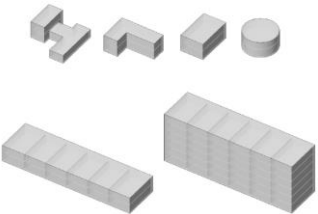
- **Функционалност** која овозможува непречено функционирање на сите активности кои се предвидени во објектот.

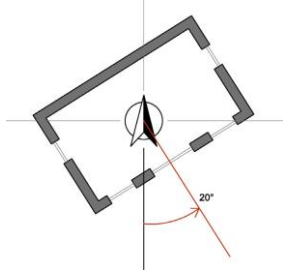
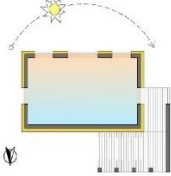
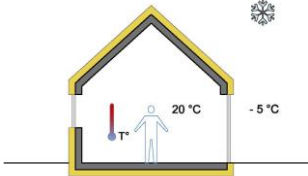
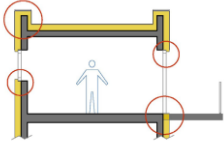
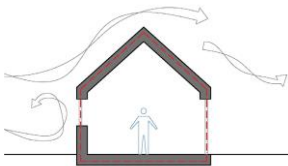
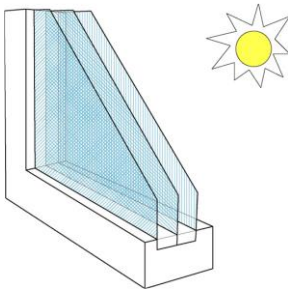
- **Естетика**, која е задолжително да се има предвид, со цел да се зачува архитектонското богатство кое се вклопува во изградената средина (Praznik [82], p. 425).

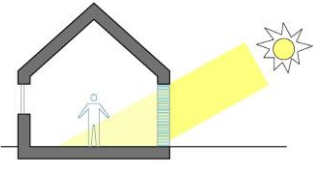
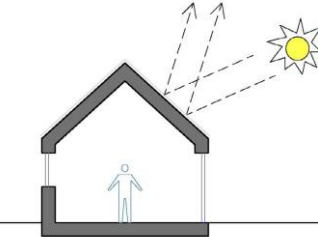
2.4.2. Архитектонски и технолошки концепти за постигнување комфор

Генерално, постојат повеќе концепти кои се применуваат при проектирање на објектите со цел да се обезбеди удобност на корисниците кои ќе ги употребуваат истите. Дел од нив се: компактно проектирање, ориентација на објектот, термално зонирање, високо-квалитетна топлинска обвивка, спречување на топлински мостови, непропустливост на обвивка, енергетски ефикасни прозорци и застаклување, транспарентна топлинска изолација (ТТИ), зачувување на топлина, тампон зони, рефлексивност на сончево зрачење и ладење и слично, дадени во Табела 2.5 (Markelj [70], p. 70-73). Овие концепти се директно поврзани или пак имаат влијание врз апликацијата на стаклените фасади во објектите.

Табела 2.5: Предности и недостатоци на концептот за постигнување комфор на живеење кои се поврзани со застаклувањето според (Markelj [70], p. 70-73)

Концепт	Предности	Недостатоци
<p>Компактен дизајн</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Покомпактна форма значи помалку градежни материјали, помали инвестициони трошоци и помала загаденост. • Објект со соодветен помал фактор на формата троши помалку енергија за греење, ладење, вентилација и осветлување. • Компактноста на формата овозможува поголема густина на населеност. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ако формата е компактна, не нуди големи можности за кративен израз на архитектот. • Ако формата е компактна, тогаш условите за живеење се полоши: природно осветлување, природна вентилација и слично.

<p>Ориентација на објект</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Експлоатација на сончевото зрачење за користење на топлината за греење на објектот или генерирање на електрична енергија користејќи фотоволтаични панели. • Овозможување на соодветно засенчување на транспарентните делови од обвивката со цел да се спречи прегревање. • Креирање простории со висок квалитет и природна дневна светлина. 	<ul style="list-style-type: none"> • Оптимална ориентација за целосно користење на сончевото зрачење не е секогаш можна (локациски услови, законска регулатива, соседни објекти, бука, визуелни пречки и слично). • Понекогаш се јавуваат други локациски квалитети кон кои објектот се ориентира (погледи, пристапи, надворешни простори).
<p>Термално зонирање</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Намалување на побарувачката за енергија и одржување на пријатна внатрешна клима. • Незаштитените простори го олеснуваат протокот на топлина помеѓу надворешноста и внатрешноста. 	<ul style="list-style-type: none"> • Оптималниот пренос на топлина меѓу просториите не е секогаш можен, поради ограничувањата што произлегуваат од ориентацијата на објектот.
<p>Високо-квалитетна топлинска обвивка</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Намалување на потрошувачката за греење во лето и ладење во зима. • Подобрување на удобноста. • Со зголемување на дебелината на ѕидовите, прозорците може природно да се засенчуваат (доколку се постават на внатрешната страна од ѕидот). 	<ul style="list-style-type: none"> • Повисоки инвестициски цени поради поголемата дебелина, топлинска изолација и повеќе слоеви во обвивката. • Поголемата дебелина на обвивката го намалува внатрешниот простор, но и влезот на дневна светлина.
<p>Спречување топлински мостови</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Намалување на потрошувачката за греење. • Намален ризик за кондензација, пареа и влага во материјалите, што може да доведе до оштетување. • Создавање поголема удобност и подобрување на човековото здравје. 	<ul style="list-style-type: none"> • Повисоки инвестициски цени и покомплицирана градба (дополнителна топлинска обвивка, одделување на конструктивните елементи, специјални елементи за прекинување на топлинските мостови).
<p>Непропустливост на обвивката</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Намалување на неконтролираното течење на воздухот, со што се намалуваат трошоците за греење и ладење. • Заштита од влага. • Повисок квалитет на внатрешниот комфор. 	<ul style="list-style-type: none"> • Покомплицирана градба. • Соодветна непропустливост тешко се постигнува кај некои конструкции (на пример ѕидови од бали од слама или глина). • Во случај на недоволна вентилација, постои ризик од влошување на квалитетот на воздухот.
<p>Енергетски-ефикасно застаклување</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Квалитетното застаклување ги редуцира загубите на топлина низ транспарентните делови од обвивката. • Добивање сончева енергија. • Природно осветлување на внатрешноста и намалување на трошоците за осветлување. 	<ul style="list-style-type: none"> • Тројното застаклување има поголема тежина. • Квалитетното застаклување е поскапо (повеќе слоеви на стакло, нискоемисиони премази, исполна со благородни гасови, поквалитетни дистанцери, потенки профили и слично). • Кај големи застаклени површини, постои опасност од прегревање во лето, па неопходни се уреди за засенчување кои ја зголемуваат цената.

<p>Транспарентна топлинска изолација ТТИ</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Топлинска заштита на обвивката на зградата со истовремена употреба на сончевата енергија. • Природно осветлување. • Одредени ТТИ овозможуваат навлегување на сончеви зраци кои паѓаат под мал агол, додека оние кои паѓаат под поголем агол ги одбиваат. 	<ul style="list-style-type: none"> • Соодветна заштита од сонце е неопходна во лето. • Поголеми трошоци • ТТИ има полоши карактеристики во споредба со современите застаклувања. • Современите стакла имаат подобра топлинска заштита од ТТИ.
<p>Зачувување на топлина</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Намалување на трошоците за греење и ладење. • Овозможување на соодветна удобност без активно греење, ладење и вентилација. 	<ul style="list-style-type: none"> • Објект со зголемен капацитет за акумулација на топлина се загрева или лади подолго време. • За објекти кои не се користат редовно (пример викенд куќи), а кои треба брзо да се загреат, акумулацијата на топлина претставува пречка.
<p>Тампон зони</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Добивање дополнителен корисен простор во објект, кој има специфични квалитети: добро природно осветлување, природна вентилација, можност за користење на зеленило и слично. • Влијание врз потрошувачката на енергија со намалување на греењето и ладењето на просториите во зградата. 	<ul style="list-style-type: none"> • Неопходно е да се обезбеди сончева заштита во лето и дисипација на топлина со вентилација за спречување на прегревање.
<p>Рефлексија на сончево зрачење и ладење</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Редукција на сончево зрачење и намалување на прегревање во лето. • Продолжување на животниот век на кровот со намалување на неговата температура. • Намалување на потрошувачката за ладење. 	<ul style="list-style-type: none"> • Повисоки инвестициски цени како резултат на специјални премази и материјали. • Одржувањето на рефлексијата на сончевото зрачење е поврзано со соодветното одржување. Со текот на времето, покривните површини акумулираат нечистотија и честички од атмосферата. • Облачноста, влажноста на воздухот и загадувањето го намалуваат ефектот на ладењето.

2.5. Преглед на достигнувањата во научната дисциплина поврзани со предметот на истражување

Постојат бројни објавени книги, студии и научни трудови во кои се анализира влијанието на застаклените површини врз внатрешните услови, одржливоста, енергетската ефикасност, удобноста на живеење и естетиката на објектите во кои истите се вградуваат. За потребите на ова истражување беше анализирана следната литература:

- За основните принципи и аспекти на одржливост, начини и методи на евалуација и примена во објектите, како и примена на биофилиски и ресторативен дизајн: (BREEAM [16]; Browning [17]; Brown [18]; Browning [19]; Heerwagen [43]; Hubers [46]; Kellert [52]; Landman [61]; LEED [63]; Living Building Challenge [68]; McLennan [72]; Motik [75]; Open House Assessment Guideline [77]; Othman [78]; Sturgeon [101]; Szokolay [102]; The WELL Building Standard [105]; Zavargo [114]).
- За енергетска ефикасност, енергетски-ефикасно проектирање, класификација, климатско влијание, основни проектантски параметри и стратегии за пасивен дизајн: (Ewing [32];

Hotchkiss [45]; Klarić [53]; Kolodiy [54]; Leskovar, Premrov [67]; Ritter [87]; Čenejac [116]; Министерство за економија [122]; Самарциоска [123]).

- За удобноста на живеење и користење на објектите, како и принципите за постигнување на комфор: (Manzano – Agugliari [69]; Akadiri [1]; Andrade [2]; Markelj [70]; Ber [9]; Leskovar [66]; Jordan [49]).
- За стаклото како градежен материјал, својства и карактеристики, начин на производство, примена кај стаклените фасади, нивни карактеристики и носачи кај стаклените фасади: (Antolinc [6]; Australian standard [7]; Behling [11]; Belis [12]; Bell [13]; Bos [15]; Campagno [21]; Collins [22]; Crisinel [24]; Feldman [35]; Hajdinjak [40]; Krampen [55]; Le verre portrait EuroGlas [64]; Patterson [79]; Scheerbarth [90]; Schneider [92]; Schneider [93]; White [109]; Wigginton [110]; Wurm [112]; Филиповски [132]).

Што се однесува до проектирање и димензионирање на застаклените делови од фасадната површина, односно стаклените фасади, не постои утврдена законска регулатива во европските земји. Дадени се насоки, препораки и сугестии, кои произлегуваат од неколку меѓународни истражувачки проекти, меѓу кои и “Guidance for European Structural Design of Glass Components, Support to the implementation, harmonization and further development of the Eurocodes” (Feldman [35]), како и препораки кои произлегуваат од проучувањето на енергетската ефикасност, одржливоста и комфорот на живеење. Во нашата земја, единствениот услов кој треба да се почитува согласно законската регулатива се однесува на коефициент на топлинска спроводливост на стаклените фасади (Службен весник на Р. Македонија [130]). Стандардите за пропустливост на воздух, вода и отпорност на товари од ветер, во Македонија (МКС EN 12153: 2011 [119]; МКС EN 12155: 2011 [120]; МКС EN 12179: 2011 [121]) се усвоени од европските стандарди, но не се дефинирани во ниту една законска регулатива. Испитувања согласно овие стандарди може да се вршат во Лабораторијата за тестирање на мебел и ентериер во Скопје, по барање на било кој учесник во изведбата, со цел да се провери квалитетот на стаклените фасади кои се вградуваат.

Понатаму, постојат бројни студии во кои се разгледува влијанието на застаклувањето врз внатрешните услови, енергетските карактеристики и одржливоста на објектите.

Влијанието на стаклените фасади врз одржливоста е разработена во повеќе научни трудови, меѓу кои може да се издвојат следните: (Kyoung-Hee [59]; Lee [62]; Ali [3]; Atkins [4]).

Поврзаноста на застаклувањето со енергетската ефикасност на објектите може да се проучи низ следните издвоени научни студии: (Gratia [37]; Persson [81]; Sozer [96]).

Истражувања поврзани со стаклото како конструктивен материјал се направени во поголемите европски земји, кои преку акцијата COST TU0905 “Structural Glass”, своите достигнувања во оваа област ги поставиле на едно место. Токму заради тоа, оваа акција е од огромно значење. Покрај Акцијата COST TU0905 “Structural Glass”, во која главна тема е стаклото како конструктивен материјал, постојат и други Акции и Проекти во кои се разгледува одржливоста, како и влијанието на стаклото, стаклените фасади и другите видови на фасадни обвивки врз одржливоста на објектите, меѓу кои: C12 COST Action on “Improving buildings’ structural quality by new technologies”; C13 COST Action on “Glass and interactive building envelopes”; C16 COST Action “Improving the quality of existing urban building envelopes”; C25 COST Action “Sustainability of Constructions: Integrated Approach to Life-time Structural Engineering; COST Action 16114 “RESTORE (REthinking Sustainability TOwards a Regenerative Economy)”, “Sustainable Development” [http://ec.europa.eu/environment/sustainable-development/index_en.htm]; “Our Future is Glass – the sustainable packaging choice for the 21st century lifestyle” [<https://feve.org/>]; “Glass Plus - Glass Plus Project - Sustainable ceramic tiles from cathode ray tube (glass plus)” [<https://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/projects/en/projects/glass-plus/>]; “Sustainable Project” [<http://www.sustainableproject.eu/>] и други. Одржливоста е актуелна тема во последниве години, а повеќето истражувања направени

од страна на експерти од различни области за одржливоста и одржливите фасадни обвивки се поставени во овие Акции или Проекти.

Во 2001 година направена е студија за побарувачката за греење и ладење со цел да се одреди оптималниот начин на проектирање на канцелариски прозорци во Шведска (Bülow-Hübe [20]), каде обликот и големината на застаклувањето имаат големо влијание врз топлинската удобност на објектот. Покрај тоа, испитуван е канцелариски модул со два типа на преклопно застаклување и уред за заштита од сонце во три различни климатски региони: Стокхолм, Брисел и Рим. Студијата покажува дека застаклувањето со поголема површина ја зголемува побарувачката за ладење, но доколку се користат типови на застаклување со помал коефициент на топлинска спроводливост, разликата во побарувачката за ладење помеѓу различните области со различни климатски услови се намалува (Persson [81]).

Влијанието на застаклените делови врз енергетскиот баланс на станбени згради во Аман е испитувано со користење на самостојно развиен симулациски софтвер (“SDS”) базиран на табелите “ASHRAE” за пресметка на добиената топлинска енергија од сонцето и потребата од механичко ладење за латитуда од 32°, каде што се наоѓа градот Аман (Hassouneh [39]).

Анализата направена од (Magino [71]) го потврдува фактот дека постои оптимална големина на површината на застаклувањето, што овозможува минимална вкупна потрошувачка на енергија и подобрување на удобноста за корисниците. Студијата е изведена на административна зграда, чија структура и конфигурација претставуваат типичен референтен случај на италијански објект со канцелариска намена. Сепак, авторите предложуваат понатамошно истражување за други фактори, а не само влијанието на големината на површината на застаклувањето. Ова вклучува истражување на карактеристики и тип на застаклување, форма и ориентација, користење на уреди за заштита од сончево зрачење и така натака.

Резултатите од аналитичката студија за функционирање на застаклувањето на две различни, но сепак интерактивни нивоа (на ниво на објект како целина и на ниво на застаклување како елемент) се презентирани во студија направена во Словенија (Jordan [49]). Исто така, направено е истражување за оптималната пропорција и соодветната ориентација на застаклувањето во Атина и Севила, што сугерира дека најдобро решение за такви климатски региони е она во кое се избегнува прегревањето на стаклените површини (Premrov [84]). Експериментална студија за внатрешните услови во објект со целосна стаклена фасада и со различни типови на уреди за засенчување под различни климатски услови беше презентирана од (Bessoudo [10]).

Во студијата изработена од (Tzempelikos [106]) испитано е влијанието на различните надворешни климатски услови, карактеристиките на застаклување и засенчување врз внатрешната топлинска удобност, како и побарувачката за греење во такви простори при преносливо сончево зрачење. Стаклените фасади со низок коефициент на топлинска спроводливост создаваат поудобни и стабилни услови, но сепак, постои врска помеѓу пониската трансмисија на застаклувањето и зголемената побарувачка за потребното основно затоплување, како и за енергијата за осветлување. Резултатите покажуваат дека стаклените фасади со високи перформанси (квалитетно застаклување и засенчување) можат да ги одржуваат удобните услови во внатрешноста на објектот и дури да ја елиминираат потребата од секундарно греење во ладни клими.

И покрај бројните презентирани различни студии, сè уште постои недостаток на студии кои конкретно го испитуваат сеопфатното разбирање за влијанието на стаклената фасада врз удобноста на живеење, особено во Македонија. Слична студија беше направена од (Kuzman [58]) со користење на прашалник за одредување на архитектонските перцепции за различни градежни материјали: инженерски производи од дрво на селектирани земји во Централна и Југоисточна Европа.

Во 2014 година направена е експериментална студија во која се испитува затегнатоста на алуминиумските профили кои го носат застаклувањето и како таа влијае врз аспектите на

комфорот. Резултатите од мерењата го потврдуваат општото искуство, како и препораките за особено внимание при изведба на поврзувањето на застаклувањето. Празнини помали од 0,3 mm на секоја страна од застаклувањето при притисок до 300 Pa немаат значително влијание врз удобноста на корисниците (Bäumler [8]).

Пропустливоста на воздухот и водата кај стаклените фасади во екстремни климатски услови е предмет на анализа во студијата на (Junghanns [50]), преку тестирање на специјални конструкции особено за пазарот во Северна Америка.

Постојат многу малку истражувања поврзани со хоризонталната стабилност на стаклените фасади. Притоа, се произведуваат најразлични конструкции на стаклени фасади, а не се направени експериментални испитувања за сите нив. Направено е испитување на стаклени фасади со вградени кабелски носачи, при што тестирано е нивното статичко и динамичко однесување. Резултатите покажуваат дека запечатувањето помеѓу стаклата во изолациското стакло има влијание врз целата конструкција. Поместувањето при нанесување на сила е главниот фактор за одредување на носивоста на фасадната конструкција, додека напрегањата во самите стакла се многу ниски. Присуството на затегнати кабелски носачи има големо влијание врз стабилноста на конструкцијата, додека ефектите од дебелината на стаклата и дијаметарот на каблите се релативно мали (Yuanqing [113]). Сепак, ова истражување се однесува само на еден тип на стаклена фасада.

Друг тип на стаклена фасада која е фиксирана за четири точки е експериментално испитувана под комбинирано дејство на ветер и пожар (Wei [111]). Во истражувањето направена е и софтверска симулација, како и споредба на резултатите. Резултатите даваат насоки за проектирање на стаклени фасади со потпирање на четири точки кои би имале подобра противпожарна заштита.

Механичко моделирање на стаклени панели со дрвени и челични рамки кои се товарени во рамнина е направено во истражувањето на (Cruz [25]). Однесувањето на овие панели главно зависи од крутоста на врските помеѓу стаклото и носачот.

Врските помеѓу алуминиумските носачи и стаклата во конструктивните стаклени фасади се детално анализирани од страна на (Cwyl [26]), со цел да се види целокупното механичко однесување на стаклената конструкција. Со оваа студија се покажува дека примената на еластични материјали за дихтување кои се поставуваат помеѓу стаклото и алуминиумскиот носач ја намалуваат концентрацијата на стрес по површината на профилот, без да влијаат на неговата работа.

Испитувања на ладно формирани стаклени елементи со хиперболична параболоидна форма, структурно врзани за метална рамка, под одредено натоварување е направено во студијата на (Hoffmeister [44]). Притоа, се испитувани три различни типови на лепила за стакло и челик, под дејство на товари кои дејствуваат во и надвор од рамнина и направена е споредба на добиените резултати.

Може да се заклучи дека постојат мал број на истражувања за оптоварувања на стаклените фасади со сила која дејствува во нивната рамнина. Истражувањата кои се веќе направени, не ги опфаќаат типовите на стаклени фасади кои се анализирани во оваа докторска дисертација и се карактеристични за нашата земја.

2.6. Заклучоци

Во нашата земја, постојано се зголемува интересот за употреба на стаклените фасади, како дел од фасадната површина, особено кај административните објекти, каде инвеститорите бараат привлечен естетски изглед на екстериерот, но и подобра функционалност и осветленост на внатрешните простории. Најмногу се користат стаклени фасади со алуминиумски вертикални и хоризонтални носачи, односно профили и двослојно термоизолационо стакло, со подобрени термоизолациони карактеристики, преку додавање на благороден гас – аргон помеѓу двете стакла

и користење на високо-квалитетни специјални ниско-емисиони премази на стаклата. Употребата на трослојно термоизолационо стакло е поретка. Постојат повеќе производители на стаклени фасади во нашата земја, но една од најнапредните е компанијата „Интер Ал-Пин“, препознатлив бренд и лидер на македонскиот пазар кога станува збор за обработка и монтажа на структурални и полуструктурални стаклени фасади. Компанијата поседува најсовремена линија за обработка на стакло и алуминиумски профили и нуди производи со висок квалитет.

Енергетски-ефикасното проектирање подразбира ефикасно користење на енергијата, односно создавање рамнотежа меѓу потрошувачката, создавањето и складирањето на енергијата. Важно е да се напомене дека не постои еден унифициран класификационен систем за енергетски ефикасни објекти кој важи во сите земји. Конкретно во Македонија, објектите се поделени во осум класи, и тоа: А+, А, В, С, D, Е, F и G, каде класата А+ претставува енергетски најповолна, додека класата G е енергетски најнеповолна класа. При проектирање на енергетски-ефикасни објекти, неопходно е да се обрне внимание на повеќе фактори, меѓу кои: климатско влијание и опкружување на објектите, формата, ориентацијата и зонирањето на објектите, изборот на изолациони материјали, како и застаклени површини, користење на уреди за сончева контрола, спречување на пропустливоста на воздухот и намалување на топлинските мостови, користење на пасивни стратегии за греење, ладење и вентилација на објектите и така натаму. Застаклената површина има огромна улога во енергетската ефикасност на објектите, бидејќи низ неа се случуваат најголемите енергетски текови во објектот. Оттука, проучувањето на стаклените фасади и нивното влијание е од огромно значење.

Покрај енергетската ефикасност, одржливоста е тема, која е особено актуелна во последните години, пред сè поради неопходноста за зачувување и спасување на нашата планета, а истовремено задоволување на сите потреби на сите генерации, сегашни и идни. Постојат повеќе методи за евалуација на одржливи објекти, меѓу кои може да се издвојат следните: “BREEAM”, “LEED”, “LBC”, “WELL”, “OPL”, “OH” и други. Принципот на евалуација на одржливите објекти, генерално е сличен кај сите стандарди и се прави врз основа на детална анализа на објектот во сите негови фази, за сите аспекти, категории и подкатегории, врз основа на што се даваат бодови. Како резултат на тоа, се добива сертификат согласно секој стандард, кој може да биде на повеќе нивоа, во зависност од тоа колку аспекти на одржливоста се задоволени. Влијанието на стаклените фасади врз одржливоста може да се анализира на повеќе нивоа и истото може да биде и позитивно и негативно во различни аспекти, но особено е битно да се истакне позитивното влијание на застаклените површини на објектите врз биофилиските принципи. Од особено значење за современото проектирање се биофилискиот дизајн и ресторативниот еколошки дизајн, каде стаклото како транспарентен материјал може да даде голем придонес, особено во делот каде човекот треба да се поврзе со природата.

Од друга страна, комфорот на живеење опишува состојба на физичка леснотија, слобода, пријатен животен стил, ослободување од стрес и благосостојба на корисниците на објектите. Комфорот го сочинуваат повеќе различни аспекти, како: топлинска удобност, дневно осветлување, природна вентилација, акустична удобност, безбедност и превенција од ризик, функционалност и естетика. Во сите аспекти, стаклените фасади имаат огромно и генерално позитивно влијание, што може да се види преку користење на топлината од сончевото зрачење и намалување на трошоците за греење, продор на дневна светлина и намалување на трошоците за електрично осветлување, пропустливост на воздух и природна вентилација, звучна изолација, подобрување на функцијата на објектите и придонесување за убав естетски изглед. Доколку соодветно се испроектираат и употребат уредите за заштита од сонце, негативните ефекти на стаклените фасади врз внатрешниот комфор во објектите, може скоро целосно да се избегнат.

Со правилно димензионирање, ориентација, соодветни постигнати перформанси, како и користење на уреди за сончева контрола, стаклените фасади може да имаат големо позитивно влијание врз енергетската ефикасност, одржливоста, биофилискиот дизајн, ресторативниот еколошки дизајн и комфорот на живеење.

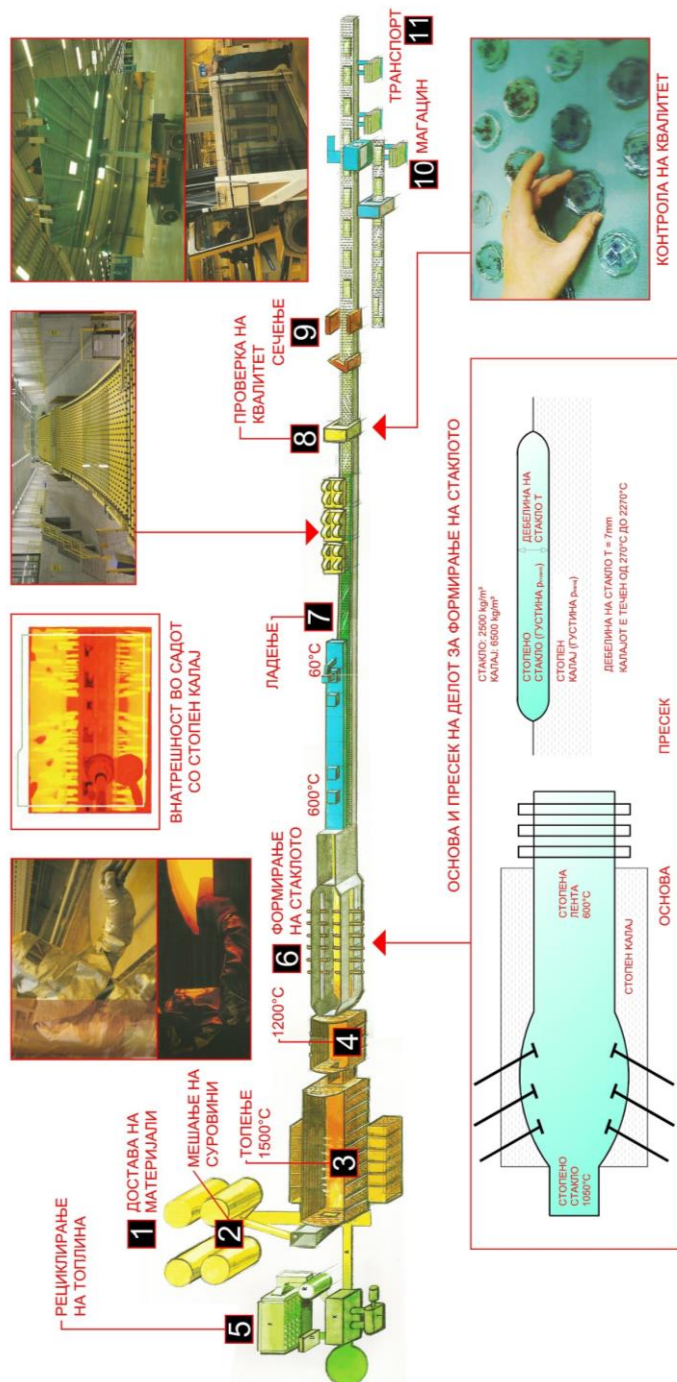
И покрај бројните различни студии за стаклените фасади и нивното влијание врз објектите каде се применуваат, сè уште постои недостаток на студии кои конкретно го испитуваат сеопфатното разбирање за влијанието на стаклената фасада врз енергетската ефикасност, одржливоста и удобноста на живеење, особено во Македонија. Нашата земја се наоѓа на специфична локација со специфични климатски услови, кои се различни од условите во другите земји. Користењето на искуства и знаења од други земји не секогаш може да даде соодветни резултати. Бројот на сончеви денови, осветлувањето, засенчувањето, брзината и правецот на ветровите, количеството на врнежи на дожд и снег и други климатски елементи се различни и специфични за секоја локација. Токму поради тоа, неопходно е да се имаат податоци за влијанието на фасадните обвивки од стакло врз целокупниот објект и неговата одржливост за територијата на нашата земја.

Исто така, од анализираната литература, може да се заклучи дека постојат мал број на истражувања поврзани со хоризонталната стабилност и крутост на стаклените фасади, под дејство на сила во нивната рамнина. Издвоени се неколку експериментални истражувања и студии, кои се веќе направени во другите земји, но истите не ги опфаќаат типовите на стаклени фасади кои се анализирани во оваа докторска дисертација и кои најмногу се применуваат во нашата земја. Дополнително, во Македонија нема доволно податоци за стаклените фасади и нивното влијание, иако интересот за употреба е во постојан пораст. Досега не е направено истражување поврзано со застаклувањето на објектите и нема сознанија каков тип на фасади најмногу се употребуваат и каков тип на фасади најмногу одговараат на барањата на инвеститорите од конструктивен, естетски, економски, како и одржлив аспект. Исто така, немаме усвоени прописи и стандарди за оваа тема од конструктивна гледна точка, така што најчесто се користат искуствата и знаењата од технички поразвиените земји.

3. Материјали

3.1. Производство на стакло

Во текот на годините, производството на стакло еволуирало на многу начини. Во процесот на добивање на стаклото, најбитни се квалитетот и пропорцијата на состојките. Во еден погон со една печка, секој час се произведува 900 метри рамно стакло со дебелина од 4мм, 700 тони на ден, 70 000 м² рамно стакло (со дебелина 4mm) на ден, 35 полни камиони. Дебелината со која се произведува стаклото е 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19 и 25мм, во зависност од неговата намена. Стандардни димензии се 3,21 на 6 метри, иако можат да се произведат и стакла со поголеми димензии, но проблем претставува нивниот транспорт, така што нивното производство е навистина ретко, (Schneider [92]). Подетален опис за производството на стакло е даден во магистерската теза со наслов „Стаклото како градежен материјал и неговата примена во високоградбата“, (Милошевска [118]). Процесот на производство на стакло, шематски е прикажан на Слика 3.1.



Слика 3.1: Технологија на производство на рамно стакло

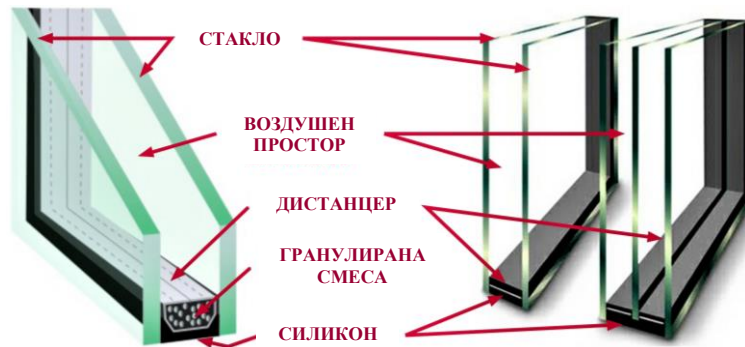
3.2. Термоизолационо стакло

Стаклото може да биде најразлично, во зависност од суровините што се употребуваат за неговото производство, начинот на производство, завршниот процес, обработката, дополнителното загревање, зајакнување, поставување на премази и слично. Така постојат најразлични видови на стакла:

- Стакло добиено со процес на бавно ладење “Annealed Glass” (ANG), кое е најосновното стакло или уште се вика „float“ стакло, бидејќи во процесот на производство, стаклото „плови“ над калајот;
- Стакло зајакнато со помош на топлина или делумно калено стакло “Heat strengthened glass” (HSG), односно “Partly toughened glass”;
- Целосно калено стакло “Fully tempered glass” (FTG) или “Tempered glass”; “Thermally toughened glass”;
- Хемиски зајакнато стакло;
- Ламинирано стакло;
- Термоизолационо стакло;
- Топло свиткано стакло
- Ладно свиткано стакло со ламинирање;
- Ладно свиткано стакло при процес на монтажа и слично.

Подетален опис на различните видови на стакла и нивна класификација е дадено во магистерската теза со наслов „Стаклото како градежен материјал и негова примена во високоградбата“, (Милошевска [118]).

Во Македонија, во архитектурата, најмногу се користи **термоизолационо стакло** (Слика 3.2). Термоизолационото стакло всушност претставува композиција составена од две или три стакла, при што просторот помеѓу стаклата е исполнет со воздух или друг гас, со цел да се намали преносот на топлина низ обвивката на објектот.



Слика 3.2: Термоизолационо стакло

Стаклото што се користи за да се добие термоизолационото стакло, може да биде обично, еднослојно со различна дебелина, калено, хемиски зајакнато или ламинирано, во зависност од неговата намена. Ваквото стакло може да се постави вертикално или хоризонтално. Исто така, стаклото може да има и различни видови премази. Гасот помеѓу стаклата може да биде воздух, аргон, криптон, ксенон или сулфур хексафлуорид.

Термоизолационото стакло е уште познато како стакло со двојно или тројно застаклување. Стаклата кои што се користат за формирање на ова стакло можат да бидат со дебелина почнувајќи од 4 mm до 10 mm, па и повеќе, во зависност од неговата намена. Најчесто сите стакла се произведуваат со иста дебелина, но некогаш постојат барања како што се термичка или акустична изолација што може да ја променат дебелината на едниот или двата стаклени панели, (Schneider [92]).

При одредување на димензиите на термоизолационото стакло, најбитни се 4 коефициенти: коефициент на топлинска спроводливост U , термичка отпорност R , коефициент на сончева топлина и светлосна трансмисија, (Schneider [92]).

Во зависност од бројот на панелите стаклото може да биде со два или три стаклени панели, па дури и со четири, во зависност од тоа каде треба да се постави. Бројот на стаклени панели ја намалува вредноста на коефициентот на топлинска спроводливост. Бројот, дебелината и типот на стаклата, дебелината на меѓуслојот и гасот кој што ќе се употребат, зависат, пред се, од барањата за термичка и акустичка заштита, видот на објектот, неговата намена, естетиката на самиот објект и од замислата на проектантот.

3.2.1. Премачкување на стаклото (Coating)

Стаклата кои се дел од термоизолационото стакло, во најголем број случаи имаат различни видови на премази, со цел да се подобрат карактеристиките на застаклената површина. Овој процес на обложување на стаклата, кои се дел од термоизолационото стакло со слој од одреден материјал, се прави со цел да се постигне, пред сè, заштита од сончевото зрачење, односно од топлината, која произлегува од истото. Со поставување на ваков слој се овозможува рефлексивност на сончевите зраци во лето, но и задржување на топлината во внатрешноста на објектот во зима. Станува збор за многу тенок слој кој се нанесува на целата површина од стаклото. Својствата на термоизолационото стакло зависат од премачкувањето на поединечните стакла, како и начинот на запечатување на рабовите.

Мазната површина на стаклото е совршена за премачкување при што механичките својства на стаклото остануваат непроменети со овој процес. Премачкувањето се врши со прскање, распостилање или натопување и може да се користат тенки премачкувања, принтани или обоени премази. Премазите можат да бидат тврди или меки во зависност од нивната отпорност на механички, термички и хемиски влијанија. Тврдите премази најчесто се ставаат на топла стаклена површина (процес на пиролиза) со прскање, веднаш по формирањето на стаклото. Индустијата моментално развива пиролитички тврди премази со подобрени способности. Поделикатни премази се оние кои се нанесуваат на оладено стакло, (Wurm [112]).

Тврдите премази овозможуваат отпорност на топлина и механичко оштетување и се погодни за понатамошна дообработка. Меките премази не се отпорни на механички оштетувања, а често не се отпорни и на топлина. Ретко се погодни за понатамошна дообработка. Тврдите пиролитички облоги се добри и за термички процеси како виткање, калење или емајлирање. На пример слој од метален оксид нанесен на чисто или обоено стакло го редуцира количеството на топлина и светлина преку стаклото селективно или на целиот спектар. За да се подобри изолацијата на топлината може да се користи слој од калај оксид што го намалува топлинското зрачење на стаклото од околу 90 на 15%, (Patterson [79]).

Принципот на користење на премази врз површината на стаклото се користи и кај самоодржувачките стакла кои сами се чистат, кај кои се нанесува хидрофилен слој на надворешната страна од стаклото, кој го намалува површинскиот притисок и овозможува рамномерно слевање на дождовната вода, со што се спречува формирањето на капки и остатоци од нечистотија. Исто така фотокаталитичкиот ефект придонесува за побрзо распаѓање на органските остатоци од стаклото, (Patterson [79]).

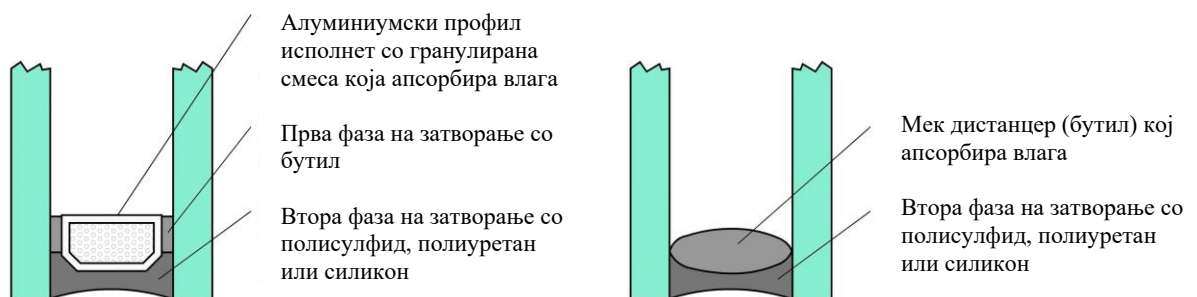
Стаклата кои имаат слоеви од сребро имаат помала надворешна рефлексивност (приближно 12%) и неутрална рефлексивност на боите. Словите од благородни метали имаат висока трансмисија на спектарот на видлива светлина и висока рефлексивност на УВ и инфрацрвениот спектар. Со помош на двоен премаз од сребро, можно е да се постигне трансмисија на светлина од 70% со вкупна трансмисија на сончевата енергија од 35%. Емисијата на топлина на стаклото може да се сведе на толку ниско ниво како на пример 2%, така што се обезбедува ефикасна топлинска изолација и соларна контрола, (Wurm [112]).

Со натопување се нанесуваат премази на двете страни од стаклото. Можат да бидат класифицирани како тврди или меки во зависност од температурата на термичката обработка (400 и 650°C). Словите се направени од различни оксиди со ниска и висока рефлексија наредени на таков начин со што се формира систем на мешање на слоеви и со што настанува дисперзирање на светлината. Бојата зависи од дебелината на слоевите, аголот на прекршување, интензитетот на светлината и позицијата на набљудувачот. Цената им е околу 150 пати повисока од нормалното рамно стакло, (Wurm [112]).

3.2.2. Запечатување на рабовите

Просторот помеѓу стаклата во стандардно термоизолационо стакло се движи од 12 до 16 mm и најчесто е исполнет со гас - аргон или поретко криптон. Некогаш овој простор може да биде исполнет и само со воздух, но најчесто се користат гасови со цел да се намали термичката кондукција. Покрај аргон и криптон, се користат и други гасови, како ксенон и сулфур хексафлуорид, кои ги подобруваат својствата на стаклото. Просторот помеѓу стаклата може да биде и поголем, дури и до 40 mm, во случаи кога се комбинира со уреди за сончева контрола. Овие уреди не смеат да дојдат во контакт со меките премази доколку ги има. Тројно застаклување со соодветно помал напречен пресек нуди најдобри својства. Премазите и уредите можат да бидат поставени во едниот или другиот простор помеѓу стаклата, (Wurm [112]).

Врската помеѓу двете стакла на рабовите на стандардно термоизолационо стакло се остварува преку алуминиумски правоаголен шуплив профил. Комплетна заштита од влага не може да се гарантира, иако профилот е исполнет со фино гранулирана смеса (молекуларно сито) за апсорбирање на евентуалната продорна влага и заштита од истата како и спречување на кондензација. Доколку има влага, гранулираната смеса ја апсорбира, а потоа во суви периоди, истата ја испушта. За да се избегне корозија на меките премази, доколку ги има, тие механички се отстрануваат од рабовите на стаклата пред да се спојат во термоизолационото стакло. Најчесто се користи систем на затворање во две фази (Слика 3.3). Првата фаза е затворање со бутил помеѓу профилот и стаклото, додека втората фаза е трајно еластична, направена од полисулфид, полиуретан или силикон поставен на надворешните страни од затворањето. Полисулфидот постигнува подобра затвореност на гасот отколку силиконот но не е отпорен на УВ зрачење и затоа не треба да се употребува за стакла со отворени рабови, кои може да се сретнат кај конструктивното застаклување. Новите типови на затворање како што се дистанцери од нерѓосувачки челик или пластика ги намалуваат термичките мостови, со што се подобрува вредноста на коефициентот U на целиот систем. Со термопластични дистанцери (thermoplastic spacer TPS) термичката кондукција е помала за 1000 пати од онаа на алуминиумот, (Wurm [112]).



Слика 3.3: Запечатување на рабовите

3.2.3. Проектирање и димензионирање на термоизолационо стакло

При проектирање и димензионирање на термоизолационото стакло, мора да се земе во предвид и тежината на истото. Херметички затворениот простор помеѓу двете стакла придонесува за серија механички карактеристики што влијаат на носивоста на ваквиот тип на стакло. Тука станува збор за свиткување на поединечните стакла како одговор на климатските

промени. Доколку температурните и климатските промени се големи, неопходна е употреба на калено стакло. Посебно внимание треба да се обрне на механичката врска на стаклото со внатрешниот простор под товари на свиткување под прав агол во однос на рамнината на стаклото. Кај двослојно стакло, двата стаклени панели носат половина од нанесениот товар, (Wurm [112]).

Постојат два вида товари кои треба да се земат предвид:

- надворешни: ветер, снег, термички, постојани и корисни товари;
- внатрешни: температурни разлики ΔT , притисок од метеоролошки промени $\Delta p_{мет}$, внатрешен притисок Δp и слично (Schneider [92]).

Кај двојното застаклување составено од стакла со дебелина h_1 и h_2 , дистрибуцијата на надворешни подеднакво распределени товари (како на пример товари од ветер, снег, сопствена тежина и слично) е условена од крутоста на панелите:

$$\delta_1 = \frac{h_1^3}{h_1^3+h_2^3} \dots\dots\dots(2)$$

$$\delta_2 = \frac{h_2^3}{h_1^3+h_2^3} = 1 - \delta_1 \dots\dots\dots(3)$$

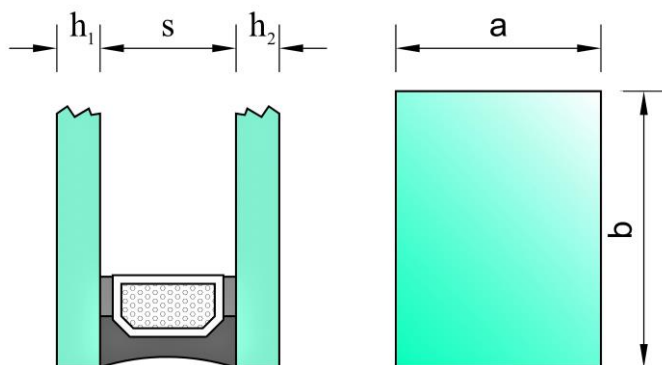
каде:

h_1 - дебелина на стакло 1;

h_2 - дебелина на стакло 2;

s - простор помеѓу стаклата;

a, b – димензии на стаклата (Слика 3.4).



Слика 3.4: Димензии на термоизолационо стакло (изглед и пресек), (Schneider [92], p. 81)

Исто така дистрибуцијата на надворешните товари зависи и од факторот на изолација:

$$\varphi_1 = \frac{1}{1+(\frac{a}{a^*})^4} \dots\dots\dots(4)$$

каде:

a – должина на стакло (за правоаголно стакло се зема должината на пократкиот раб);

a^* – карактеристична должина, која зависи од дебелината и обликот на стаклото, како и воздушниот простор помеѓу стаклата и се пресметува на следниот начин:

$$a^* = 28,9 * (\frac{s*h_1^3*h_2^3}{(h_1^3+h_2^3)*k_5})^{0,25} \dots\dots\dots(5)$$

каде:

k_5 – коефициент кој зависи од односот $\lambda=a/b$ и истиот може да се прочита од Табела 3.1.

Табела 3.1: Коефициент k_5 , (Schneider [92], p. 82)

$\lambda=a/b$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
k_5	0,019	0,024	0,029	0,035	0,042	0,050	0,059	0,068	0,077	0,086	0,095

Надворешните товари кои дејствуваат на надворешното стакло, како на пример ветерот, се дитрибуираат на двете стакла, според Табела 3.2.

Табела 3.2: Дистрибуција на надворешен товар врз двете стакла, (Schneider [92], p. 82)

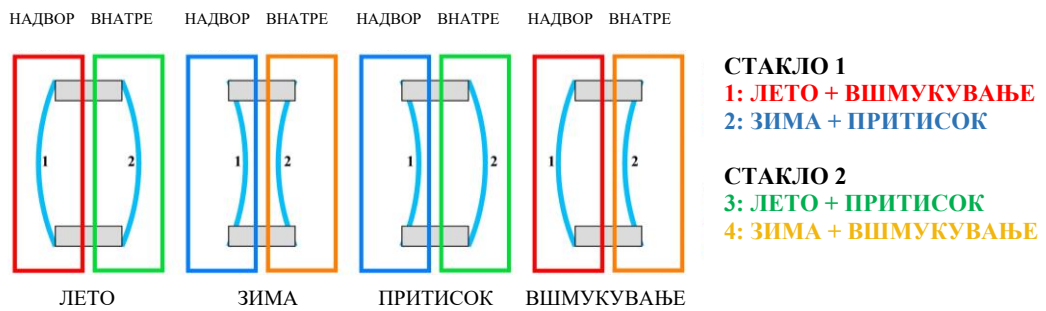
Товар	Дел од товар носен од стакло 1	Дел од товар носен од стакло 2
Надворешен товар $F_{d;1}$ кој дејствува на стакло 1	$(1-\phi) \cdot \delta_2 \cdot F_{d;1}$	$(\delta_1 + \phi \cdot \delta_2) \cdot F_{d;1}$
Надворешен товар $F_{d;2}$ кој дејствува на стакло 2	$(1-\phi) \cdot \delta_1 \cdot F_{d;2}$	$(\phi \cdot \delta_1 + \delta_2) \cdot F_{d;2}$

Внатрешните товари се редуцираат во зависност од флексибилноста на стаклата опфатена во факторот за изолација ϕ , според Табела 3.3.

Табела 3.3: Дистрибуција на внатрешен товар врз двете стакла, (Schneider [92], p. 82)

	Товар носен од стакло 1	Товар носен од стакло 2
Притисок	$-\phi \cdot \Delta p$	$\phi \cdot \Delta p$

Поединечните стакла од термоизолационото стакло се димензионираат според збирот од товарите кои дејствуваат во ист правец за секое стакло посебно (Слика 3.5).



Слика 3.5: Товари кои дејствуваат на термоизолационо стакло, според (Schneider [92], p. 86)

3.2.4. Процес на добивање на термоизолационо стакло во Македонија

Во нашата земја се врши производство на термоизолационо стакло во повеќе погони на компании кои се занимаваат со оваа дејност. Термоизолационото стакло е составено од обични „пловечки“ стакла, кои мора да се порачуваат од надвор, бидејќи за ваквото стакло во Македонија нема погон за производство. Така, за да се произведе термоизолационо стакло, првиот чекор е да се порача обично „float“ стакло, надвор од нашата држава. Компанијата „Интер Ал-Пин“ стаклата ги порачува од фирмата “Saint-Gobain Glass”, од Романија, која е една од водечките компании за производство на стакло. Постојат производители кои се поблиску до нашата земја, како на пример во Бугарија, но фирмата “Saint-Gobain” нуди одлични карактеристики и стакла со најразлични и најсовремени типови на премази за различни видови на објекти. На тој начин се овозможува заштеда на енергија за греење и ладење, заштеда на електрична енергија за осветлување, контрола на блесокот од дневното осветлување, редукција на гас CO₂, заштеда на трошоци за одржување, широк спектар на естетика во поглед на боја, рефлексивност и транспарентност, панели достапни во најразлични димензии со соодветна техничка сертификација и друго.

Најпрво се врши достава на стаклото, кое се увезува од надвор и кое може да биде најразлично според типот: обично „float glass“, калено, хемиски зајакнато, ламинирано, закривено, стакло со премази и слично. Димензиите на едно парче стакло се стандардни, 3.21 на 6 метри, која е максимална димензија за транспорт. Ваквото стакло откако ќе пристигне, се складира во специјални погони (Слика 3.6). Сите стакла се добиваат со соодветни сертификати за квалитет, од производителот.



Слика 3.6: Погон за чување на добиените стакла во фирмата „Интер Ал-Пин“ [приватна фотографија]

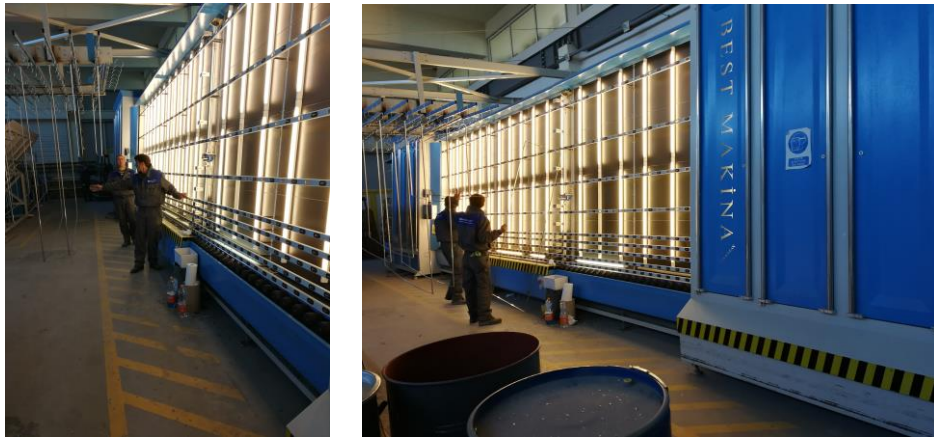
Со помош на кран (Слика 3.7) и вакуум машина се подигнува стаклото и се пренесува од погонот за чување до машината каде се врши сечење на стаклото според потребните димензии (Слика 3.8). На оваа машина стаклото се поставува во хоризонтална положба. Самата машината е поврзана со компјутер, кој пак автоматски прави шема на сечење на стаклото на помали делови, според потребите, на начин на кој би се создал најмалку отпад. Се внесуваат димензиите на стаклото, кои се потребни согласно нарачката на инвеститорите и компјутерот преку соодветен софтвер, составува шема како стаклото да се исече.



Слика 3.7 и 3.8: Кран за подигнување и машина за сечење на стаклата во фирмата „Интер Ал-Пин“ [приватни фотографии]

Потоа, низ стаклото поминува дел од машината која прави резови низ неговата површина, според точните димензии, претходно зададени од компјутерот. Откако ќе се направат резовите, вработените во погонот за производство на стакло ги кршат стаклата на местото каде е направен резот и на тој начин се добиваат стакла со бараните димензии кои имаат убаво оформени рабови.

По ова, стаклата се носат до машина за миење и чистење. Во оваа машина (Слика 3.9 и 3.10) стаклото влегува од едната страна, се мие со вода и соодветно средство, а потоа се суши. Откако добро ќе се исуши, поминува низ лента, позади која има неонски светла и тука се проверува дали на стаклото има некое оштетување. Јакото осветлување овозможува да се согледаат сите нерамнини и недостатоци кај стаклото. Доколку се забележат оштетувања на стаклото, тоа се заменува со ново стакло, во спортивно, процесот продолжува понатаму.



Слика 3.9 и 3.10: Машина за чистење и миење на стаклата [приватни фотографии]

Помеѓу стаклата се поставуваат алуминиумски профили – дистанцери, со цел да се изврши запечатување на рабовите. Тие се виткаат на посебна машина, која е дел од погонот за производство. Овие профили се континуирани и се превиткуваат на аглите во форма на правоаголник според димензиите на стаклата (Слики 3.11-3.14). Дистанцерите имаат правоаголен пресек, а внатре се полнат со гранулирана смеса: специјален силика гел, составен од ситни топчиња, со висок квалитет, кој има за цел да ја апсорбира влагата што се собира околу стаклата. Влагата се апсорбира секогаш кога е потребно, на пример при дождливо време, а потоа кога времето се стоплува, истата се ослободува. На тој начин се избегнува кондензација на фасадата. Дистанцерите се поставуваат на сите четири рабови од двете стакла континуирано, по целата должина и тие всушност се главниот елемент за спојување и запечатување во термоизолационото стакло.



Слики 3.11 – 3.14: Превиткување на дистанцери [приватни фотографии]

Рабовите на дистанцерот од двете страни се мачкаат со специјален кит – бутил, за да можат да се залепат за стаклата. После премачкувањето, дистанцерот се внесува во машината каде се наоѓаат стаклата, кои претходно беа измиени, исушени и проверени од недостатоци. Тука со помош на преса се спојуваат двете стакла под притисок, меѓу кои се поставува внесениот дистанцер. Во машината се внесуваат податоци за точното растојание меѓу стаклата, па така тие цврсто се спојуваат под притисок. Откако ќе се спојат стаклата се прави мало дупче во дистанцерот помеѓу нив, со цел низ него да се исполни просторот помеѓу стаклата со гас, најчесто аргон. Потоа споените стакла се носат до машината за полнење на просторот помеѓу стаклата со аргон. Оваа машина дава точни податоци за количината на гас во просторот помеѓу стаклата во проценти. Колку е повисок процентот на количество на гас, толку подобри карактеристики има стаклото. Најчесто треба да биде над 90%. Овој процент се запишува во соодветен документ за стаклото и се доставува на инвеститорот. Откако ќе се исполни потребното количество на аргон, дупчето од дистанцерот се затвора со кит. Потоа целото термоизолационо стакло се китира од надворешна страна (втора фаза на запечатување), со цел да се затвори убаво спојот помеѓу стаклата (Слика 3.15). На тој начин термоизолационото стакло е херметички затворено.



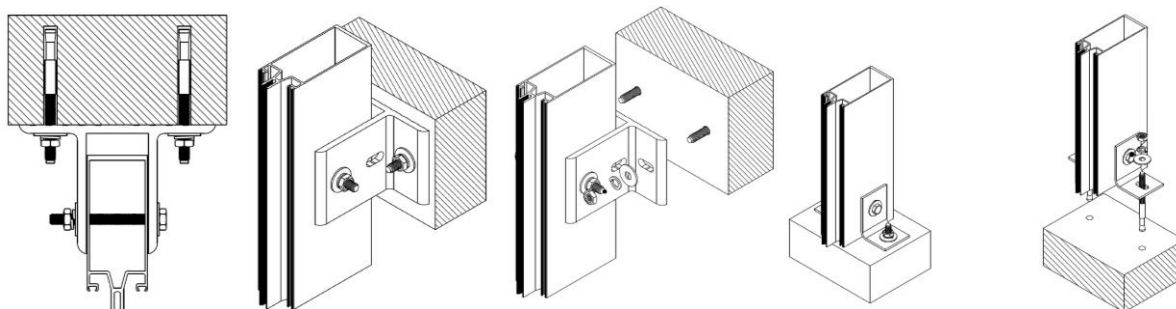
Слика 3.15: Китирање на надворешните рабови од термоизолационото стакло [приватна фотографија]

Така стаклото е спремно за монтирање и се носи на соодветно место во погонот, каде останува до моментот на транспорт до објектот каде треба да се вгради. Монтажата на ова стакло, се врши на лице место на градилиште.

3.3. Профили

Кај стаклените фасади, носачите можат да бидат направени од различни материјали, но алуминиумот се покажал како најпогоден за оваа намена, па заради тоа во нашата земја главно се користат алуминиумски профили како носачи на стаклото. Постојат повеќе производители на алуминиумски профили за стакло, меѓу кои најпознати се: “Elvial”, “Reynaers” и “Schüco”. Компанијата „Интер Ал-Пин“ работи најмногу со профили од производителот “Elvial”, пред сè поради фактот што се поефтини, меѓутоа по желба на инвеститорот може да се користат и профили од други производители. Во индустријата, покрај алуминиумски профили за стаклени фасади, може да се користат челични, дрвени, пластифицирани или од други материјали, иако тоа е многу ретко. Профилите се различни во зависност од тоа каде се применуваат, дали се вертикални или хоризонтални, колкав распон совладуваат во двата правци, колкава тежина носат (што зависи од дебелината и составот на стаклото) и слично. Така, алуминиумските профили имаат различни димензии и различни пресеци, иако кај стаклените фасади, најмногу се користат кутијасты профили, бидејќи имаат убав естетски изглед.

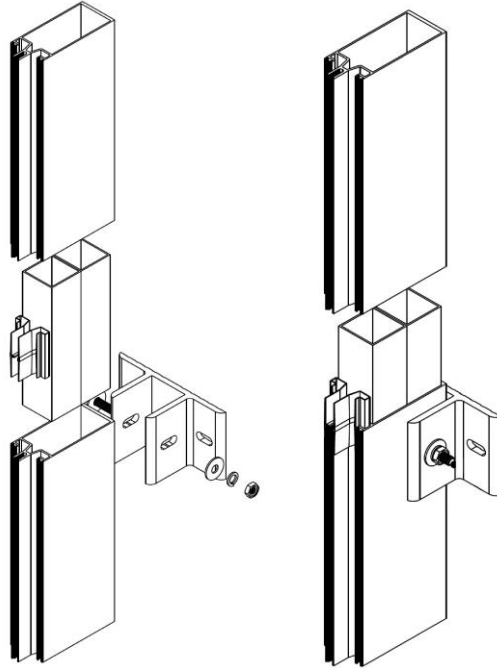
Во зависност од тоа каде се применуваат, алуминиумските профили можат да бидат топли или ладни. Ладните профили се поставуваат помеѓу простории каде нема температурна разлика (делови од мебел, внатрешни прегради и слично). За фасади и надворешна столарија мора да се користи термопрофил, каде неопходно е да има прекин помеѓу надворешниот и внатрешниот дел од профилот и тие да се поврзат со термоизолационен материјал, за да нема загуби во енергијата, односно пренос на топлина, бидејќи алуминиумот како материјал е добар спроводник.



Слика 3.16: Прицврстување на вертикални алуминиумски профили со примарна конструкција на објект според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

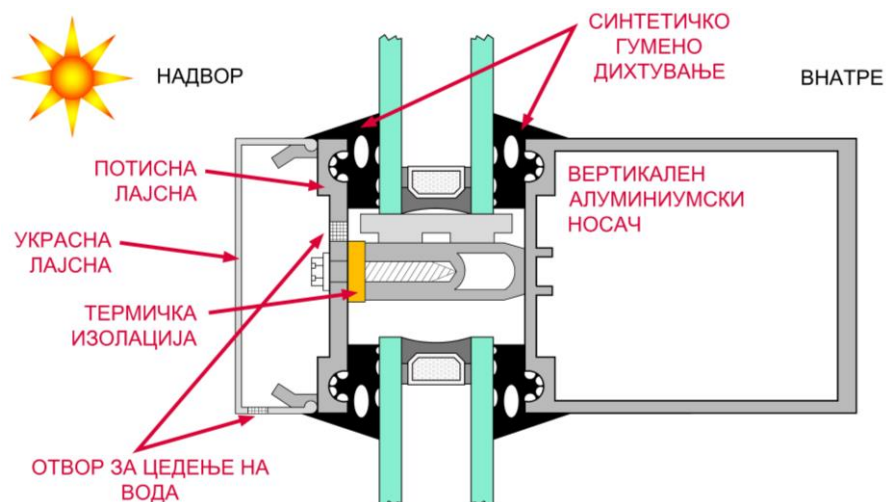
Вертикалните алуминиумски профили се прицврстуваат за примарната конструкција на објектот, која може да биде од различни материјали, најчесто армиран бетон или челик. Начинот на прицврстување е даден на Слика 3.16. Прицврстувањето може да биде на две или три точки. Вертикалниот профил се прицврстува на хоризонталните плочи од конструкцијата на објектот со специјални шrafoви, а налегнува на најдолната плоча, за која исто така се прицврстува (Слика 3.16). Исто така, стаклената фасада може да биде вградена меѓу две меѓукатни плочи, па во тој случај вертикалниот профил се прикештува за горната и долната плоча со помош на шrafoви.

Начинот на спојување на вертикалните профили по должина е даден на Слика 3.17.



Слика 3.17: Спојување на вертикални профили по должина според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

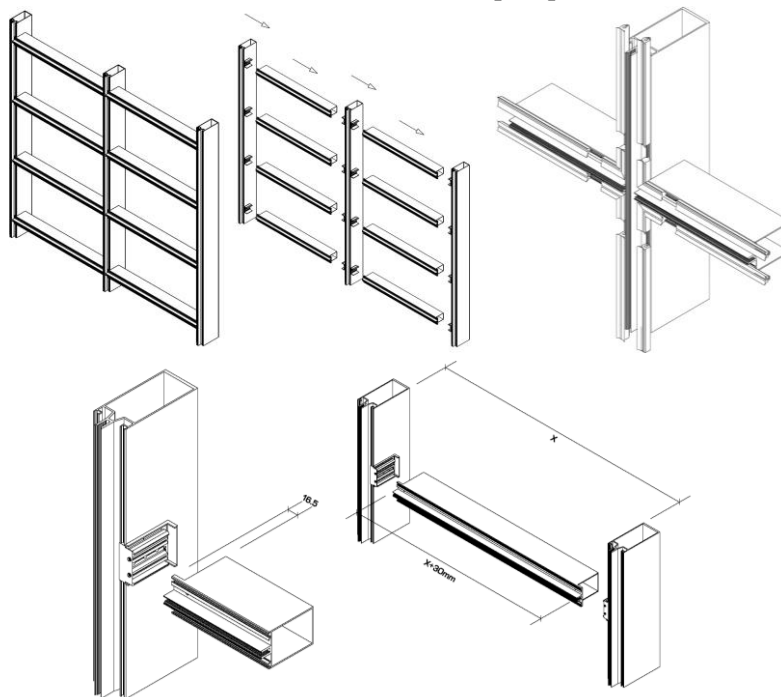
При монтирање на стаклените фасади, не смее да дојде до директен контакт помеѓу стаклото и алуминиумскиот носач, односно меѓу нив се поставува синтетичко гумено дихтување - гума, по целата должина. Гумата помеѓу профилот и стаклото, најдобро е да се состои од аголен дел и прав дел. Спојот на гумата, не се препорачува да се прави кај аголот, бидејќи така има шанси да попусти. Оттука, гумата оди по сите четири рабови на стаклото во правоаголна форма.



Слика 3.18: Попречен пресек низ стаклена фасада низ вертикален алуминиумски профил, потисна лајсна и украсна лајсна

Од надворешната страна, на делот каде се наоѓа спојот меѓу двете стакла, се поставува вертикален алуминиумски профил – вертикален носач, додека од внатрешната страна на фасадата, се поставува потисна лајсна (притиснувачка плоча – носач), која се прицврстува со шраф. Тој шраф ја одделува внатрешната потисна лајсна од надворешниот носив профил и тука се поставува термоизолација, со цел да не се дозволи да се пренесат температурните разлики од надвор кон внатре, односно од надворешниот профил кон потисната лајсна. Потисната лајсна се покрива со украсна лајсна од внатрешната страна, со цел да се покрие шрафот и да се добие убав естетски изглед од внатрешната страна (Слика 3.18).

Поврзувањето на хоризонталниот профил со стаклата се изведува на ист начин. Во каталогот од производителите се даваат сите детали и споеви за сите потреби: спојување на вертикален со хоризонтален профил (Слика 3.19), спојување на профили со стакло, детали за кровни прозорци, закосено стакло и слично, со скици, карактеристики и податоци.



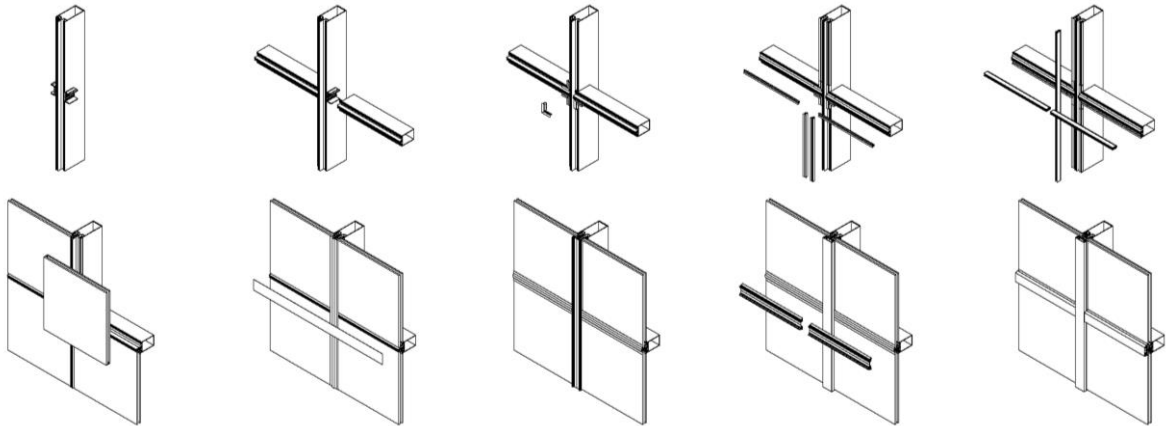
Слика 3.19: Спојување на вертикални со хоризонтални профили според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])



Слики 3.20-3.24: Фотографии од алуминиумски профили [приватни фотографии]

Кога се спојува хоризонталниот со вертикалниот профил, хоризонталниот профил се засекува на местото на пресекот. На вертикалниот профил се поставува елемент, во форма на шина, во кој се вовлекува хоризонталниот профил (Слика 3.19). Оваа врска, треба да се изведе перфектно, бидејќи е клучна за квалитетот на фасадата. Спојувањето не се врши во погон, туку на објект, директно на местото каде се поставува стаклената фасада, па оттука треба да се обрне посебно внимание. Мајсторите кои ја вршат изведбата, треба да бидат стручни, вешти и специјално обучени. Врските помеѓу стаклото и профилите и помеѓу хоризонталните и

вертикалните профили се клучни (Слика 3.25), посебно кога станува збор за отпорност на продор на воздух, водонепропустливост, издржливост на товари од ветер и товари кои дејствуваат во рамнина на стаклото. Тие исто така влијаат на целокупниот коефициент на топлинска спроводливост на самата фасада. Доколку не се изведат како што треба, квалитетот на поединечните елементи (стакла и профили) нема особено значење.



Слика 3.25: Монтаже на стаклена фасада според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

3.3.1. Димензионирање на алуминиумски профили – анализа на товари

Димензионирањето на профилите во компанијата „Интер Ал-Пин“ го вршат машински инженери, користејќи соодветен каталог од фирмата која ги произведува профилите, каде има детално упатство за начинот на димензионирање.

Основните конструктивни елементи од кои е направена стаклената фасада се вертикалните и хоризонталните алуминиумски профили, кои всушност ги примаат товарите на кои подлежи фасадата. Вертикалните профили се прицврстуваат на примарната конструкција на објектот, а хоризонталните се прицврстуваат на вертикалните.

Главните товари на кои е изложена стаклената фасада се товарите од ветер и тежината од стаклото. Вертикалните профили се изложени на товари од ветер, додека хоризонталните профили се изложени на товари од ветер и товари од тежината на стаклото. Кај посложени конструкции како што се закосени конструкции под одреден агол, потребно е да се земе во предвид и натоварувањето од снег и тежината на самата конструкција.

Испитувањата за издржливоста на конструкцијата се базираат на правилото дека максималното поместување (f_{max}) под дејство на товари не смее да го надмине дозволеното поместување одредено со пропишани стандарди.

Математичките пресметки на моментот на инерција се различни за секој профил и зависат од типот на профилот, неговите димензии, производителот и слично. Во секој каталог е даден начин на димензионирање за профилите кои се содржат во истиот.

Најбитно од сите натоварувања е натоварувањето од ветер. Степенот на натоварување од ветер зависи од повеќе фактори:

1. Надморската висина на областа во која се наоѓа објектот:
 - Област А: $Y \leq 1000m$
 - Област В: $Y > 1000m$
2. Локацијата на објектот:
 - Локација А: Објекти во урбани подрачја со над 4 нивоа
 - Локација В: Објекти во мали или средни урбани подрачја
 - Локација С: Засебни објекти
 - Локација D: Објекти во близина на море кои не се заштитени
3. Висина на објектот:

- Објект 1: $H \leq 6m$
- Објект 2: $6 < H \leq 18m$
- Објект 3: $18 < H \leq 28m$
- Објект 4: $28 < H \leq 50m$
- Објект 5: $50 < H \leq 100m$

Откако ќе се одредат сите параметри за објектот, од Табела 3.4 се отчитува натоварувањето од ветер во N/m^2 (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30]).

Табела 3.4: Одредување на товарот од ветер со помош на параметрите на објектот според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

ПРИТИСОК НА ВЕТЕР (N/m^2)								
ВИСИНА НА ОБЈЕКТ	ЗАШТИТЕНА ФАСАДА	НЕЗАШТИТЕНА ФАСАДА						
	СИТЕ ОБЛАСТИ	ОБЛАСТ А				ОБЛАСТ В		
		ЛОКАЦИЈА				ЛОКАЦИЈА		
		А	В	С	Д	А	В	С
ОБЈЕКТ 1 ($H \leq 6m$)	600	600	600	900	1400	800	900	1300
ОБЈЕКТ 2 ($6 < H \leq 18m$)	600	600	800	1100	1600	900	1100	1600
ОБЈЕКТ 3 ($18 < H \leq 28m$)	600	700	900	1200	1700	1000	1300	1800
ОБЈЕКТ 4 ($28 < H \leq 50m$)		900	1100	1300	1800	1300	1600	2000
ОБЈЕКТ 5 ($50 < H \leq 100m$)		1100	1300	1500	1900	1700	2000	2300

Делот од фасадата на објектот позициониран на соодветна оддалеченост позади друг објект со иста висина кој не е директно изложен на ветер се нарекува заштитена фасада. Делот од фасадата кој е изложен на ветер се нарекува незаштитена фасада. Во Табела 3.5, е дадена корелација помеѓу типовите на ветер, брзината на движење и притисокот.

Табела 3.5: Корелација помеѓу ветер и притисок според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

КОРЕЛАЦИЈА ПОМЕЃУ ВЕТЕР И ПРИТИСОК					
СКАЛА	ОПИС НА ВЕТЕР	БРЗИНА (m/s)	БРЗИНА (km/h)	ПРИТИСОК (kN/m ²)	ПРИТИСОК (Pa)
0	СМИРЕНА СОСТОЈБА	0-0.2	0-1	0-0.001	0-1
1	МИРЕН ПРОТОК НА ВОЗДУХ	0.3-1.5	1-5	0-0.001	0-1
2	ВЕТРЕ	1.6-3.3	5-11	0.002-0.006	2-6
3	СЛАБ ВЕТЕР	3.4-5.4	12-19	0.007-0.018	7-18
4	НОРМАЛЕН ВЕТЕР	5.5-7.9	20-28	0.019-0.039	19-39
5	ЈАК ВЕТЕР 1	8.0-10.7	29-38	0.040-0.072	40-72
6	ЈАК ВЕТЕР 2	10.8-13.8	39-49	0.073-0.119	73-119
7	ЈАК ВЕТЕР 3	13.9-17.1	50-61	0.120-0.183	120-183
8	ЈАК ВЕТЕР 4	17.2-20.7	62-74	0.184-0.268	184-268
9	БУРА 1	20.8-24.4	75-88	0.269-0.373	269-373
10	БУРА 2	24.5-28.4	89-102	0.374-0.505	374-505
11	БУРА 3	28.5-32.6	103-117	0.506-0.665	506-665
12	УРАГАН	32.7-36.9	118-133	0.666-0.853	666-853

3.3.1.1. Димензионирање на вертикални профили

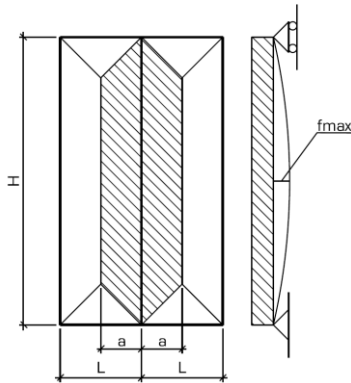
Широчината на профилот најчесто е иста, заради естетски причини, односно складен изглед на фасадата, но должината зависи од распонот кој го совладуваат профилите, растојанието помеѓу профилите и од товарите кои фасадата треба да ги прими. Оптоварувањата кои фасадата ги прима се најчесто од ветер и тоа зависи од локацијата каде се наоѓа објектот. За различна локација, нивото на ветрови е различно. Товарот е даден во N/m^2 (оптоварување од ветер).

Висината на профилот е претставена со H . Профилите се прицврстуваат за плочите од примарната конструкција, која може да биде од различен материјал, а во Македонија најчесто е од армиран бетон или поретко челик. Вертикалните профили го пренесуваат товарот на примарната конструкција и тој товар треба да биде земен во предвид при димензионирање на примарната конструкција во фазата на проектирање. Висината H е растојание помеѓу две прицврстувања на профилот на примарната конструкција. Тоа се дава во метри. Растојанието L е растојание помеѓу вертикалните алуминиумски профили и исто така се дава во метри. Овие податоци се земаат од архитектонскиот проект, изработен од проектант.

Со овие три параметри: оптоварување од ветер, висината на профилите и растојанието помеѓу нив, може да се димензионира профилот. Во каталогот постојат дијаграми каде со криви е даден односот помеѓу висината и распонот помеѓу профилите за различно натоварување од ветер. Секоја крива одговара на различна димензија на профил.

Пресметувањето на моментот на инерција кај вертикалните носачи, може да се пресмета по формула, во зависност од тоа дали профилот е прицврстен за две или три точки за примарната конструкција и дали станува збор за трапезоиден или правоаголен товар (Слика 3.26 и 3.27).

Трапезоиден товар:

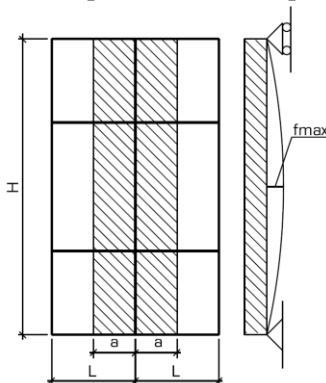


$$I_x = \frac{5}{384} * \left(\frac{P*a*H^4}{E*f_{max}} \right) * 10^8 \text{ cm}^4 \dots\dots\dots(6)$$

каде:

- I_x – момент на инерција (cm^4)
- P – притисок на ветер (N/m^2)
- L – растојание меѓу носачи (m)
- $a=L/2$ (m)
- H – растојание меѓу прицврстувањата (m)
- E - модул на еластичност на алуминиум (N/m^2)
- f_{max} – максимална дозволена девијација (m)
- $E=70*10^9 \text{ N/m}^2$
- $f_{max} = 3\text{‰}*H \quad f_{max}<0.008m$

Правоаголен товар:



$$I_x = \left(\frac{P*a*H^4}{1920*E*f_{max}} \right) * 10^8 * [25-(40*\frac{a^2}{H^2}) + (16*\frac{a^4}{H^4})] \text{ cm}^4 \dots\dots\dots(7)$$

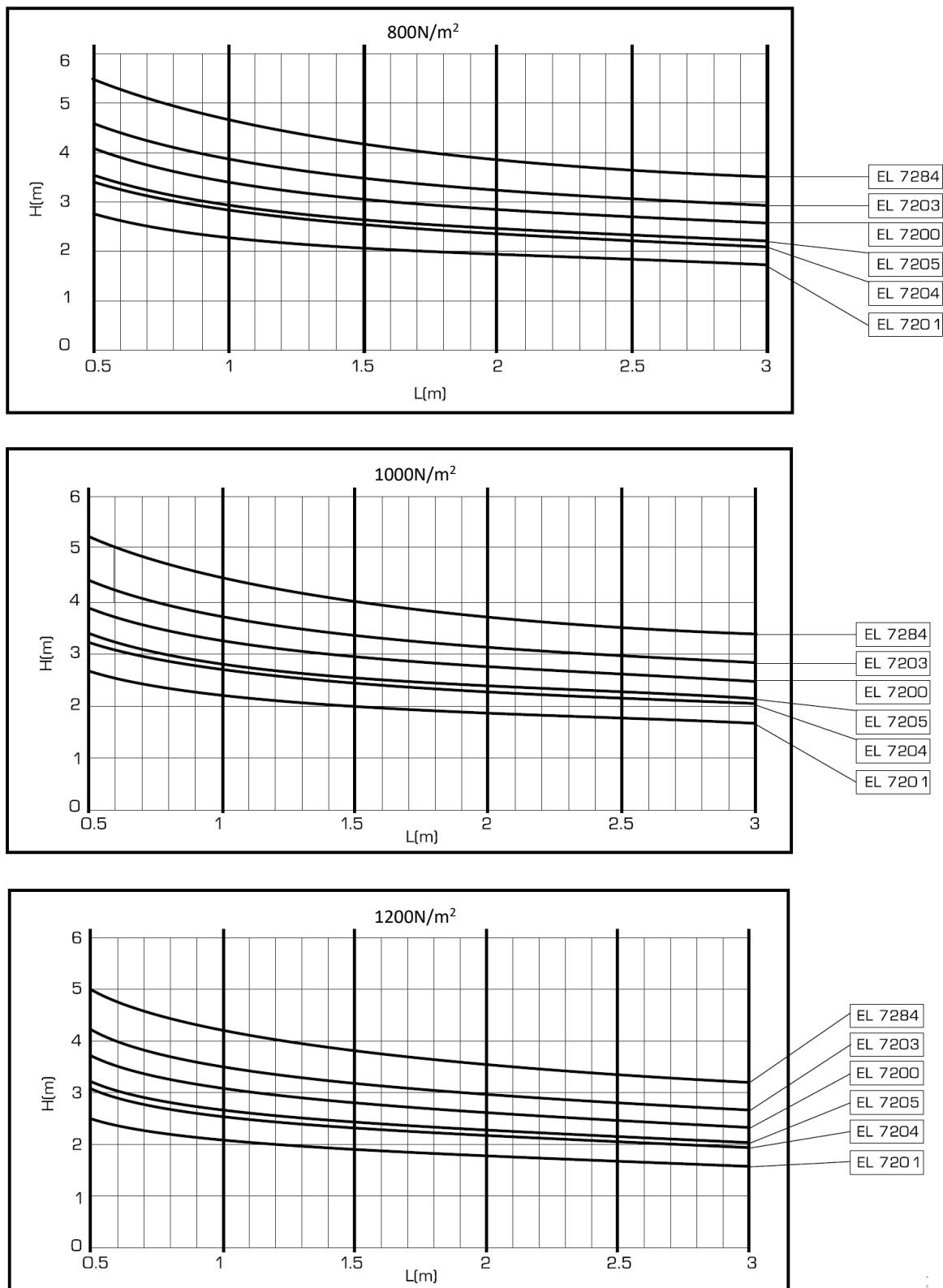
каде:

- I_x – момент на инерција (cm^4)
- P – притисок на ветер (N/m^2)
- L – растојание меѓу носачи (m)
- $a=L/2$ (m)
- H – растојание меѓу прицврстувањата (m)
- E - модул на еластичност на алуминиум (N/m^2)
- f_{max} – максимална дозволена девијација (m)
- $E=70*10^9 \text{ N/m}^2$
- $f_{max} = 3\text{‰}*H \quad f_{max}<0.008m$

Слика 3.26 и 3.27: Пресметување на момент на инерција кај вертикални алуминиумски профили прицврстени за две точки според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

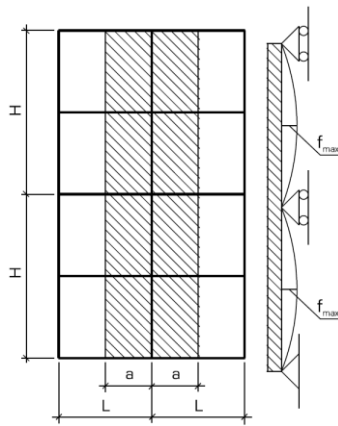
Во пракса, овие формули се користат за проверка на резултатот, но димензионирањето се врши според дијаграмите, дадени во каталогот. За различно натоварување на ветер, има различни дијаграми. На Слика 3.28, дадени се дијаграми за натоварување од ветер од 800, 1000 и 1200 N/m^2 , при што на x -оската се гледа растојанието L во метри, односно распонот меѓу профилите, а на y -оската се гледа висината H на профилите. Така на пример, за профил со висина 3 метри, и

растојание меѓу профилите од 1 метар, при натоварување од ветер 800N/m^2 , потребно е да се користат профили од типот “EL 7205”. Подетални информации за овие профили се дадени во каталогот (точни димензии, момент на инерција, начин на поврзување и слично). Моментот на инерција може да се провери со соодветните формули.



Слика 3.28: Дијаграми за димензионирање на вертикални алуминиумски профили за натоварување од ветер од 800, 1000 и 1200N/m^2 според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

Кога профилот е прицврстен за три точки, моментот на инерција се пресметува според Слика 3.29.



$$I_x = \left(\frac{P \cdot a \cdot H^4}{185 \cdot E \cdot f_{\max}} \right) \cdot 10^8 \text{ cm}^4 \dots \dots \dots (8)$$

каде:

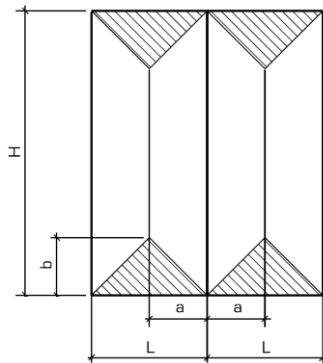
- I_x – момент на инерција (cm^4)
- P – притисок на ветер (N/m^2)
- L – растојание меѓу носачи (m)
- $a = L/2$ (m)
- H – растојание меѓу прицврстувањата (m)
- E - модул на еластичност на алуминиум (N/m^2)
- f_{\max} – максимална дозволена девијација (m)
- $E = 70 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$
- $f_{\max} = 3\% \cdot H \quad f_{\max} < 0.008 \text{ m}$

Слика 3.29: Пресметување на момент на инерција кај вертикални алуминиумски профили прицврстени за три точки според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

Дијаграми се дадени за сите видови на профили, со различни прицврстувања и различни натоварувања од ветер, па постапката е прилично поедноставена за инженерите кои ги прават пресметките.

3.3.1.2. Димензионирање на хоризонтални профили

Кај хоризонталните профили при димензионирање се зема во предвид нивната должина која е растојание помеѓу две прицврстувања за вертикалните профили, оптоварувањето од ветер и оптоварувањето од тежината на стаклото. Димензионирањето е поедноставено, има формули за пресметување, дадени во каталогот. Моментот на инерција кај хоризонталните профили се пресметува според Слика 3.30.



$$I_x = \left(\frac{P \cdot b \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot f_{\max}} \right) \cdot 10^8 \text{ cm}^4 \dots \dots \dots (9)$$

каде:

- I_x – момент на инерција (cm^4)
- P – притисок на ветер (N/m^2)
- L – растојание меѓу носачи (m)
- $b = H/2$ (m)
- H – растојание меѓу прицврстувањата (m)
- E - модул на еластичност на алуминиум (N/m^2)
- f_{\max} – максимална дозволена девијација (m)

$$E = 70 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$$

Кога затсаклувањето е единечно:

$$f_{\max} = H/200 \text{ за висина } H < 3$$

$$f_{\max} = H/300 \text{ за висина } H > 3$$

Кога застаклувањето е двојно:

$$f_{\max} = H/300 \quad f_{\max} < 0.008 \text{ m}$$

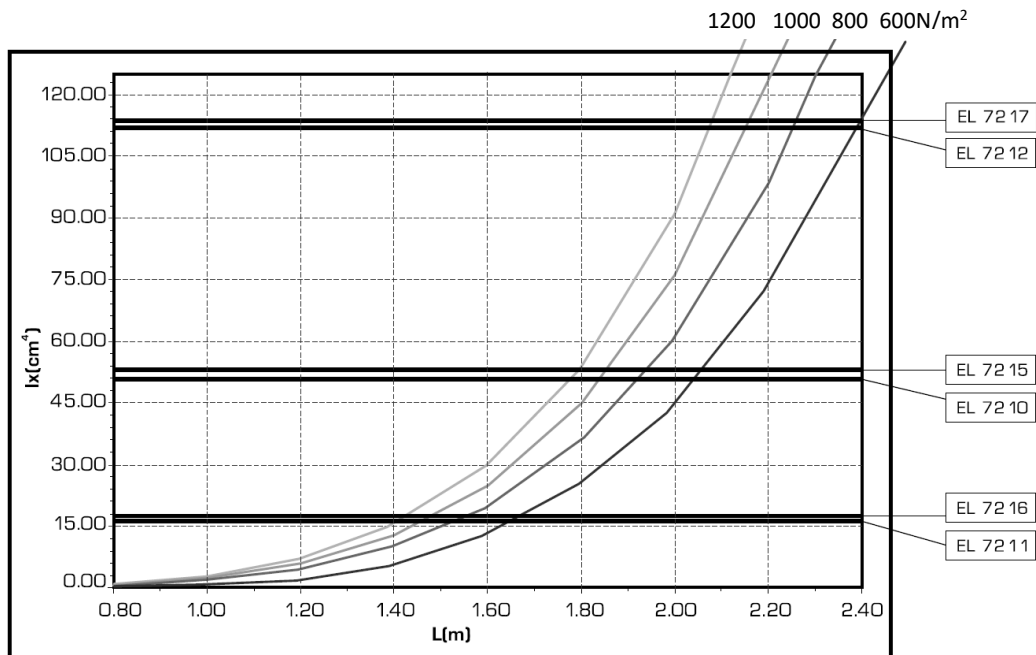
Кога застаклувањето е тројно:

$$f_{\max} = H/500 \quad f_{\max} < 0.006 \text{ m}$$

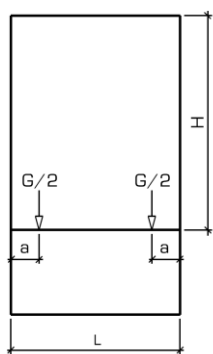
H – висина на профилот кој го носи товарот

Слика 3.30: Пресметување на момент на инерција на хоризонтален профил според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

Откако ќе се пресмета моментот на инерција, добиената вредност за I_x и должината на хоризонталниот профил (растојание помеѓу две прицврстувања за вертикалните профили), се клучни параметри, со кои може да се димензионира профилот преку дадениот дијаграм (Слика 3.31). На x -оската е дадена должината на профилите, а на y -оската е даден моментот на инерција. Па така, за момент на инерција од 15cm^4 , должина на профилот од 1.5 метри и натоварување од ветер од 800N/m^2 , одговара хоризонтален профил тип “EL 7211”. Подетални информации за овие профили се дадени во каталогот (точни димензии, момент на инерција, начин на поврзување и слично).



Слика 3.31: Дијаграм за димензионирање на хоризонтални алуминиумски профили според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])



за $H/L \leq 3$

$$e = \sqrt{\frac{10 \cdot A \cdot P}{720}} \text{ mm} \dots\dots\dots (10)$$

за $H/L > 3$

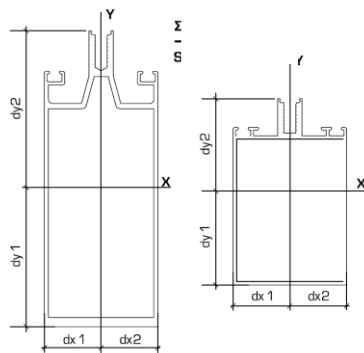
$$e = \frac{L \cdot \sqrt{10 \cdot P}}{49} \text{ mm} \dots\dots\dots (11)$$

каде:

- e – минимална теоретска дебелина на стакло (mm)
- P – притисок на ветер (N/m^2)
- L – најмалата димензија на застаклувањето (m)
- H – најголемата димензија на застаклувањето (m)
- A – површина на застаклувањето (m^2)

Слика 3.32: Пресметка на минималната дебелина на единечно стакло според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

За соодветни димензии, може да се пресмета и потребната дебелина на единечно стакло (Слика 3.32). За двојно застаклување, вкупната дебелина на стаклото се пресметува како производ од дебелината на единечно стакло и 1.5, додека за тројно застаклување, дебелината на единечното стакло се множи со 1.7. Вкупната тежина на стаклото се пресметува како производ на неговата површина во m^2 , неговата дебелина во mm и неговата тежина во N/m^2 . Овој начин на пресметување е прикажан на Слика 3.33.



$$G = A * e * 25 \quad (25 \text{ е тежина на стакло во } N/m^2)$$

$$I_y = \left(\frac{G * a}{48 * E * f_{max}} \right) * 10^8 * (3 * L^2 - 4 * a^2) \text{ cm}^4 \dots\dots\dots (12)$$

каде:

I_y – момент на инерција (cm^4)

G – тежина на стакло (N/m^2)

$A = 0.15$ – растојание на клинот (m)

L – ширина на носач (m)

E - модул на еластичност на алуминиум (N/m^2)

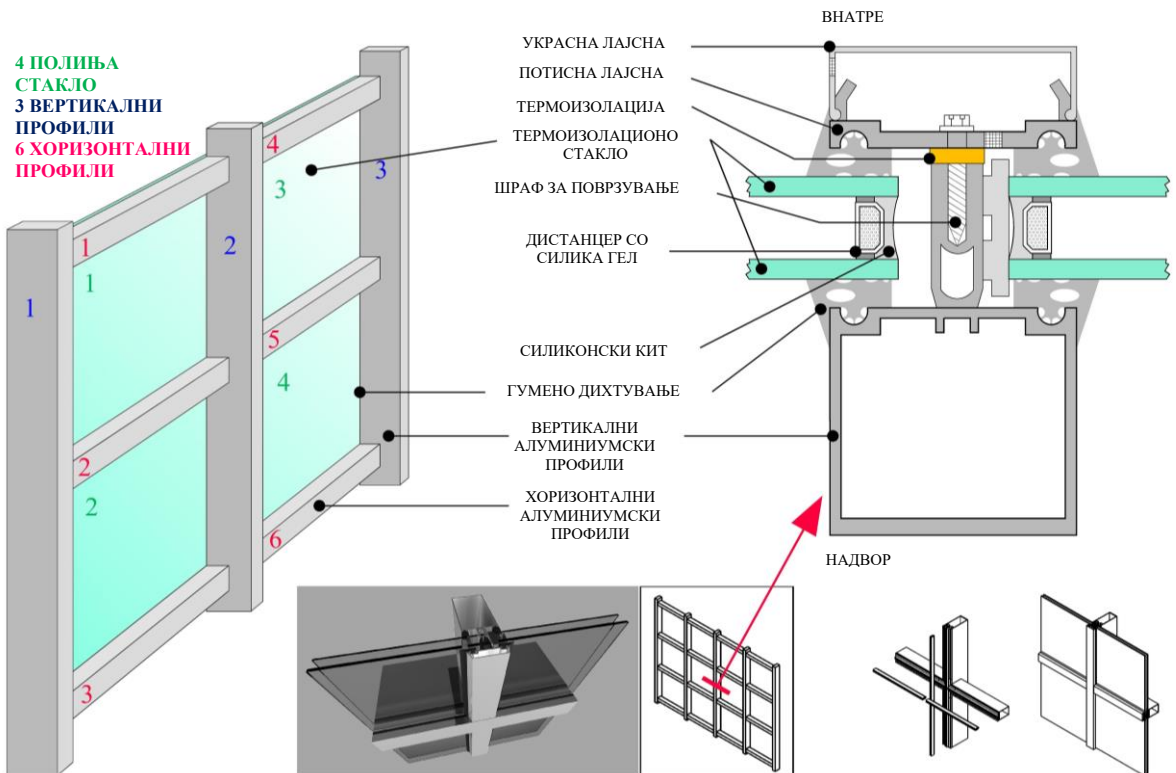
f_{max} – максимална дозволена девијација (m)

$$f_{max} = H/300 \quad f_{max} < 0.003m$$

Слика 3.33: Пресметка на моментот на инерција на хоризонтален носач врз основа на тежината на стаклото според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

3.4. Модели од стаклена фасада

За потребите на ова истражување, компанијата „Интер Ал-Пин“ од Скопје, изработи три различни модели од стаклени фасади, кои се типични и најмногу се употребуваат во нашата земја, со различни типови на алуминиумски профили, односно носачи, од различни производители и различни типови на стакла, двослојни и трослојни, со и без премази и со различна исполна помеѓу стаклата.



Слика 3.34: Изглед на дел од стаклена фасада - модел: 4 полиња стакло со алуминиумски вертикални и хоризонтални профили

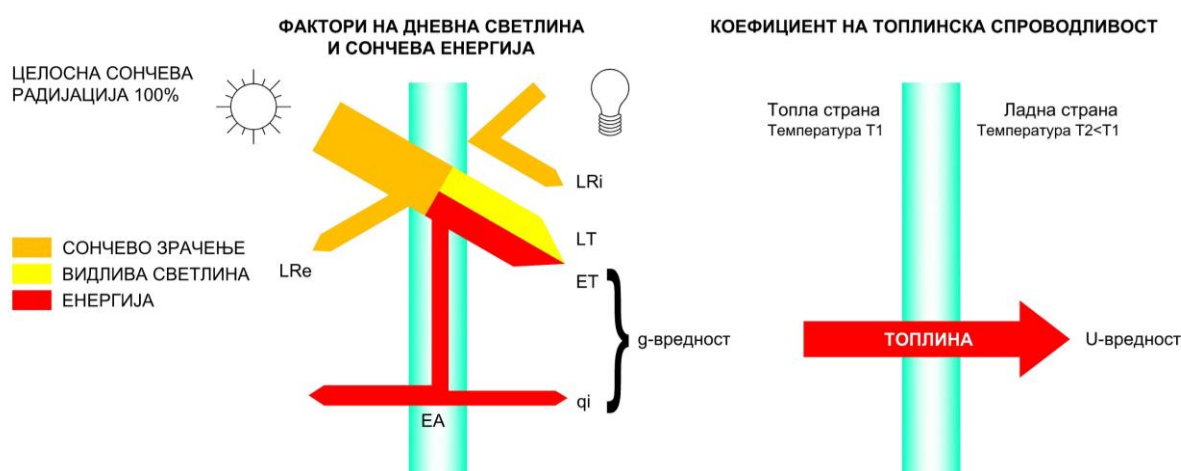
Секој модел на стаклена фасада беше изработен од различни профили, односно од профили од различни производители: „Elvial“, „Reynaers“ и „Schüco“. Секој примерок се состои од четири полиња со стакло, врамени со три вертикални профили и шест хоризонтални профили. Овие примероци беа целосно изработени во погонот на фирмата „Интер Ал-Пин“, со материјалите кои се користат таму (Слика 3.34). Исто така, секој модел има различен тип на стакло:

- **Модел 1** има двослојно стакло составено од две обични стакла “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри исполнет со воздух;

- **Модел 2** има двослојно стакло составено од две стакла, од кои едното обично “Planiclear” со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm 4s Evolution” и другото обично “Planiclear” со дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри, исполнет со аргон 90%;

- **Модел 3** има трослојно стакло составено од три стакла, од кои едното обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm 4s Evolution”, второто обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm XN” и третото обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm XN”, со простор помеѓу нив со дебелина од 14 милиметри, исполнет со аргон 90%.

Стаклото кое се користи во моделите е порачано од производител “Saint Gobain”, со седиште во Романија. Факторите на дневна светлина, сончева енергија и коефициент на топлинска спроводливост, дадени од производителот, графички се прикажани на Слика 3.35.



LT (Visible Light transmittance) - Пренос на видлива светлина: % на видлива светлина што преминува низ стаклото

LRe (External Light Reflectance) - Рефлексија на видлива светлина надвор: % на видлива светлина што се рефлектира надвор

LRI (Internal Light Reflectance) - Рефлексија на видлива светлина внатре: % на видлива светлина што се рефлектира внатре

g-вредност: сончев фактор или коефициент на добивање топлина од сонцето - вкупна сончева енергија која влегува во објектот; се движи од 0 до 1; колку е пониска вредноста на g, толку е поголема енергетската ефикасност на стаклото

SC (Shading Coefficient) - коефициент на засенчување $SC=g/0.87$


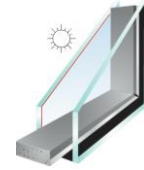
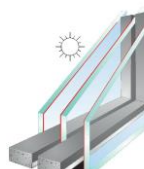
LSG - Селективност: однос помеѓу преносот на светлина (LT) и сончевиот фактор (g); колку е поовисока вредноста на селективноста, толку е подобро стаклото, односно пропушта видлива светлина, но спречува топлина

U-вредност: коефициент на топлинска спроводливост, односно количина на топлина која се пренесува низ застаклувањето како резултат на разлика во температурата надвор и внатре; колку е пониска неговата вредност, толку подобри термоизолациони карактеристики има стаклото

Слика 3.35: Приказ на фактори на дневна светлина и сончева енергија и коефициент на топлинска спроводливост според (Saint Gobain [88])

Главните карактеристики за сите три модели на стаклена фасада: тип на алуминиумски профили, производител, тип и опис на застаклувањето, како и позначајни карактеристики на стаклата (дебелина, тежина, звучна изолација, топлинска спроводливост, соларен фактор и друго), се дадени во Табела 3.6.

Табела 3.6: Споредба на главните карактеристики на трите модели

МОДЕЛ	Алуминиумски профили	Застаклување	Опис на стаклото	Звучна изолација Rw (dB)	Вкупна дебелина (mm)	Тежина (kg/m ²)	Топлинска спроводливост Ug (W/(m ² .K))	Соларен фактор g
 МОДЕЛ 1	REYNAERS (Belgium)	Двојно	- PLANICLEAR 4mm - Меѓупростор: Воздух 16mm - PLANICLEAR 4mm	30	24.00	20.00	2.70	0.80
 МОДЕЛ 2	SCHÜCO (Germany)	Двојно	- PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION - Меѓупростор: Аргон 90% 16mm - PLANICLEAR 4mm	30	24.00	20.00	1.00	0.39
 МОДЕЛ 3	ELVIAL (Greece)	Тројно	- PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN	29	40.00	30.00	0.60	0.35

Во моделите се вградени три различни типови на стакла:

- “Planiclear” со дебелина од 4mm, базично сода-силикатно „float glass“ стакло без премази;
- “Planiclear” со дебелина од 4mm, стакло со премаз “Planitherm 4S Evolution”;
- “Planiclear” со дебелина од 4mm, стакло со премаз “Planitherm XN”.

Во Прилог 1, дадени се табели со основни карактеристики за сите три типа на стакла, кои се применети во моделите, согласно “Assessment and Verification of Constancy of Performance” (AVCP), односно „Систем на проценка и верификација на постојаност на изведба“, дадени од производителот “Saint Gobain”.



Слика 3.36 – 3.39: Трите модели на стаклена фасада [приватни фотографии]

Во Табела 3.7 се дадени цените за профилите и стаклата кои се составен дел од моделите на стаклена фасада. Цените се даваат најчесто во евра на m² површина на стаклена фасада. Профилите од компанијата “Elvial” се за 20% поефтини отколку оние од “Reynaers” и “Schüco”. Точна цена за профилите не може да се каже, бидејќи тоа зависи најмногу од производителот,

како и димензиите и распонот кој се совладува, но генерално, цените се движат од 150 до 240 евра на m^2 фасадна површина. Од друга страна, обично двослојно стакло без премази и исполна со воздух чини 25 €/m², двослојно стакло со премаз “Planitherm 4S Evolution” и исполна со Аргон од 90%, чини 30 €/m², а трослојно стакло со премази “Planitherm 4S Evolution” и “Planitherm XN” и исполна со Аргон од 90%, чини 45 €/m². Овие цени вклучуваат производство, изведба и монтажа на стаклената фасада на објект.

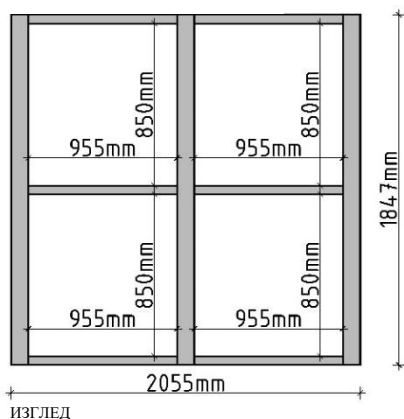
Табела 3.7: Цени за алуминиумски профили и стакло, дадени од производител „Интер Ал-Пин“

МОДЕЛ	Алуминиумски профили	Цена на профили (€/m ²)	Застаклување	Опис на стаклото	Цена на стакло (€/m ²)	Вкупна цена за модел (€/m ²)	Површина на модел (m ²)	Приближна вкупна цена за модел (€)
МОДЕЛ 1	REYNAERS (Belgium)	180-240	Двојно	- PLANICLEAR 4mm - Меѓупростор: Воздух 16mm - PLANICLEAR 4mm	25	205-265	3.80	893
МОДЕЛ 2	SCHÜCO (Germany)	180-240	Двојно	- PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION - Меѓупростор: Аргон 90% 16mm - PLANICLEAR 4mm	30	210-270	3.86	926
МОДЕЛ 3	ELVIAL (Greece)	150-200	Тројно	- PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN	45	195-245	3.83	843

3.4.1. Модел 1

Првиот модел е направен од алуминиумски профили од компанијата “Reynaers”, чие главно претставништво се наоѓа во Белгија. Фасадниот алуминиумски систем се нарекува “Concept Wall® 50 profile system” и нуди неограничена слобода на дизајнот, при што овозможува максимум транспарентност на фасадата. Се карактеризира со висок квалитет и перформанси.

1 МОДЕЛ
ПРОФИЛИ “REYNAERS”



ДИМЕНЗИИ
НА ПРОФИЛИ:

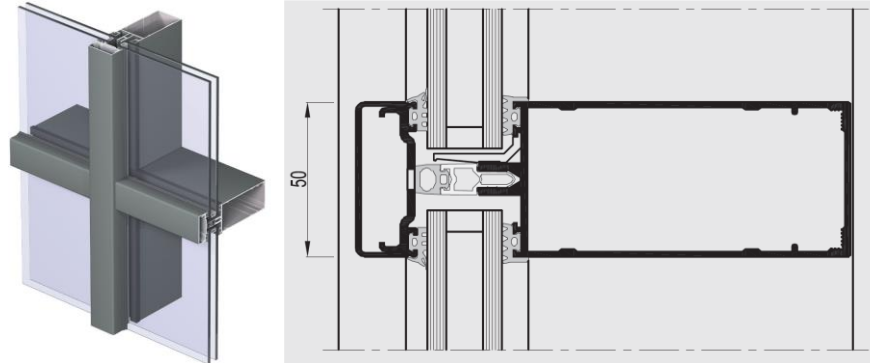
Вертикални
профили:
275/50mm

Хоризонтални
профили:
167/50mm

Слика 3.40: Димензии на модел 1

Широчината на хоризонталниот и вертикалниот профил е стандардна и изнесува 50mm, од естетски причини, бидејќи таа е видлива од предната страна на фасадата, додека должината варира и се димензионира според упатството во каталогот, односно според оптоварувањето.

Должината на вертикалните носачи може да биде од 42 до 300mm, а на хоризонталните од 5 до 193mm. Фискирањето се врши со помош на потисни лајсни, при што меѓу вертикалниот профил и потисната лајсна, неопходно е да се постави термоизолација, за да не дојде до директен контакт помеѓу нив. Потисната лајсна се покрива со украсна лајсна, која може да има најразличен изглед по форма, големина, боја и слично, со што компанијата нуди низа различни фасадни изгледи, кои ќе му дадат автентичност на самиот објект. Димензиите на моделот се дадени на Слика 3.40.



Слика 3.41: Изглед и пресек на алуминиумски систем “Reynaers” според (Reynaers Aluminium CW50 [86])

Моделот 1 има двослојно стакло составено од две обични стакла „Planiclear“ со дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри исполнет со обичен воздух. Во Табела 3.8 се дадени вредности за типот на стаклото од производителот, пресметани преку “CALUMEN® II”, симулациски софтвер за пресметување на клучните перформанси на стаклото. Пресметаните вредности се индикативни и може да се променат. Овие вредности се пресметуваат според стандардите EN410-2011 и EN673-2011. Толеранциите се дефинирани според стандардите EN 1096-4 или ISO9050-2003, според (Saint Gobain [88]).

Табела 3.8: Вредности за типот на стаклото, дадени од производителот во првиот модел, според (Saint Gobain [88])

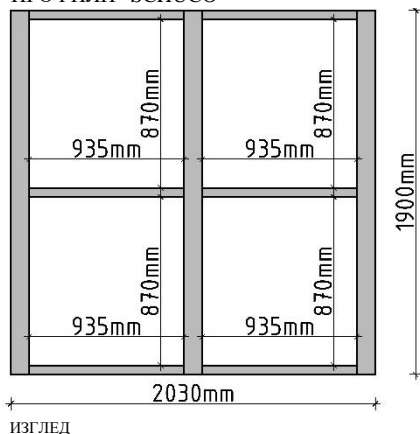
	Прво стакло	PLANICLEAR 4.00mm
	Простор помеѓу стакла	Воздух 16.00mm
	Второ стакло	PLANICLEAR 4.00mm

Звучни фактори	Звучна изолација	Rw(C;Ctr) = 30(-1;-3) dB
Димензии	Номинална дебелина	24.0 mm
	Тежина	20.0 kg/m ²
Светлосни фактори	Трансмисија на светлина	83%
	Надворешна рефлексија	15%
	Внатрешна рефлексија	15%
Енергетски фактори	Трансмисија на енергија	77%
	Надворешна рефлексија	14%
	Внатрешна рефлексија	14%
	Абсорпција A1	5%
	Абсорпција A2	4%
Сончеви фактори	g	0.80
	Коефициент на засенчување	0.92
Топлинска спроводливост	Ug	2.7 W/(m ² .K)

3.4.2. Модел 2

Вториот модел е направен од алуминиумски профили „Schüco“, компанија која нуди елеганција на фасадниот изглед со ниска топлинска спроводливост на профилите според пасивен стандард, како и носивост на големи стаклени панели со тројно или двојно застаклување - висококвалитетни фасадни решенија во поглед на архитектурата и технологијата. Профилите кои се видливи само од внатрешната страна, даваат едноставен изглед на надворешната фасада, односно изглед на стакло со тенки препреки.

2 МОДЕЛ
ПРОФИЛИ “SCHÜCO”



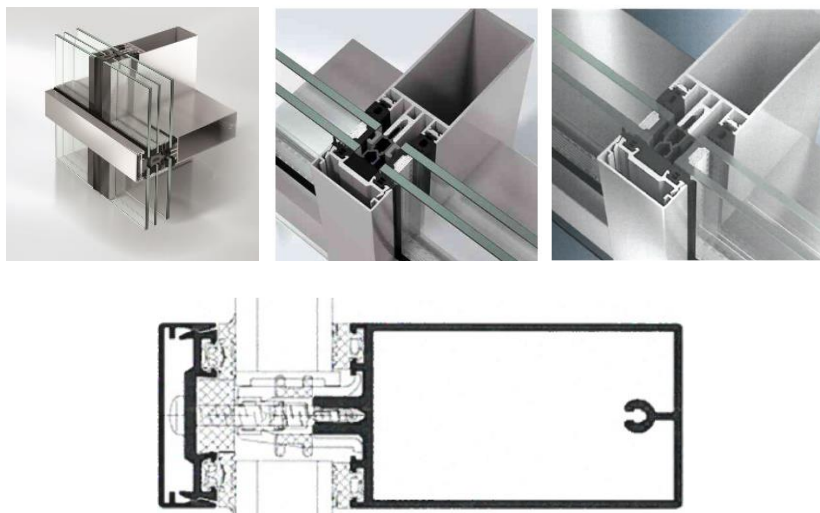
ДИМЕНЗИИ
НА
ПРОФИЛИ:

Вертикални
профили:
270/50mm

Хоризонтални
профили:
100/50mm

Слика 3.42: Димензии на модел 2


Димензиите на моделот и на профилите се дадени на Слика 3.42. Широчината на хоризонталниот и вертикалниот профил е стандардна, 50mm, додека, должината варира и се димензионира според упатството во каталогот, односно во зависност од големината на товарите. Должината на вертикалните профили се движи од 226 до 446mm.



Слики 3.43 – 3.46: Изглед и пресек на “Schüco” според (*Aluminium – Profilverfahren Aluminum Profile Technology* [5])

Моделот има двослојно стакло составено од две стакла, од кои едното обично “Planiclear” со дебелина од 4 милиметри со премаз “Planitherm 4s Evolution” и другото обично “Planiclear” со дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри, исполнет со аргон 90%. Во Табела 3.9 се дадени вредности за типот на стаклото од производителот, пресметани преку “CALUMEN® II”, симулациски софтвер за пресметување на клучните перформанси на стаклото. Пресметаните вредности се индикативни и може да се променат. Овие вредности се пресметуваат според стандардите EN410-2011 и EN673-2011. Толеранциите се дефинирани според стандардите EN 1096-4 или ISO9050-2003, според (Saint Gobain [88]).

Табела 3.9: Вредности за типот на стаклото во вториот модел, дадени од производителот, според (Saint Gobain [88])

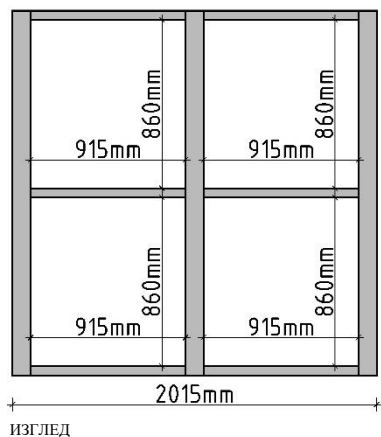
	Прво стакло	PLANICLEAR 4.00mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION
	Простор помеѓу стакла	Argon 90% 16.00mm
	Второ стакло	PLANICLEAR 4.00mm

Звучни фактори	Звучна изолација	$R_w(C;Ctr) = 30(-1;-3) \text{ dB}$
Димензии	Номинална дебелина	24.0 mm
	Тежина	20.0 kg/m ²
Светлосни фактори	Трансмисија на светлина	61%
	Надворешна рефлексија	22%
	Внатрешна рефлексија	26%
Енергетски фактори	Трансмисија на енергија	37%
	Надворешна рефлексија	39%
	Внатрешна рефлексија	44%
	Абсорпција A1	23%
	Абсорпција A2	1%
Сончеви фактори	g	0.39
	Коефициент на засенчување	0.45
Топлинска спроводливост	U _g	1.0 W/(m ² .K)

3.4.3. Модел 3

Третиот модел е направен од алуминиумски профили од производител “Elvial”, чиј погон за производството се наоѓа во Грција. Компанијата „Интер Ал – Пин“ најмногу соработува со овој производител, бидејќи нивните профили имаат прифатливи цени, а одлични перформанси и ги задоволуваат бараните стандарди за квалитет. Исто така, локациски се блиску до нашата земја, па транспортот е поефтин. Цената на профилите “Elvial” е за 20% пониска од цената на профилите “Reynaers” и “Schüco”. Токму поради тоа, најголемиот дел од стаклените фасади во Македонија, имаат алуминиумски профили “Elvial”. Димензиите на третиот модел и димензиите на профилите од кој истиот е составен, се дадени на Слика 3.47. За разлика од претходните два типови на профили “Reynaers” и “Schüco”, кај профилите “Elvial”, широчината изнесува 55mm, а должината варира во зависност од распонот кој се совладува и големината на оптоварувањето, кое се пресметува.

3 МОДЕЛ
ПРОФИЛИ “ELVIAL”

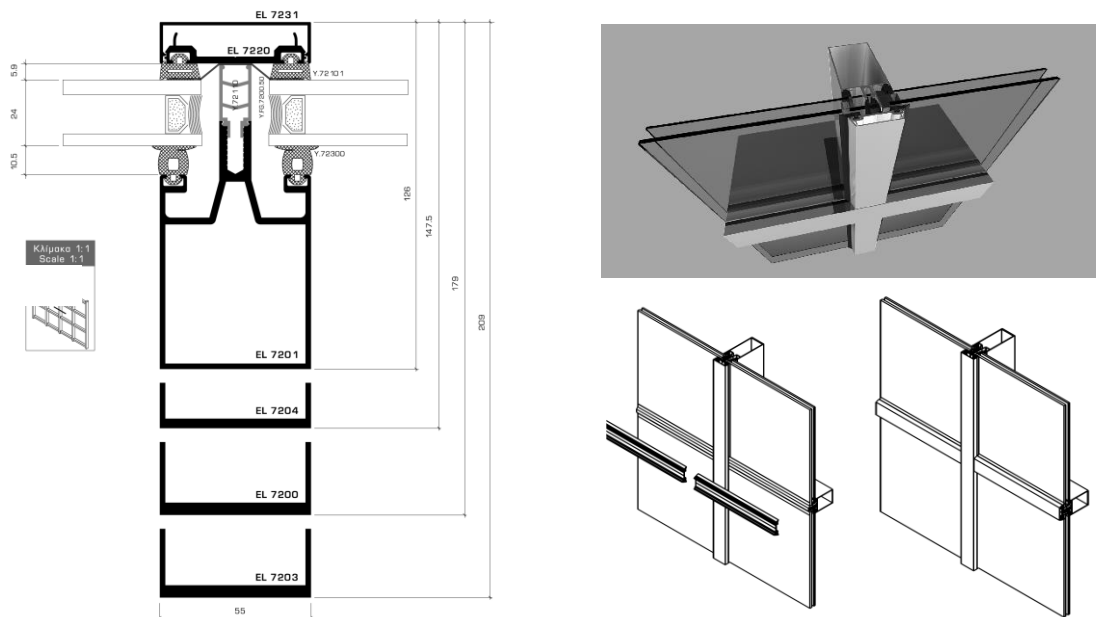


ДИМЕНЗИИ
НА
ПРОФИЛИ:

Вертикални
профили:
178.5/55mm

Хоризонтални
профили:
60/55mm

Слика 3.47: Димензии на модел 3



Слика 3.48: Изглед и пресек на систем на стаклена фасада со профили од производител “Elvial” според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

Третиот модел се состои од трослојно стакло составено од три стакла, од кои едното обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри и премаз “Planitherm 4s Evolution”, второто обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри и премаз “Planitherm XN” и третото обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри и премаз “Planitherm XN”, со простори, помеѓу стаклата со дебелина од 14 милиметри, исполнети со благороден гас - аргон од 90%.

Табела 3.10: Вредности за типот на стаклото во третиот модел, дадени од производителот, според (Saint Gobain [88])

	Прво стакло	PLANICLEAR 4.00mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION
	Простор помеѓу стакла	Argon 90% 14.00mm
	Второ стакло	PLANICLEAR 4.00mm со премаз PLANITHERM XN
	Простор помеѓу стакла	Argon 90% 14.00mm
	Трето стакло	PLANICLEAR 4.00mm со премаз PLANITHERM XN

Звучни фактори	Звучна изолација	Rw(C;Ctr) = 29(-2;-5) dB
Димензии	Номинална дебелина	40.0 mm
	Тежина	30.0 kg/m ²
Светлосни фактори	Трансмисија на светлина	55%
	Надворешна рефлексија	22%
	Внатрешна рефлексија	24%
Енергетски фактори	Трансмисија на енергија	30%
	Надворешна рефлексија	40%
	Внатрешна рефлексија	42%
	Абсорпција A1	24%
	Абсорпција A2	4%
Сончеви фактори	g	0.35
	Коефициент на засенчување	0.40
Топлинска спроводливост	Ug	0.6 W/(m ² .K)

Во Табела 3.10 се дадени вредности за типот на стаклото од производителот, пресметани преку “CALUMEN® II”, симулациски софтвер за пресметување на клучните перформанси на стаклото. Пресметаните вредности се индикативни и може да се променат. Овие вредности се пресметуваат според стандардите EN410-2011 и EN673-2011. Толеранциите се дефинирани според стандардите EN 1096-4 или ISO9050-2003, според (Saint Gobain [88]).

3.5. Заклучоци

Во текот на годините, производството на стакло еволуирало на многу начини, а денес се произведува секаков вид на стакло за најразлични намени и со најразлични форми, при што начинот на производство ја одредува намената на стаклото. Секој дел од производниот процес влијае на конечниот производ тргнувајќи од компонентите во мешавината, преку процесот на формирање на стаклото и завршниот метод. Во модерниот начин на производство, најбитен е квалитетот на состојките и нивната пропорција. Дури и најмали варијации во миксот може да ги променат својствата на финалниот производ, како и механичкото однесување на стаклото при оптоварување. Дебелината со која се произведува стаклото е 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19 и 25mm, во зависност од неговата намена. Стандардни димензии се 3,21 на 6 метри. Поголеми можат да се произведат, но проблем претставува нивниот транспорт, така што нивното производство е навистина ретко.

Постојат најразлични видови на стакла: стакло добиено со процес на бавно ладење, кое е најосновното стакло (уште се вика „float glass“, бидејќи во процесот на производство, стаклото „плови“ над калајот); стакло зајакнато со помош на топлина, кое може да биде делумно или целосно калено стакло; хемиски зајакнато стакло; ламинирано стакло; термоизолационо стакло; топло свиткано стакло; ладно свиткано стакло со ламинирање или при процес на монтажа и слично. Подетален опис на различните видови на стакла и нивна класификација е дадено во магистерската теза со наслов „Стаклото како градежен материјал и негова примена во високоградбата“, (Милошевска [118]).

Кај стаклените фасади, особено во Македонија, најчесто се користи термоизолационо стакло, иако и употребата на ламинирано стакло е сè поголема, особено во објекти каде се бара поголема безбедност за корисниците. Термоизолационото стакло е композиција составена од две или три стакла, при што просторот помеѓу стаклата е исполнет со воздух или друг гас, најчесто аргон, со цел да се намали преносот на топлина низ обвивката на објектот. На стаклата кои се составен дел од термоизолационото стакло, може да се постават најразлични премази, со цел да се подобрат нивните карактеристики. Кај термоизолационото стакло, најважно е да се посвети внимание на поврзувањето на поединечните стакла и нивното запечатување. Термоизолационото стакло, со исполна од аргон и нискоемисиони премази, ги задоволува барањата за енергетска ефикасност, па заради тоа наоѓа широка примена кај стаклените фасади.

При димензионирањето на термоизолационото стакло, се земаат предвид: надворешни товари (ветер, снег, термички, постојани и корисни товари), внатрешни товари (температурни разлики, притисок од метеролошки промени и внатрешен притисок), димензиите и дебелината на стаклата и просторот помеѓу нив. Стаклата се димензионираат според збирот од товарите кои дејствуваат во ист правец за секое стакло поединечно.

Во нашата земја не постои погон за производство на стакло, па заради тоа, стаклото се увезува од надвор, најчесто од производителот “Saint Gobain” од Романија, кој нуди стакла со висок квалитет, како и со најразлични видови на премази. Компанијата „Интер Ал-Пин“ располага со погон за производство на термоизолационо стакло, така што кога обичното „float“ стакло ќе се достави од страна на производителот, тоа подлежи на понатамошен процес на сечење, миеење, проверка и контрола. По извршената контрола, стаклата се поврзуваат и се поставуваат дистанцер по рабовите, со помош на преса, а просторот помеѓу стаклата се исполнува со воздух или аргон. Количината на аргонот се препорачува да биде над 90%. На крајот се врши

втора фаза на запечатување, односно китирање по должината на рабовите. На тој начин термоизолационото стакло е херметички затворено.

Носачите на стаклените фасади можат да бидат од различни материјали, но во Македонија најчесто се користат алуминиумски носачи, односно профили со кутијаста форма, заради убавиот естетски изглед. Постојат повеќе производители на алуминиумски профили, меѓу кои најупотребувани во нашата земја се: „Elvial“ од Грција, „Reynaers“ од Белгија и „Schüco“ од Германија. Вертикалните алуминиумски профили се прицврстуваат за примарната конструкција на објектот, која може да биде од различни материјали, најчесто армиран бетон или челик, додека хоризонталните профили се прицврстуваат за вертикалните профили. Оваа врска, треба да се изведе перфектно, бидејќи е клучна за квалитетот на фасадата. Спојувањето не се врши во погон, туку на објект, директно на местото каде се поставува стаклената фасада, па оттука треба да се обрне посебно внимание на процесот на монтажа. Врските помеѓу стаклото и профилите и помеѓу хоризонталните и вертикалните профили се клучни, посебно кога станува збор за отпорност на продор на воздух, водонепропустливост и издржливост на товари од ветер. Тие исто така влијаат на целокупниот коефициент на топлинска спроводливост на самата фасада. Доколку не се изведат како што треба, квалитетот на поединечните елементи (стакла и профили) нема значење. При монтирање на стаклените фасади, исто така, не смее да дојде до директен контакт помеѓу стаклото и алуминиумскиот носач, односно меѓу нив се поставува синтетичко гумено дихтување, по целата должина.

Испитувањата за издржливоста на стаклените фасади се базираат на правилото дека максималната дозволена деформација (f_{max}) под дејство на товари не смее да ја надмине дозволената деформација одредена со пропишани стандарди. Главните товари на кои е изложена стаклената фасада се товарите од ветер и тежината од стаклото, при што вертикалните профили се изложени на товари од ветер, додека хоризонталните профили се изложени на товари од ветер и товари од тежината на стаклото. Широчината на профилите е иста, од естески причини, односно складен фасаден изглед, но должината зависи од распонот кој го совладуваат профилите, растојанието меѓу нив и товарите кои фасадата треба да ги прими. Најбитно од сите натоварувања е натоварувањето од ветер, при што степенот на натоварување од ветер зависи од повеќе фактори, меѓу кои надморската висина, локацијата и висината на објектот. Со трите параметри: оптоварување од ветер, висина на профилите и растојание помеѓу нив, може да се димензионира профилот. Во каталозите од производителите на профилите постојат дијаграми каде со криви е даден односот помеѓу висината и распонот помеѓу профилите за различно натоварување од ветер. Секоја крива одговара на различна димензија на профил. Моментот на инерција на носачите, може да се пресмета по формула, доколку се знаат димензиите на фасадата и товарите, а потоа врз основа на моментот на инерција да се одбере соодветен профил.

За потребите на ова истражување, компанијата „Интер Ал-Пин“ од Скопје, изработи три различни модели од стаклени фасади, кои се типични и најмногу се употребуваат во нашата земја, со различни типови на алуминиумски профили, односно носачи, од различни производители и различни типови на стакла, двослојни и трослојни, со и без премази и со различна исполна помеѓу стаклата.

Секој модел на стаклена фасада беше изработен од различни профили, односно од профили од различни производители: „Elvial“ од Грција, „Reynaers“ од Белгија и „Schüco“ од Германија. Секој примерок се состои од 4 полиња со стакло, врамени со 3 вертикални профили и 6 хоризонтални профили. Овие примероци беа целосно изработени во погонот на фирмата „Интер Ал-Пин“, со материјалите кои се користат таму. Застаклувањето е различно кај секој модел, и тоа:

- **Модел 1** има двослојно стакло составено од две обични стакла „Planiclear“, со дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри исполнет со воздух;

- **Модел 2** има двослојно стакло составено од две стакла, од кои едното обично „Planiclear“ со дебелина од 4 милиметри, со премаз „Planitherm 4s Evolution“ и другото обично „Planiclear“ со

дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри, исполнет со аргон 90%;

- **Модел 3** има трослојно стакло составено од три стакла, од кои едното обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm 4s Evolution”, второто обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm XN” и третото обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm XN”, со простор помеѓу нив со дебелина од 14 милиметри, исполнет со аргон 90%.

Првиот модел има застаклување со коефициент на топлинска спроводливост $2.7 \text{ W/m}^2\text{K}$, кој ги надминува дозволените граници. Според табела П4-2 од Правилникот за енергетски карактеристики на згради (Службен весник на Р. Македонија [130]), дозволениот коефициент на топлинска спроводливост на прозорци и балконски врати со метални рамки со двослојно или трослојно застаклување со исполна од воздух или благороден гас, со или без нискоемисионен премаз изнесува максимум $2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Вториот модел има застаклување со коефициент на топлинска спроводливост $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$, додека третиот модел има застаклување со коефициент на топлинска спроводливост $0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$, што е пониско од дозволената вредност согласно гореспоменатиот Правилник.

4. Методи и резултати

4.1. Анализа на административни објекти во Македонија

4.1.1. Градежна обвивка на објектот

Главната задача на обвивката на зградата е да го затвори и заштити внатрешниот простор, но истовремено да овозможи здраво, удобно живеење и квалитетна средина за корисниците. Обвивката може да биде нетранспарентна и транспарентна. Транспарентниот дел од обвивката најчесто се постигнува со застаклување и е од особено значење, бидејќи придонесува за низа придобивки: интеракција со надворешната средина и поврзување со природата; создавање на удобност, благосостојба и убаво чувство кај корисниците, како и здрава, продуктивна средина; продирање на дневна светлина и намалување на трошоците за осветлување; внесување на сончева топлина и намалување на трошоците за греење во зима и многу други. Влијанието на транспарентниот дел од фасадата зависи од повеќе фактори, меѓу кои: проектот, како одраз на креативноста на архитектот, техничките и технолошките карактеристики, енергетската ефикасност, одржливоста, влијанието на животната средина и друго.

За транспарентниот дел најчесто се користи повеќеслојно термоизолационо рамно стакло, кое има подобрени градежни и физички својства, со користење на нискоемисиони премази и исполна со благородни гасови помеѓу стаклата. Овој елемент се нарекува застаклување. Застаклувањето ретко се заменува со други материјали како поликарбонати или други видови на пластични материјали, бидејќи истите не постигнуваат добри својства како стаклото.

Динамичките енергетски текови се поинтензивни на застаклените делови од обвивката на зградата, во споредба со оние на нетранспарентните делови. Како резултат на тоа, стаклените површини, од една страна, нудат многу можности за подобрување на условите за живеење, а од друга страна, предизвикуваат голем број на проблеми, како на пример чувство на студ во зима, прегревање во лето, ефект на блесок и попречување на работата и слично. Сепак, застаклените површини, за разлика од нетранспарентните делови од обвивката, овозможуваат директно искористување на сончевата енергија. Во исто време, поради уникатните својства на стаклото, транспарентноста му нуди на проектантот многу експресивни можности, како креативна употреба на обоено стакло, користење на рефлексјата од стаклените фасади и светлосните ефекти кои тие ги нудат во разни услови и слично. Големината на застаклувањето, исто така, има големо влијание врз обвивката. Поголема застаклена површина овозможува поголем внес на дневна светлина подлабоко во внатрешноста. Соодветното дневно осветлување е од особена важност, особено за објекти со поголеми димензии без внатрешен атриумски простор, како на пример хотели, болници, трговски центри и слично. Кај вакви објекти со поголеми димензии, потребно е застаклувањето да биде што поголемо, со цел да се постигне внес на дневна светлина и во најодалечените места од фасадата на објектот.

Големите застаклени површини овозможуваат проток на големи количини на енергија од сончевото зрачење од надвор кон внатре, што може да биде важно за енергетскиот биланс на зградата. Во грејната сезона овој проток на енергија, која се добива од сончевото зрачење, се смета за корисен, но во летниот период, сончевото зрачење може да доведе до прегревање на внатрешниот простор. Како последица на тоа, се јавува дополнителна употреба на енергија за интензивно механичко ладење. Употребата на енергија за механичко ладење се зголемува доколку застаклувањето нема соодветна топлинска изолација, доколку зафаќа преголема површина, има несоодветен квалитет, поставено е на несоодветна ориентација или нема соодветна заштита од сонце.

Со цел да се зголеми контролата и способноста за регулирање на преминот на сончевата енергија низ застаклувањето, неопходно е да се постават уреди за заштита од сонце, односно контрола на сончевото зрачење. Најефикасен начин за заштита, кој спречува директната сончева светлина и топлина да продре преку застаклувањето е поставување на подвижни, прилагодливи надворешни уреди за заштита од сонце. Кај овие уреди, наклонот на составните елементи може

да се прилагоди во однос на аголот под кој паѓаат сончевите зраци за максимална заштита. Како заштита од сонце, но со помал ефект, се користат најразлични премази на стаклото (застаклување со премази и адитиви, фолии, печати, емајл, фотоволтаични ќелии, метална мрежа и така натаму). Технолошки најнапредна заштита овозможува застаклување со варијабилна пропустливост на сончевото зрачење која реагира и се прилагодува еднадвор во зависност од стимулацијата (на пример, фотохроматско или термохроматско застаклување).

4.1.2. Опис на анализирани административни објекти

Во Македонија, интересот за стаклени фасади е во постојан пораст, особено во последните неколку децении, според информациите добиени од Системот за електронско издавање одобренја за градење², каде што се ажурираат сите податоци за зградите. Најголем интерес за стаклени фасади има пред се кај административните објекти, националните институции, комерцијалните и спортските објекти.

Со цел да се согледа каква е состојбата во Македонија и каков е интересот за користење на современи стаклени фасадни технологии, анализирани се околу 30 административни објекти. Причината зошто се избрани токму административни објекти е главно поради тоа што овие објекти најчесто имаат застаклен дел од фасадата со поголеми димензии, во споредба со зградите со други намени. Понатаму, инвеститорите се мотивирани да користат високо-технолошки материјали и квалитетни системи во административните згради, со цел да се постигне атрактивен надворешен изглед и да се привлече вниманието на потрошувачите. Дополнително, застаклените делови ја подобруваат функционалноста на внатрешниот простор. Одбрани се објекти со поголем волумен и поголеми фасадни површини, кои најчесто немаат соодветна заштита од сончевото зрачење. Анализирани објекти имаат различен волумен и различни димензии. Нивната спратност варира од П+3 до П+9 ката. Застаклената површина е различна, односно кај некои објекти зафаќа поголем, кај некои објекти - помал дел од фасадата, а има и објекти кои се целосно застаклени. Типот на стакло кој е искористен во стаклените фасади, исто така, варира за различни објекти. Најчесто се користи двослојно термоизолационо стакло. Ретко каде се користи трослојно стакло. Конструкцијата на стаклената фасада најчесто е направена од алуминиумски профили.

За разгледување на влијанието на сончевото зрачење, позначајни се повисоките згради, особено повисоките катови кои преку застаклените фасадни површини се изложени на директен влез на сончевите зраци во внатрешноста. Навлегувањето на сончевото зрачење зависи од повеќе фактори: ориентацијата на објектот, неговата големина, површината и ориентацијата на застаклувањето, квалитетот на стаклените површини, планирањето и употребата на уреди за сончева заштита и слично.

Објектите кои се предмет на анализа се наоѓаат во градот Скопје, и тоа повеќето во самиот центар, додека мал дел од нив се наоѓаат и во поодалечените населби од центарот. Дел од објектите се дадени на Слика 4.1.1. Во последните години, Скопје е град со најмногу градежни активности, како и најмногу издадени одобренја за градење. Се градат најразлични типови на објекти: станбени, административни, комерцијални, национални, индустриски, спортски и така натаму. Административни објекти се градат и во другите градови како Тетово, Гостивар, Охрид, Битола, Прилеп и слично, но не со толкав интензитет како во градот Скопје. Анализирани објекти се градени во последните 20 години, но најголем дел од нив, во последните 10. Првите нивоа (приземје, мезанин и први кат) од објектите најчесто имаат мешана намена: комерцијални и услужни дејности. Погорните нивоа најчесто имаат административна намена, односно претставуваат канцелариски простор.

² <https://www.gradezna-dozvola.mk/Account/Login?ReturnUrl=%2f> (accessed 25th of March 2019)



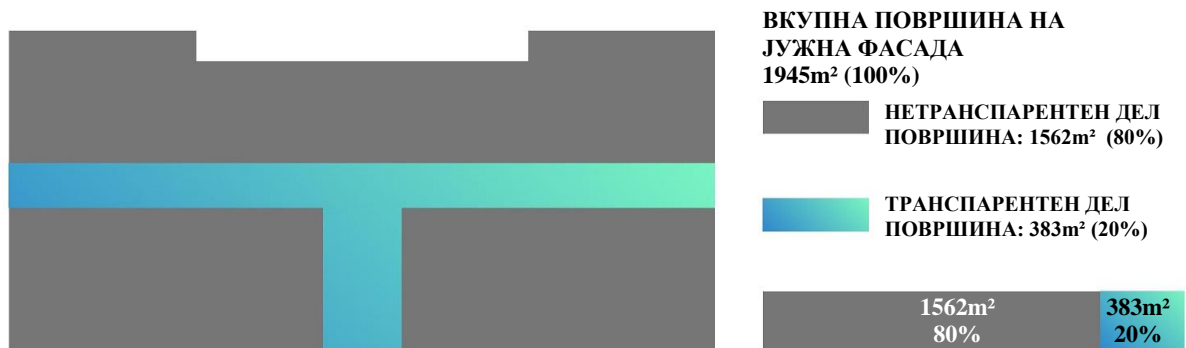
Слика 4.1.1: Селектирани административни објекти со стаклени фасади во Македонија

4.1.3. Метод на анализа на застаклената површина

За секој административен објект беше направена анализа, поединечно за секоја негова фасада. За дел од објектите од ова истражување, беше обезбедена целокупната проектна документација, па за анализа беа искористени графичките прилози „Фасади“ од Основниот Проект, Фаза Архитектура. За секоја фасада беше измерена фасадната површина која е застаклена, односно транспарентна и фасадната површина која не е застаклена, односно нетранспарентна. Пример за овој начин на анализа е даден на Слика 4.1.2 за јужната фасада на објектот “Capitol Mall and Residence”, каде застаклениот дел зафаќа 20%, а незастаклениот 80% од целокупната фасадна површина.

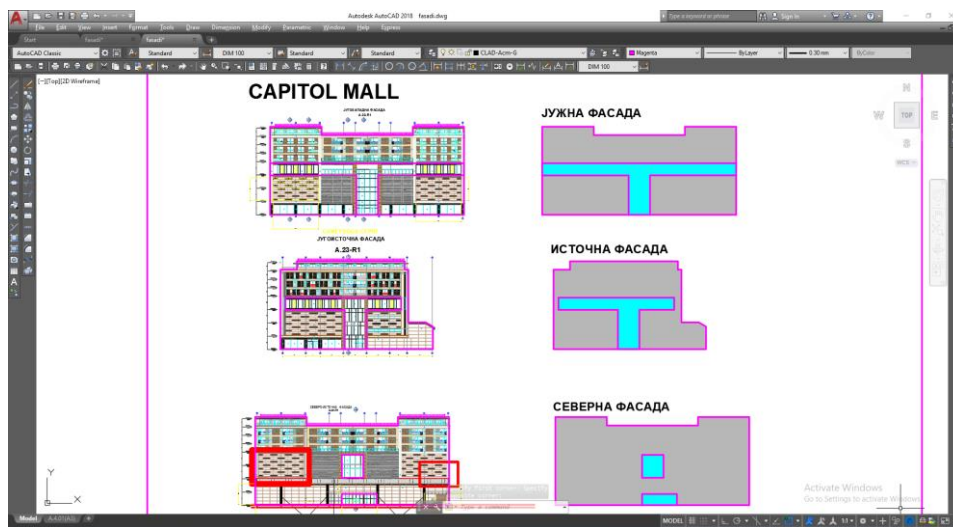


ЈУЖНА ФАСАДА (ЦРТЕЖ ОД ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦИЈА)



Слика 4.1.2: Метод на мерење на застаклена површина на јужна фасада, според графички прилог за објект “Capitol Mall and Residence”

Мерењето на површините на застаклениот и незастаклениот дел од фасадите на административните објекти, беше направено во софтверот „AutoCAD“, каде беа импортирани графичките прилози „Фасади“ од објектите и беше направено шрафирање на застаклениот и незастаклениот дел, врз основа на тие прилози (Слика 4.1.3). На тој начин, беа добиени податоци во m² за површината на сите делови од фасадата, за секоја фасада поединечно. Понатаму, овие податоци беа внесени во табела, дадена во Прилог 2, заедно со сите потребни информации за објектите: назив на објект, фотографија, тип и намена на објект, проектант и проектантско биро, година на градба, карактеристики на стаклената фасада, производител на стаклената фасада, површина на застаклен и незастаклен дел во метри квадратни и во проценти за секоја фасада поединечно, како и присуство на уреди за заштита од сонце, поделени во три категории: никаква, делумна и целосна заштита.



Слика 4.1.3: Мерење на застаклена и незастаклена површина во софтверот “AutoCAD”



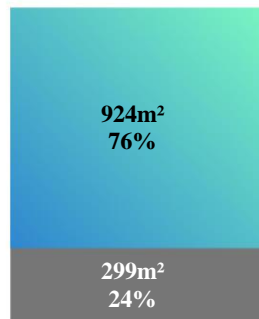
ОСНОВА НА ОБЈЕКТ (Google Map)



ВКУПНА ПОВРШИНА НА ИСТОЧНА ФАСАДА 1223m² (100%)

■ НЕТРАНСПАРЕНТЕН ДЕЛ ПОВРШИНА: 299m² (24%)

■ ТРАНСПАРЕНТЕН ДЕЛ ПОВРШИНА: 924m² (76%)



ШРАФУРА НА ПОВРШИНИ



ФОТОГРАФИЈА ОД ИСТОЧНА ФАСАДА

Слика 4.1.4: Мерење на застаклена површина на источна фасада, според фотографија ставена во соодветен размер за објект “Soravia Center”

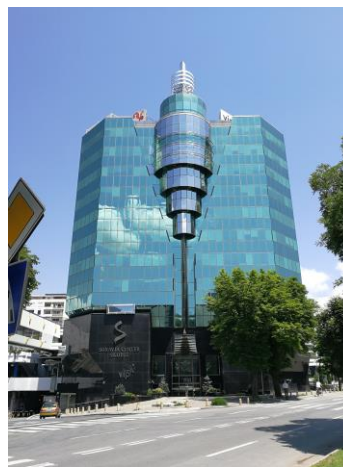
За оние објекти, за кои не беше возможно да се добие проектна документација, принципот на мерење на застаклувањето беше поинаков. За секоја фасада од овие објекти, беше направена фронтална фотографија, која заедно со основата на објектот превземена од “GoogleMap”, беше импортирана во компјутерскиот софтвер “AutoCAD” и поставена во соодветен размер, според размерникот на мапата (Слика 4.1.4). Понатаму беше направено шрафирање на застаклениот и незастаклениот дел од фотографијата и пресметка на површините во m^2 . Овие податоци исто така беа внесени во табелата дадена во Прилог 2.

Оваа постапка беше повторена за сите административни објекти, кои беа предмет на анализа. Вкупната фасадна површина, која беше анализирана е $132\,112m^2$. Сите податоците беа внесени во табелата од Прилог 2, каде во софтверот “Excel” беа направени сите понатамошни пресметки. Од овие обработени податоци, понатаму произлегоа граfiците и табелите за анализа на примерок од административни објекти во Македонија.

4.1.4. Метод на анализа на уредите за сончева заштита

Без оглед што заштитата од сончевото зрачење е од клучно значење за објектите каде има голема стаклена површина и игра голема улога врз енергетската ефикасност на истите, може да се согледа дека на овој сегмент многу малку се обрнува внимание во процесот на проектирање и изведба на стаклените фасади кај објектите, особено кај административните објекти во Македонија. Ова претставува голем проблем, бидејќи во нашата земја во лето се достигнуваат многу високи температури, дури и над $40^{\circ}C$, па многу често доаѓа до прегревање на внатрешниот простор, а со тоа и користење на дополнителна енергија за негово механичко ладење. Речиси во сите објекти каде нема надворешни уреди за заштита од сонце, дополнително се поставуваат внатрешни елементи како завеси, венецијанери и слично, но овие уреди имаат многу послаб ефект. Најдобра заштита од сонце во лето, сепак се надворешните подвижни уреди кои може да ја менуваат својата позиција, во однос на аголот под кој паѓаат сончевите зраци. Овие уреди, овозможуваат непречено навлегување на топлината во зима, со цел максимално да се искористи енергијата од сонцето.

За да се добијат податоци за тоа колку во нашата земја се обрнува внимание на оваа проблематика, се запишуваат податоци за поставување на уреди за заштита од сонце за секоја фасада поединечно. Објектите беа сортирани на следниот начин: објекти со целосна (Слика 4.1.5), објекти со делумна и објекти без никаква заштита од сончево зрачење (Слика 4.1.6). И овие податоци беа подредени во табелата дадена во Прилог 2, а оттаму произлегоа резултатите кои се прикажани граfiчки.



Слики 4.1.5 и 4.1.6: Објект со правилно и целосно поставени надворешни уреди за заштита од сонце и објект без соодветна надворешна заштита од сонце

4.1.5. Резултати и дискусија од анализа на административни објекти во Македонија

4.1.5.1. Процент на стаклени површини во административни објекти

Во првиот дел од оваа анализа беше разгледувано колкав е застаклениот дел од фасадната површина на објектите. Под поимот застаклување се подразбира: прозорци, балконски врати и стаклени фасади. Од вкупната анализирана површина на фасадите ($132\,112\text{m}^2$), $58\,729\text{m}^2$ е застаклена површина, односно 44% од фасадата е застаклена, додека 56% е нетранспарентен дел (График 4.1.1). Ова покажува дека прилично голем дел од фасадата припаѓа на застаклувањето.

Застаклена и незастаклена површина на фасада

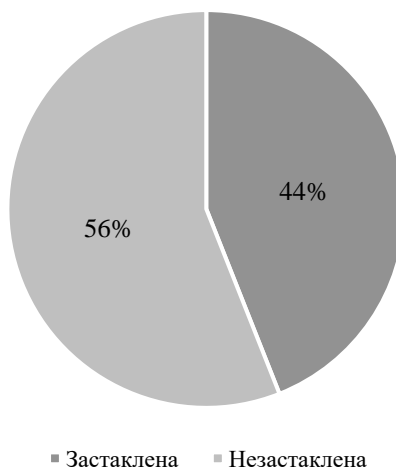


График 4.1.1: Процент на застаклена и незастаклена површина на целата фасада од анализираните објекти

4.1.5.2. Процент на стаклени површини за секоја фасада поединечно во административни објекти

Ориентацијата на фасадните површини е еден од клучните параметри за навлегувањето на сончевото зрачење во објектите. Затоа е битно да се направи анализа на застаклувањето на секоја фасада поединечно. Табела 4.1.1 дава податоци за процентот на застаклување на источната, јужната, западната и северната фасада поединечно.

Табела 4.1.1: Процент на застаклена и незастаклена површина за секоја фасада поединечно

Фасадна ориентација	Застаклена површина	Незастаклена површина
Источна	44%	56%
Јужна	49%	51%
Западна	44%	56%
Северна	43%	57%

Од Табела 4.1.1 може да се види дека застаклувањето претежно зафаќа приближно ист процент од фасадата без разлика на ориентацијата на истата. Застаклувањето се движи од 44% за источната и западната фасада, 49% за јужната фасада и 43% проценти за северната фасада. Разликата во процентот на застаклување е минимална, иако сепак може да се утврди дека на јужната фасада, каде сончевото зрачење е најголемо има најголем процент на застаклување (49%), додека на северната фасада каде сончевото зрачење е најмало има најмал процент на застаклување (43%). На источната и западната фасада, застаклувањето е со ист процент (44%).

При анализата на објектите може да се заклучи една тенденција на застаклување која не е поврзана со ориентацијата кон исток, запад, север и југ, туку со ориентацијата на објектот кон главната сообраќајница. Па така, најголемата застаклена површина на објектите најчесто се

јавува на фасадата која е ориентирана кон главната улица, од каде најчесто е и пристапот до објектот, како најатрактивна фасада и фасада која е во фокусот на минувачите. На задните фасади најчесто не се обрнува толку внимание, па на нив обично нема големи стаклени фасадни површини, туку само прозорци заради функционалност на просториите. Овој начин на проектирање, иако естетски е оправдан, од функционална гледна точка би требало да се избегнува, односно застаклените делови да се поставуваат согласно барањата на внатрешните простории.

4.1.5.3. Процент на застаклување на фасадните површини во различни периоди на градење на објектите

Во анализата, земени се објекти кои се градени од 2000та година па наваму. Речиси половина од анализираните објекти се градени во периодот од 2000 до 2009 година, додека останатите објекти се изградени во периодот од 2010 до 2018 година.

Од График 4.1.2, може да се види дека процентот на застаклување на фасадите е значително намален во последните 3 години, за разлика од периодот од 2000 до 2004та година. Во последните три години, процентот на застаклување изнесува 39%, за разлика од периодот од 2000 до 2004та година, кога изнесувал 48%. Ова може да биде последица од „Проектот Скопје 2014“ и изградба на објекти во барокен и неокласицистички стил, каде стаклените фасади се во заден план, додека декорациите и орнаментите се оние кои доминираат на фасадата како нетранспарентни елементи.

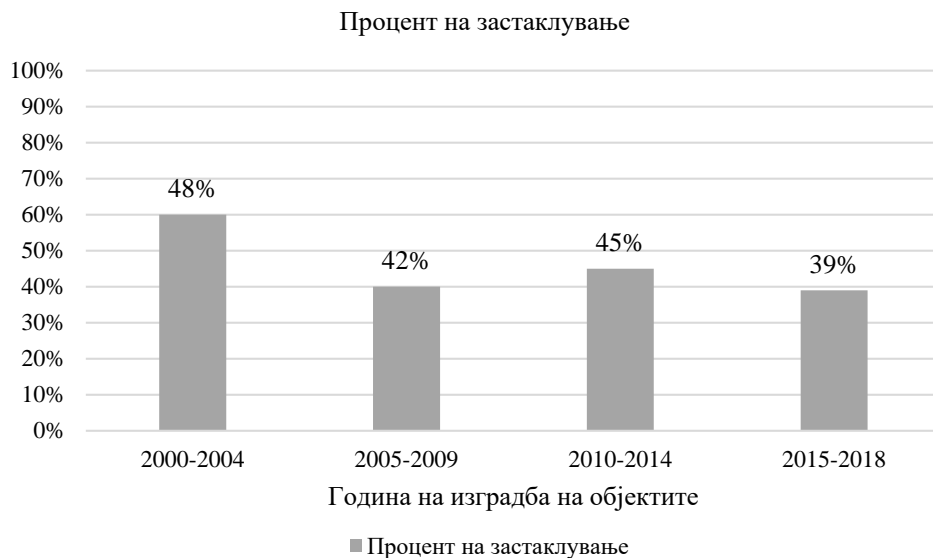


График 4.1.2: Процент на застаклена површина кај објекти во различни временски периоди

4.1.5.4. Уреди за заштита од сончево зрачење

Заштитата од сончевото зрачење е клучна за објектите со големи стаклени фасадни површини. Од анализата на административните објекти, може да се заклучи дека на заштитата од сончевото зрачење, многу малку се обрнува внимание во процесот на проектирање на стаклени фасади кај административните објекти во Македонија. Само 29% од објектите имаат целосна заштита од сонце, која е обезбедена преку надворешни елементи како големи надстрешници исфрлени над фасадата или соодветни брисолеи поставени линиски по должина на застаклувањето. 15% имаат делумна заштита од сонце, како на пример минимални брисолеи поставени само на еден дел од фасадата. Дури 56% од објектите немаат воопшто никакви надворешни уреди за заштита од сончевото зрачење (График 4.1.3). Ова е навистина голем проблем, посебно за локации како градот Скопје, каде во лето се достигнуваат температури и над

40°C, а сончевото зрачење е многу јако, па многу често доаѓа до прегревање на внатрешниот простор и користење на дополнителна енергија за механичко ладење. Покрај прегревањето, како резултат на сончевото зрачење доаѓа до појава на одблесок и рефлексција, кој го попречува функционирањето на корисниците во објектите.

Присуство на надворешни уреди за заштита од сонце

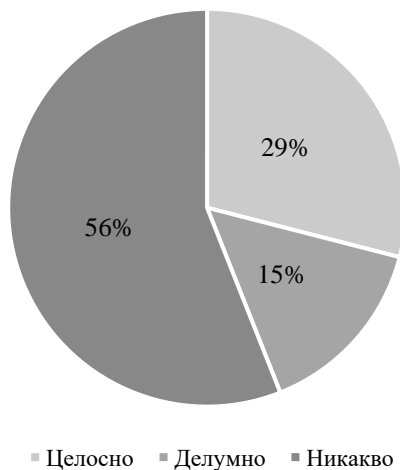


График 4.1.3: Процент на присуство на надворешни уреди за заштита од сонце: целосна, делумна или никаква заштита

Од График 4.1.4, може да се заклучи дека употребата на уреди за заштита од сонце значително се зголемила во последните 3 години, во споредба со периодот од 2000 до 2004та година, кога процентот на објекти без никаква заштита бил најголем (75%). Тоа укажува дека свесноста за заштита од сончевото зрачење кај архитектите, инвеститорите и корисниците се зголемила и дека се следат модерните трендови за енергетска ефикасност, удобност, односно комфор и одржливост на живеење, особено во административните згради со стаклени фасади.

Присуство на уреди за заштита од сонце

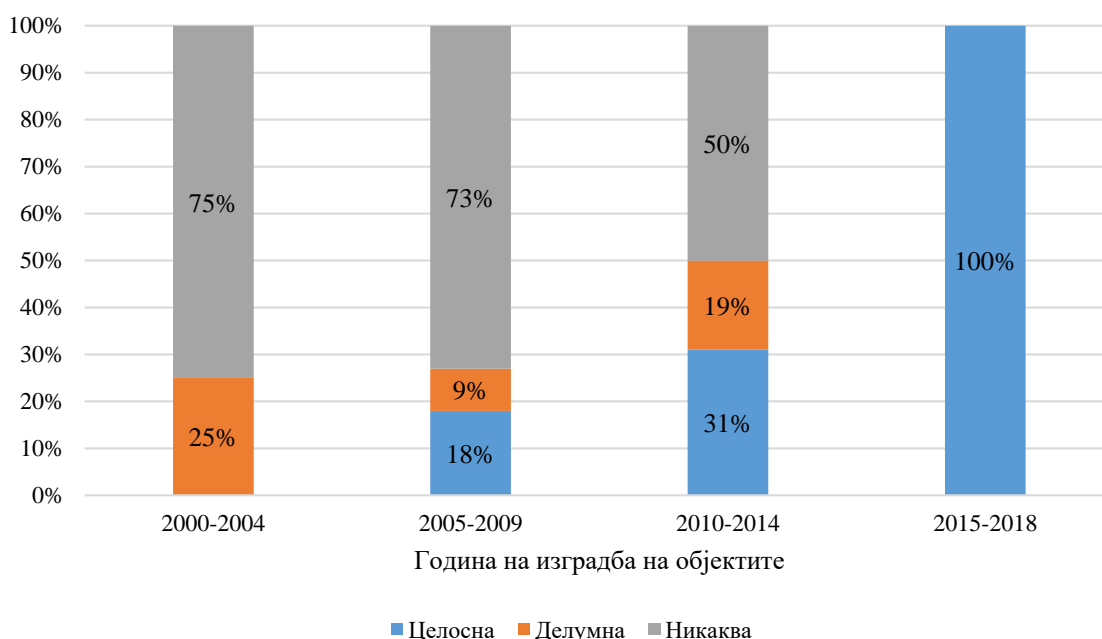


График 4.1.4: Процент на присуство на надворешни уреди за заштита од сонце (целосна, делумна или никаква заштита) низ годините

4.1.6. Заклучоци

Од анализата на административните објекти во Македонија, може да се заклучи дека застаклувањето опфаќа доста голем дел од фасадната површина, односно дури 44% од целата фасада.

Притоа застаклувањето претежно зафаќа приближно ист процент од фасадата без разлика на ориентацијата на истата. Разликата во процентот на застаклување е минимална, иако сепак може да се устаноува дека на јужната фасада, каде сончевото зрачење е најголемо има најголем процент на застаклување (49%), додека на северната фасада каде сончевото зрачење е најмало има најмал процент на застаклување (43%). На источната и западната фасада, застаклувањето е со ист процент (44%).

При анализата на објектите може да се заклучи една тенденција на застаклување која не е поврзана со ориентацијата кон исток, запад, север и југ, туку со ориентацијата на објектот кон главната сообраќајница. Па така, најголемата застаклена површина на објектите најчесто се јавува на фасадата која е ориентирана кон главната улица, од каде најчесто е и пристапот до објектот, како најатрактивна фасада и фасада која е во фокусот на минувачите. На задните фасади најчесто не се обрнува толку внимание, па на нив обично нема големи стаклени фасадни површини, туку само прозорци заради функционалност на просториите. Овој начин на проектирање, иако естетски е оправдан, од функционална гледна точка би требало да се избегнува, односно застаклените делови да се поставуваат согласно барањата на внатрешните простории.

Процентот на застаклување на фасадите е значително намален во последните 3 години и изнесува 39%, за разлика од периодот од 2000 до 2004та година, кога изнесувал 48%. Ова може да биде последица од „Проектот Скопје 2014“, кога се интензивира изградба на објекти во барокен и неокласицистички стил, каде стаклените фасади се во заден план, додека декорациите и орнаментите се оние кои доминираат на фасадата како нетранспарентни елементи. Како дел од овој проект, беа градени и административни објекти, кои воопшто немаат стаклена фасада, туку само прозорци, со цел да се обезбеди минималната функционалност и побарувачка за дневно осветлување.

И покрај фактот што заштитата од сончевото зрачење е важен аспект при проектирање и апликација на стаклените фасади, од спроведената анализа, може да се заклучи дека истата многу малку се обрнува внимание особено кај административните објекти во Македонија. Само 29% од објектите имаат целосна заштита од сонце, која е обезбедена преку надворешни елементи како големи надстрешници исфрлени над фасадата или соодветни брисолеи поставени линиски по должина на застаклувањето. 15% имаат делумна заштита од сонце, како на пример минимални брисолеи поставени само на еден дел од фасадата. Дури 56% од објектите немаат воопшто никакви надворешни уреди за заштита од сончевото зрачење. Ова е навистина голем проблем, посебно за локации како градот Скопје, каде во лето се достигнуваат високи температури и над 40°C, а сончевото зрачење е многу јако, па многу често доаѓа до прегревање на внатрешниот простор и користење на дополнителна енергија за механичко ладење. Покрај прегревањето, како резултат на сончевото зрачење доаѓа до појава на одблесок и рефлексивност, кој го попречува функционирањето на корисниците во објектите.

Сепак, може да се заклучи дека употребата на уреди за заштита од сонце значително се зголемила во последните 3 години, во споредба со периодот од 2000 до 2004та година, кога процентот на објекти без никаква заштита бил најголем (75%). Тоа укажува дека свесноста за заштита од сончевото зрачење кај архитектите, инвеститорите и корисниците се зголемила и дека се следат модерните трендови за енергетска ефикасност, удобност, односно комфор и одржливост на живеење, особено во административните згради со стаклени фасади.

4.2. Онлајн анкета - Перцепција на архитектите за удобноста во административните објекти со стаклена фасада во Македонија

4.2.1. Опис на методот

Главната цел на овој дел од истражувањето е да се идентификуваат перцепциите на архитектите во однос на потенцијалните предности, придобивки, недостатоци и предизвици при користењето на стаклени фасади во Македонија, како и да се испита нивното влијание врз удобноста на живеењето и користењето на објектите, особено во административните објекти, каде употребата на стаклените фасади е најголема. Врз основа на овие перцепции и размислувања, би можеле да се идентификуваат комуникациските механизми и препораки за подобрување на разбирањето и употребата на стаклените фасади во Македонија.

Во литературата недостасуваат студии кои конкретно го испитуваат сеопфатното разбирање на архитектонските перцепции поврзани со влијанието на стаклената фасада врз удобноста на живеењето, особено во Македонија. Архитектите се избрани како клучна целна група во овој истражувачки дел, бидејќи тие се најважните носители на одлуки во изборот на материјали во градежниот сектор. Понатаму, архитектите комуницираат со сите други учесници во проектот во секоја фаза. Покрај тоа, некои студии покажале дека архитектите се еколошки свесни при изборот на градежни материјали и, како такви, се важна целна група за истражување, особено кога прашањата за животната средина и одржливоста стануваат се поактуелни (Singhaputtangkul [97]).

Со цел да се согледа влијанието на стаклените фасади врз комфорот и удобноста во користењето на административните објекти во Македонија, беше изготвен и изработен прашалник од страна на меѓународна група архитекти од Македонија и од Словенија. Методите на ова истражување вклучија дводелна анкета, при што во првата фаза беа спроведени лични интервјуа, а потоа, врз основа на податоци од овие интервјуа, направени во живо, беше спроведена втората фаза дизајнирана како истражувачка веб-анкета. Прашалникот беше анкетиран на англиски јазик. Главните прашања се дадени во Табела 4.2.1, додека целосниот прашалник е даден во Прилог 3.

Табела 4.2.1: Главни прашања кои се составен дел од прашалникот од истражувачката веб-анкета

1	Посочете како различните аспекти влијаат врз комфорот на живеење.
2	Колку е важна природната дневна светлина за постигнување на удобност и здрава животна средина во зградите?
3	Кој аспект најмногу влијае врз удобноста на живеење во лето?
4	Кој аспект најмногу влијае врз удобноста на живеење во зима?
5	Кој тип згради се најпогодни за примена на стаклени фасади?
6	Дали мислите дека стаклените фасади имаат позитивно влијание врз удобноста на живеење во зградите?
7	Наведете кој параметар може најмногу да придонесе за постигнување на удобност во административните објекти со стаклена фасада.
8	Означете ги аспектите во кои стаклената фасада може да има позитивно влијание врз удобноста на живеење во административните згради.
9	Означете ги аспектите во кои стаклената фасада може да има негативно влијание врз удобноста на живеење во административните згради.
10	Кој е главниот проблем што не може да се постигне удобност на живеење во зградите?
11	Дали мислите дека удобност може да се постигне во објекти со стаклена фасада без употреба на уреди за соларна контрола?
12	Кои уреди за сончева контрола можат да постигнат најдобра заштита од сончевото зрачење во лето?
13	Постојат неколку начини за добивање информации за стаклени фасади. Посочете кој е најважен.
14	Какви информации за стаклени фасади би сакале да имате?
15	Според ваше мислење, дали употребата на стаклени фасади во вашата земја се зголемила во последните 5 години?
16	Што влијае најмногу врз одлуката на архитектите во процесот на проектирање да употребат стаклени фасади?
17	Кој е главниот проблем во функционирањето на стаклените фасади?

Целната популација на анкетата опфати архитекти, согласно листа обезбедена од членови на професионални архитектонски друштва и здруженија во Македонија, како и преку Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Република Македонија. Податоците од испитаниците беа собрани преку он-лајн истражувањето (инструментот беше програмиран преку “Free Online Surveys”, бесплатен софтвер за реализација на веб-анкета). Главната предност на анкетите спроведени преку Интернет е брзината и ниската финансиска потрошувачка. Во самата анкета, може да бидат вклучени и слики за подобра графичка презентација, а одговорите најчесто се поискрени во споредба со другите типови на анкети. Ризикот да не се одговори на целата анкета постои, но сепак е помал во споредба со анкетите на хартија. Како основна негативна страна на Интернет анкетите, може да се посочи можноста за контактирање единствено на лица кои имаат пристап до интернет, но и покрај тоа, овој метод е еден од најпрепорачуваните во последните години. Единствениот недостаток е тоа што не е во состојба да ги генерализира резултатите на целата популација, но во денешно време проблемот со неможност за пристап до Интернет е во опаѓање. (Ibanez [48]). Врз основа на слични студии (Damery [27]; Hwang [47]; Nipicarie [42]), стапката на одговор од 15-35% се смета за доволна, за аналитички цели, за деловни и корпоративни анкети. Имајќи ја предвид очекуваната стапка на одговор во рамките на овој опсег и грешката за земање примероци од 10% (Dilman [28]), беа испратени 280 прашалници. Процесот на истражување беше спроведен од средината на јули до крајот на август 2018 година. Беа добиени 67 валидни одговори. Земајќи ги предвид недоставените анкети (на пример, неважечки адреси за е-пошта или фирми кои престанале со работа); стапките на одговор беа 24%. Иако причините за ниските стапки на одговор не се познати за оваа студија, често, главните причини за непополнување на анкетите се непривлечна тема на истражувањето или преголема должина на прашалникот (Fan [33]).

Прашалникот беше поделен на четири дела. Во првиот дел беа опфатени демографските прашања за родот, професијата и искуството на испитаникот. Вториот дел беше составен од прашања за удобноста на живеење и користење на објектите, додека третиот дел се состоеше од прашања за влијанието на стаклената фасада врз удобноста на живеење. Последниот дел вклучуваше прашања за проблемите при користење на стаклена фасада и неопходните извори на информации за потребите на архитектите (Табела 4.2.1 и Прилог 3). Добиените резултати беа сортирани во табела во софтверот “Excel” и претставени преку графици и табели.

4.2.2. Резултати и дискусија за перцепцијата на архитектите за удобноста во административните објекти со стаклена фасада во Македонија

Најголем дел од испитаниците работат во областа на архитектурата, додека само мал дел од нив работат во градежништвото, проектниот менаџмент или внатрешниот ентериерен дизајн. Испитаниците имаат во просек 5-15 години работно искуство (63%), а мал дел 15-25 години работно искуство (18%). Само неколку испитаници имаат искуство помало од 5 години или поголемо од 25 години. 40% од испитаниците се мажи, додека 60% се жени.

4.2.2.1. Комфор на живеење

Во првиот дел од истражувањето, испитаниците требаше да рангираат различни аспекти на комфор на скала од 1 до 5, во однос на нивното влијание врз удобноста на живеење, при што 1 значи најмало влијание, а 5 значи најголемо влијание. Одговорите се дадени во Табела 4.2.2. Најважниот аспект кој најмногу влијае врз удобноста на живеењето е дневната светлина, а потоа следи природната вентилација и квалитетот на воздухот во затворените простории, додека најмалку важен аспект што најмалку влијае на комфорот е акустичната удобност според мислењето на испитаниците (Табела 4.2.2). Келиите што го одразуваат највисокиот процент на влијание се болдирани во табелата.

Табела 4.2.2: Рангирање на аспектите во однос на нивното влијание врз животниот комфор

Аспекти на комфор	1	2	3	4	5	Просек
Термички комфор	2%	2%	14%	28%	54%	4.30
Дневна светлина	0%	2%	8%	22%	68%	4.56
Влажност	2%	2%	32%	35%	29%	3.87
Природна вентилација	2%	0%	8%	22%	68%	4.54
Акустичка удобност	0%	8%	39%	31%	22%	3.67
Безбедност и превенција од ризик	3%	6%	19%	16%	56%	4.16
Функционалност	2%	0%	9%	31%	58%	4.43
Естетика	3%	3%	25%	41%	28%	3.88
Визуелен комфор	0%	5%	19%	44%	32%	4.03
Здравје и благосостојба	2%	3%	9%	22%	64%	4.43

Испитаниците исто така беа запрашани за важноста на природната дневна светлина. Резултатите покажуваат дека природната дневна светлина се смета за исклучително важна за постигнување на удобност за живеење и здрава животна средина во објектите (58%), според График 4.2.1. Само 1% од испитаниците сметаат дека природната дневна светлина не е толку важна.

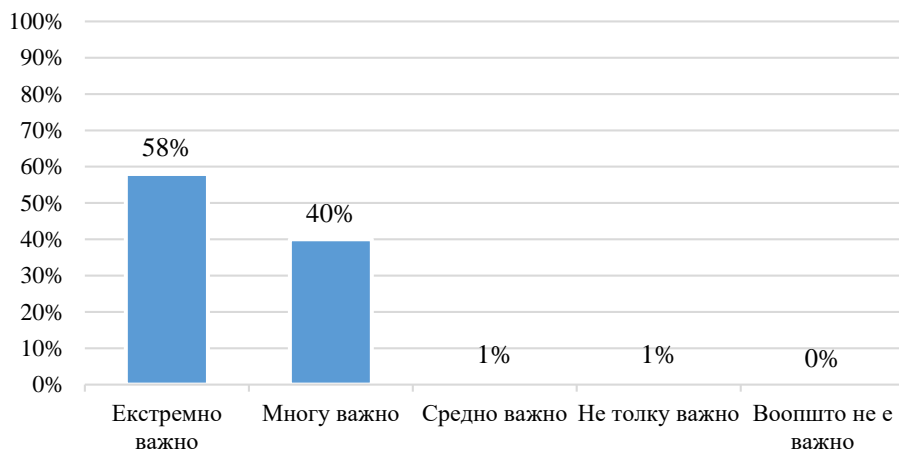


График 4.2.1: Важноста на дневното природно осветлување според мислењето на испитаниците

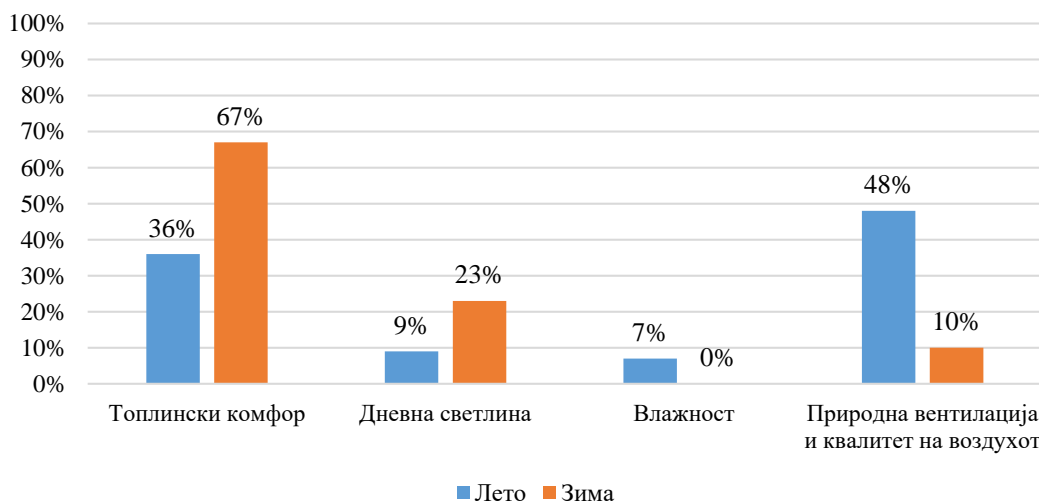


График 4.2.2: Аспекти со најголемо влијание врз комфорот во лето и во зима

Покрај рангирањето на аспектите на комфорот на живеење, испитаниците исто така беа замолени да одберат аспекти кои имаат големо влијание врз удобноста на живеење во лето и во

зима, поединечно. За лето, како највлијателна беше избрана природната вентилација, како и квалитетот на воздухот во внатрешните простории. Од друга страна, топлинскиот комфор беше избран како највлијателен во зима. Влажноста е избрана како најмалку влијателен аспект и во лето и во зима (График 4.2.2).

4.2.2.2. Влијание на стаклената фасада врз комфорот на живеење

Испитаниците ја избраа намената на зградата која е најсоодветна за користење на стаклена фасада, од следните понудени опции: административни, индустриски и станбени згради, при што на прво место беа посочени административните згради со висок процент од 94% (График 4.2.3).

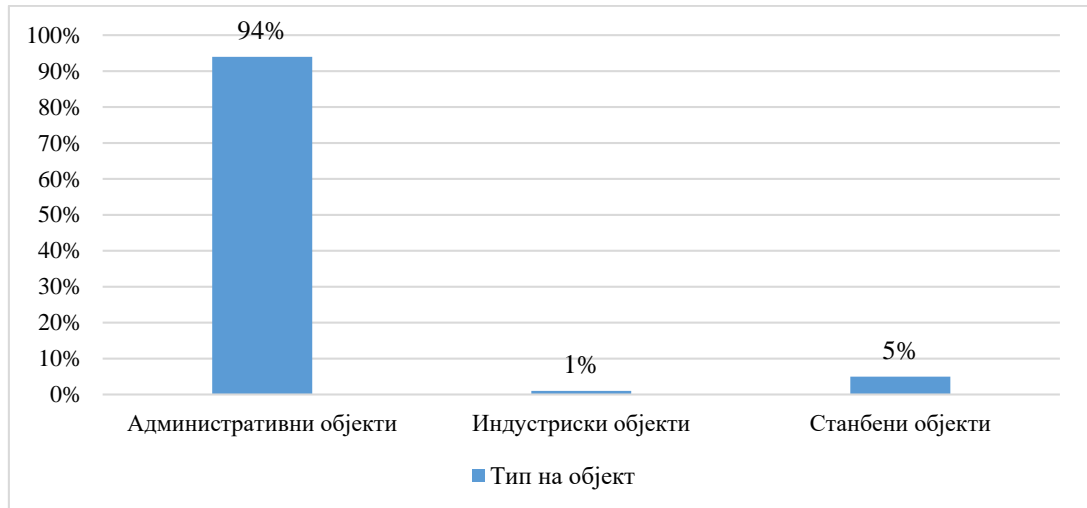


График 4.2.3: Употреба на стаклена фасада во различни типови на објекти

Дополнително, на прашањето дали употребата на стаклените фасади во објектите, има позитивно влијание врз удобноста на живеење и користење на објектите, како и создавање на здрава и продуктивна средина за корисниците, дури 79% од испитаниците одговориле позитивно (График 4.2.4).

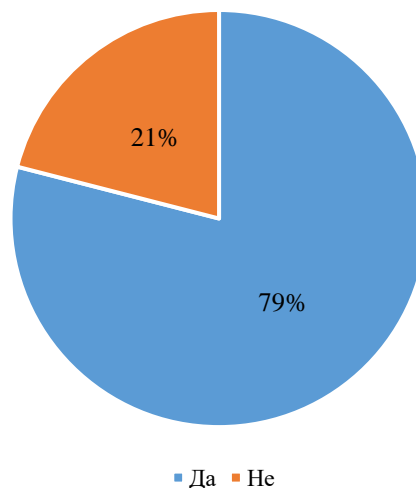
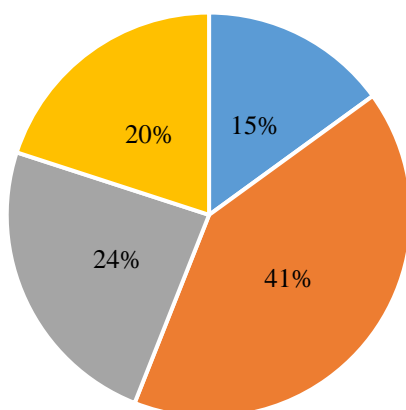


График 4.2.4: Мислење на испитаниците за важноста на дневната светлина за постигнување на комфор на живеење и здрава средина во објектите

Освен тоа, како битни параметри за постигнување на удобност при живеење и работење во административните згради со стаклена фасада, испитаниците на прво место ги навеле

карактеристиките на стаклото (41%), а потоа неговата ориентација (24%). Големината на застакувањето е избрана како најмалку важен параметар (График 4.2.5).



■ Големина на застакувањето ■ Карактеристики на стаклото ■ Ориентација ■ Уреди за сончева заштита

График 4.2.5: Параметри кои најмногу придонесуваат за постигнување комфор при употреба на стаклена фасада

Понатаму, испитаниците беа замолен да ги оценат аспектите во кои стаклената фасада може да има позитивно влијание врз удобноста на користење на административните објекти. Тие одговориле дека најпозитивното влијание од стаклената фасада е добивање на природна дневна светлина и намалување на трошоците за електрична енергија, потребна за осветлување, а потоа добивање на топлина од сончевото зрачење во зима и намалување на трошоците за греење (Табела 4.2.3). Келиите што го одразуваат највисокиот процент на позитивно влијание се болдирани во табелата.

Табела 4.2.3: Рангирање на аспектите во кои стаклената фасада има позитивно влијание врз комфор

Позитивно влијание	1	2	3	4	5	Просек
Добивање топлина од сончевото зрачење и намалување на трошоците за греење во зима	2%	0%	24%	36%	38%	4.08
Природна дневна светлина и намалување на трошоците за електрично осветлување	2%	2%	17%	28%	51%	4.24
Поврзување со надворешноста	3%	8%	23%	27%	39%	3.91
Здравје и благосостојба на корисниците	3%	3%	18%	37%	39%	4.06
Природна вентилација	6%	8%	27%	31%	28%	3.67

Од друга страна, испитаниците потврдија дека стаклената фасада има и негативно влијание врз комфорот на живеење и работење, преку прегревањето во текот на летото и потребата за механичко ладење на внатрешниот простор. Губењето на топлината во зима е на второ место, иако тоа може да се регулира со користење на нискоемисиони премази на стаклата, кои го намалуваат коефициентот на топлинска спроводливост. Преголемото количество на сончева светлина, блесок, отсјај и рефлексија е исто така посочено како проблем, бидејќи може да направи потешкотии при работа на компјутер кај корисниците. Лошите визури и пропустливоста на воздух низ стаклената фасада како резултат на струење не се значајно важни фактори што влијаат негативно врз удобноста на живеење, според испитаниците. Резултатите се прикажани на График 4.2.6.

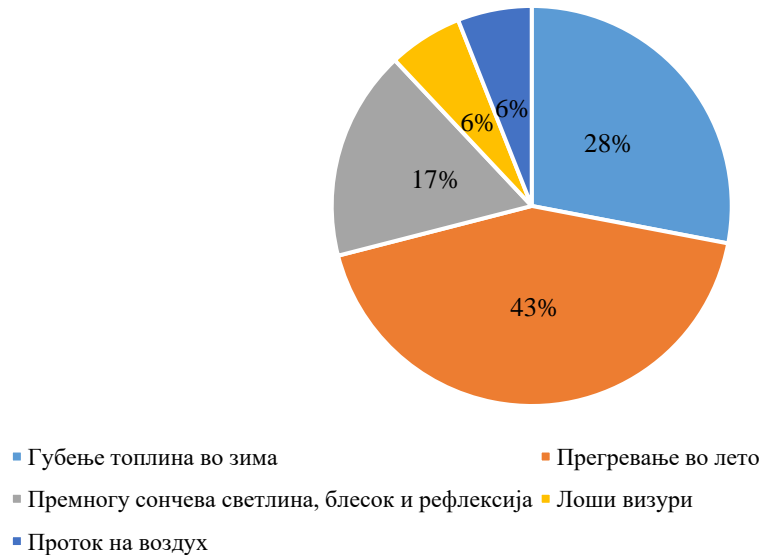


График 4.2.6: Аспекти каде стаклената фасада има негативно влијание врз комфорот на корисниците

4.2.2.3. Проблеми при употреба на стаклена фасада, извори на информации и потреби на архитектите и промотивни методи

И покрај тоа што стаклените фасади имаат низа позитивни карактеристики, постојат одредени пречки и проблеми, поради кои се спречува нивната употреба во објектите, особено во Македонија. Финансиите беа посочени како главен проблем за неуспехот да се постигне удобност во објектите во Македонија, според мислењето на испитаниците (График 4.2.7).

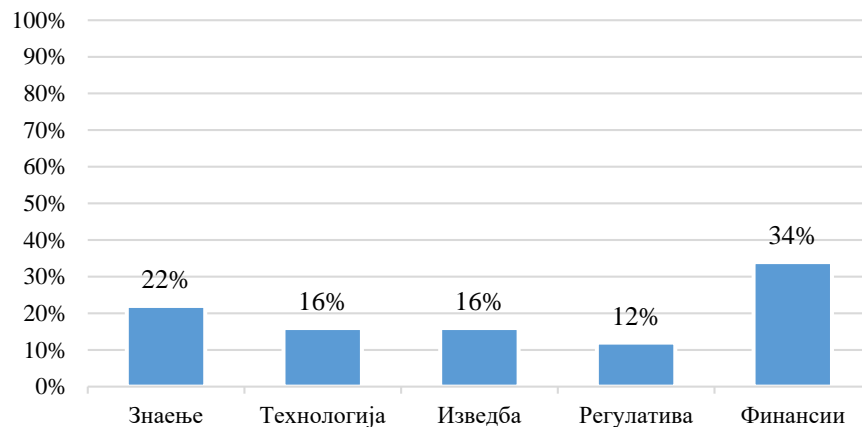


График 4.2.7: Проблеми за неуспех при постигнување комфор во објектите во Македонија

51% од испитаниците сметаат дека комфорот во објектите со големи застаклени фасадни површини, не може да се постигне без користење на уреди за заштита од сонце, особено во летниот период кога заштитата од топлината е неопходна. Во продолжение, како најдобро решение за заштита од сонце беа посочени вегетацијата, односно високото зеленило и надворешните подвижни уреди за засенчување, кои може да ја менуваат својата позиција, во зависност од аголот под кој паѓаат сончевите зраци. Наспроти тоа, фиксните надворешни уреди, без можност за поместување на позицијата, беа посочени како најслаба заштита од сонце (График 4.2.8).

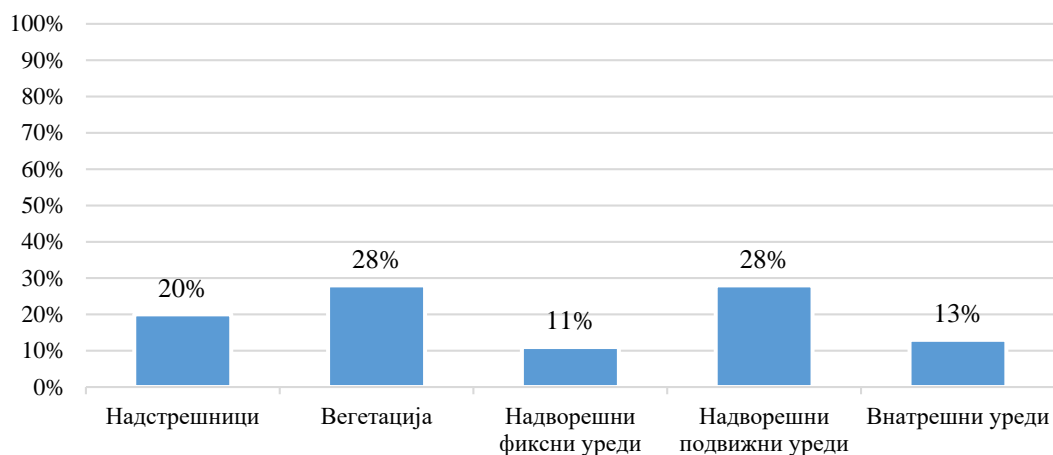


График 4.2.8: Уреди за заштита од сонце со кои се постигнува најдобра заштита

Земајќи ја предвид важноста од учењето и надградувањето за градежните материјали и технологии во архитектурата и градежништвото, на работното место, испитаниците беа прашани за нивното мислење во поглед на користење на различни методи за добивање на информации за поддршка на нивните фирми и професии. Од испитаниците беше побарано да ги оценат начините за добивање на информации од 1 до 5, каде 5 е најдобриот начин на добивање на информации. Градежните компании беа избрани како најважен начин за добивање информации за стаклената фасада во Македонија. Резултатите се дадени во Табела 4.2.4.

Табела 4.2.4: Рангирање на различни начини за добивање информации за стаклена фасада

Информација	1	2	3	4	5	Просек
Интернет	0%	2%	36%	20%	42%	4.02
Градежни компании	2%	3%	16%	44%	35%	4.07
Производители	3%	6%	21%	27%	42%	3.96
Архитектонски здруженија	11%	11%	22%	22%	33%	3.52
Корисници	5%	8%	17%	22%	48%	4.00

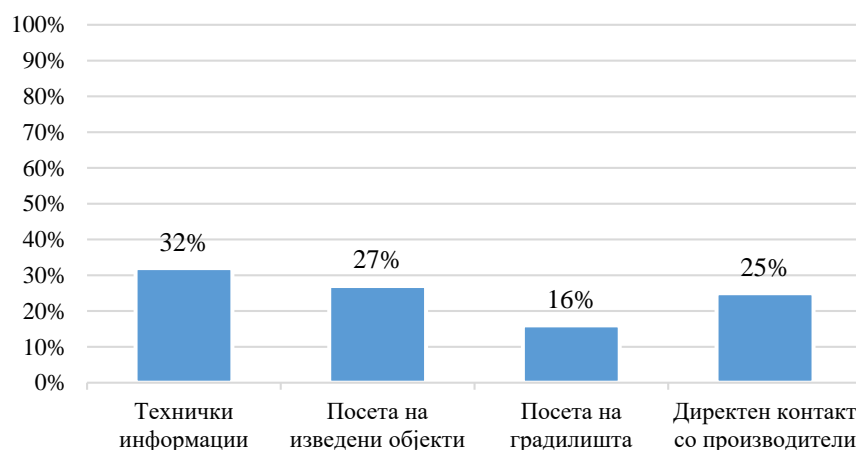


График 4.2.9: Ефективност на различни извори на информации за стаклени фасади

Испитаниците исто така беа консултирани за ефективноста на различните извори на информации за стаклени фасади. Поточно, од нив беше побарано да идентификуваат начини на кои би сакале да добијат информации за стаклените фасади, преку технички спецификации; посети на завршени објекти; посети на градилиштата во изградба; и директен контакт со производителите на стаклени фасади. Испитаниците забележаа дека добивањето на информации

преку технички спецификации е најдобро, по што следат посетите на изведени објекти. На последно место беше посочена посетата на градилиштата (График 4.2.9).

На прашањето за нивната перцепција во врска со примената на стаклените фасади во последните 5 години во Македонија, 67% од испитаниците сметаат дека истата е зголемена (График 4.2.10).

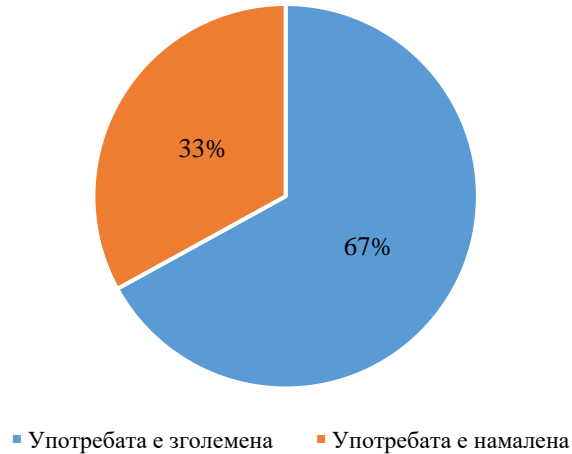


График 4.2.10: Перцепција на испитаниците за порастот на употребата на стаклени фасади во последните 5 години во Македонија

Покрај тоа, испитаниците беа замолени да го идентификуваат главниот аспект што најмногу влијае врз донесување на одлуката за употреба на стаклена фасада при проектирање на административни згради. Недостатокот на знаење се посочува како главен аспект и проблем при проектирање и употреба на стаклената фасада, проследено со недостаток на искуство, низок квалитет на материјалите кои се употребуваат, како и проблеми со одржувањето (График 4.2.11).

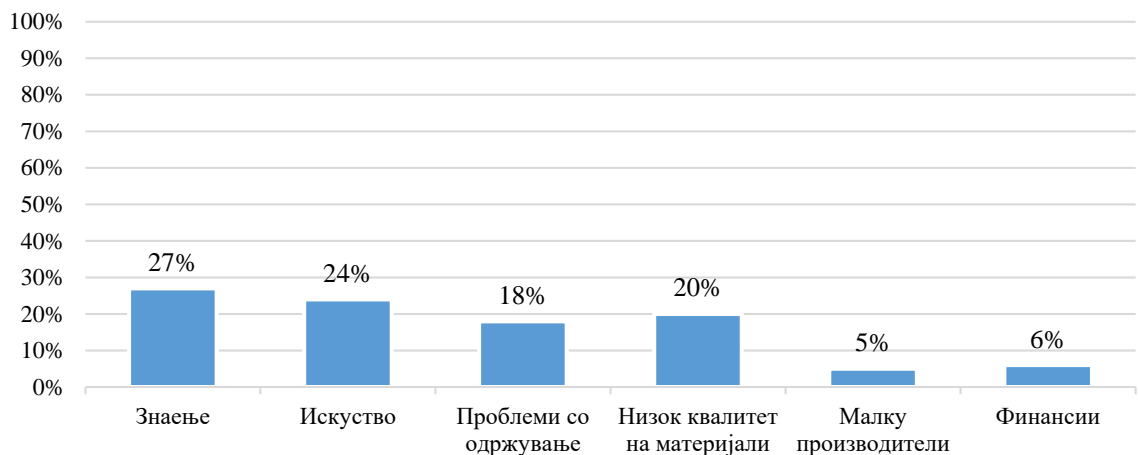


График 4.2.11: Фактори кои влијаат врз одлуката на архитектите за користење стаклена фасада

Најпосле, испитаниците беа запрашани за проблемите кои настануваат при одржување на стаклените фасади кај административните објекти во нашата земја. На ова прашање, чистењето на стаклото беше посочено како најголем проблем, особено кај повисоките објекти, проследен со прегревањето во лето. Како најмалку значаен проблем, беше издвоена пропустливоста на воздухот низ фасадата. Резултатите се дадени на График 4.2.12.

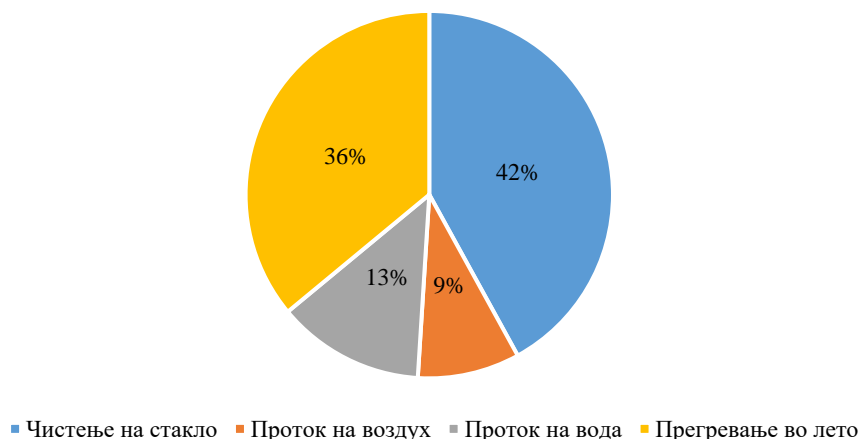


График 4.2.12: Проблеми при одржување на стаклена фасада

4.2.3. Заклучоци

Спроведената анкета за собирање на податоци од над 60 испитаници, преку користење на прашалник, покажува дека постои позитивна перцепција во поглед на употребата на стаклени фасади во зградите во Македонија, особено во административните згради. Архитектите се избрани како клучна целна група во овој истражувачки дел, бидејќи тие се најважните носители на одлуки во изборот на материјали во градежниот сектор.

Најважниот аспект кој најмногу влијае врз удобноста на живеењето и работењето, според мислењето на испитаниците е дневната светлина, која наједноставно може да се обезбеди со користење на стакло како транспарентен материјал во фасадите на зградите. На тој начин, не само што се обезбедува здрава и удобна внатрешна средина, туку истовремено се намалуваат трошоците за вештачко осветлување, што ја подобрува енергетската ефикасност и одржливоста на објектите. Природната дневна светлина се смета за исклучително важна за постигнување квалитетен биофилиски дизајн и ресторативен еколошки дизајн, преку поврзување на човекот со природата. Од друга страна, најмалку важен аспект кој најмалку влијае на комфорот, според ова истражување, е акустичната удобност. Овој податок исто така оди во корист на употребата на стаклената фасада, бидејќи таа има пониска звучна изолација во споредба со онаа на ѕидовите. Современите термоизолациони стакла постигнуваат значително добра звучна изолација, особено трослојните, кои имаат специјални премази за одбивање на звук, но сепак полните ѕидни елементи на фасадата се подобри во тој сегмент.

Бидејќи условите во различни годишни времиња се дијаметрално спротивни во нашата земја, беше испитано мислењето на архитектите за влијанието на различни аспекти од комфорот во лето и зима. Во лето, како најбитни беа посочени природната вентилација и квалитетот на воздухот во внатрешните простории, додека топлинскиот комфор беше избран како највлијателен во зима. Влажноста на воздухот е издвоена како најмалку влијателен аспект и во лето и во зима.

Според ова истражување, административните објекти се најпогодни за користење на стаклена фасада, која дури може да го подобри животниот комфор во внатрешноста, како и продуктивноста на вработените. Најважниот фактор за постигнување удобност во објектите со стаклена фасада се карактеристиките на самото стакло, неговиот состав, исполната помеѓу стаклата, користењето на квалитетни премази, употребата на квалитетни дистанцери и материјали за запечатување на рабовите и слично. Особено е битен начинот на кој се произведува термоизолационото стакло, односно начинот на кој се врши спојувањето на стаклата.

Најпозитивното влијание од стаклената фасада може да се согледа преку добивањето на природна дневна светлина и намалување на трошоците за електрична енергија за осветлување,

по што следи добивањето на топлина од сончевото зрачење во зима и намалување на трошоците за греење. Од друга страна, најнегативното влијание од стаклената фасада врз удобноста во административните згради е прегревањето во лето и потребата за механичко ладење на внатрешните простории. Затоа, исклучително е важно, да се обрне внимание на уредите за контрола на сончевото зрачење во раната фаза на проектот. На тој начин максимално би се искористиле позитивните карактеристики на стаклото, а негативните би се довеле на минимално ниво.

И покрај тоа што стаклените фасади имаат низа позитивни карактеристики, постојат одредени пречки и проблеми, поради кои се спречува нивната употреба во објектите, особено во Македонија. Во овој дел од истражувањето, финансиите беа дадени како главен проблем за неуспехот при постигнување на комфор во зградите во Македонија, според мислењето на испитаниците, бидејќи високо-квалитетните материјали и технологии, кои придонесуваат за поубава внатрешна клима во објектите, најчесто чинат повеќе, а потребен е и стручен кадар за нивна имплементација во објектите.

Поголем дел од испитаниците сметаат дека комфорот во објектите со големи стаклени фасадни површини, не може да се постигне без користење на уреди за заштита од сонце, при што, како најдобро решение за сончева контрола беа посочени вегетацијата и надворешните подвижни уреди за засенчување.

Квалитетни достапни информации се клуч за успех во секоја професија. Испитаниците забележаа дека добивањето на информации за употребата на современи фасадни стаклени технологии преку технички спецификации е најдобро, по што следат посетите на изведени објекти.

Во однос на мислењето на архитектите за тоа дали употребата на стаклени фасади се зголемила во последните 5 години во Македонија, мнозинството се согласуваат. Сепак, како проблем во одржувањето и користењето на стаклените фасади, тие го наведоа чистењето на стаклата, особено кај високите објекти.

Генерално, постои недостаток во познавањето на принципите за користење на стаклени фасади, особено во објектите во Македонија. Резултатите покажуваат дека градежните компании се водечки извор на информации за архитектите, но исто така тие имаат потреба од повеќе технички информации за подобро разбирање на застакувањето.

Архитектите, како носители на проектите, би можеле да бидат добри застапници за зголемена употреба на стаклените фасади во нашата земја, но неопходно е да се направи напор за зголемување на нивното знаење и информираност. Заедничките тимски проекти и обуки се од витално значење, со цел да се промовира тимска работа, соработка помеѓу претставници од производството, архитекти, градежни инженери, градители и здруженија за домување, за подобро разбирање на техничкиот и деловниот потенцијал на стаклото како градежен материјал. За да се стекне поголемо познавање на стаклото како материјал и стаклените фасадни технологии, во овој регион, треба да биде вклучена поразновидна група, вклучувајќи ги и изведувачите и градежните инженери. Покрај тоа, потребно е знаење за заштита и контрола на сончевото зрачење преку поставување на уреди за засенчување, при користење на различни стаклени фасадни системи, бидејќи само на тој начин може да се градат објекти кои ќе придонесат за поздрава и одржлива изградена средина.

Со цел да се зголеми знаењето за влијанието на стаклените фасади, понатамошните истражувања би можеле да се фокусираат врз перцепцијата на корисниците во административните објекти со стаклени фасади.

4.3. Лабораториски експеримент за пропустливост на воздух, вода и отпорност на притисок од ветер – експериментална студија на три модели на стаклена фасада

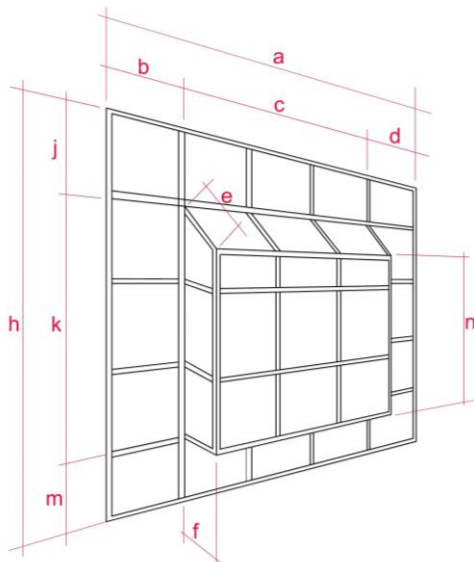
Лабораторијата за тестирање на мебел и ентериер е дел од Факултетот за дизајн и технологии на мебел и ентериер во Скопје. Опремата која ја има во оваа лабораторија датира од 2010 година. Во лабораторијата се тестираат различни видови на мебел, стаклени фасади, прозорци, балконски врати и друго според стандарди дадени од Институтот за стандардизација. Обучениот тим, софистицираната опрема и константната контрола на квалитетот нудат вистински реални резултати за секој тест што се изведува. Лабораторијата е акредитирана за тестирање мебел, стаклени фасади, прозорци и врати. Во оваа лабораторија, беше направен експериментот за пропустливост на воздух, вода и отпорност на притисок од ветер на три модели од стаклена фасада.

4.3.1. Стандарди за тестирање на стаклена фасада

Тестирањето е направено согласно следните стандарди:

- МКС EN 12153: 2011 (превземен од EN 12153:2000) Curtain walling - Air permeability - Test method – Стаклени фасади - Пропустливост на воздух - Методи на испитување;
- МКС EN 12155: 2011 (превземен од EN 12155:2000) Curtain walling – Water tightness - Laboratory test under static pressure – Стаклени фасади - Водонепропустливост – Лабораториско испитување под статичен притисок;
- МКС EN 12179: 2011 (превземен EN 12179:2000) Curtain walling - Resistance to wind load - Test method – Стаклени фасади - Отпорност на притисок од ветер - Методи на испитување.

Овие стандарди го дефинираат методот што треба да се користи за да се одреди пропустливоста на воздух, вода, како и отпорност на притисок од ветер на стаклена фасада, составена од фиксни и отворени делови. Во стандардите, дадени се детални објаснувања за термините кои се употребуваат, принципот на тестирање, потребната опрема, изведување на тестот, читање резултати, подготовка на извештај и сите други потребни информации.



$$\text{Вкупна површина} = (a * j) + (a * m) + (b * k) + (d * k) + (c * n) + (c * e) + (c * f) + 2(f * n) + (\{k-n\} * f)$$

Слика 4.3.1: Пресметување на целокупна површина на примерок според (МКС EN 12153 [119])

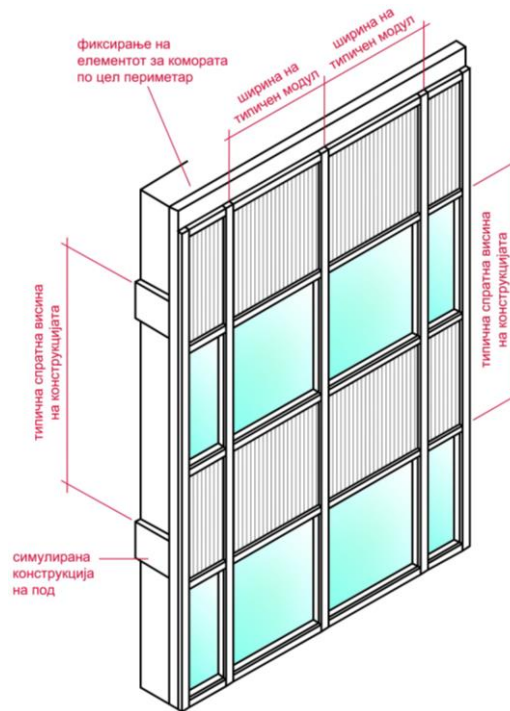
За да може да се добијат резултатите, на почетокот, потребно е да се пресмета должината на поврзувањето на поединечните панели во примерокот, како и целата површина на примерокот (Слика 4.3.1):

- должина на фиксно поврзување – збир од сите периметри на сите фиксни делови на примерокот, имајќи ја предвид позицијата на главната воздушна бариера;
- целокупна површина – збир од сите површини на сите лица на примерокот (Слика 4.3.1), кои се затворени со комората за тестирање, измерени паралелно со сите рамнини, изразена во квадратни метри (m^2).

Моделите кои се испитуваа се составени од 4 фиксни делови, односно полиња, што значи дека должината на поврзувањето ќе биде збир од периметарот на сите тие 4 делови. Бидејќи моделите се во една рамнина, пресметувањето на целокупната површина е производ од ширината и висината на моделите.

Потребна опрема за изведба на тестирањата:

- Комора – сид за тестирање, кој се состои од отворен дел, каде примерокот може да биде прицврстен (Слика 4.3.2). Оваа комора треба да има доволна цврстина и крутост да го издржи притисокот на воздух за време на тестот. Истата не смее да се свиткува под дејство на притисокот до степен кој би влијаел на тестирањето на примерокот. Неопходно е да се постават конструктивни потпори, со кои примерокот ќе биде поврзан со комората. Комората треба да биде конструирана така што пропустливоста на воздух преку неа, при максимален воздушен притисок, нема да го надминува дозволеният пропуст на воздух низ примерокот за ист притисок;



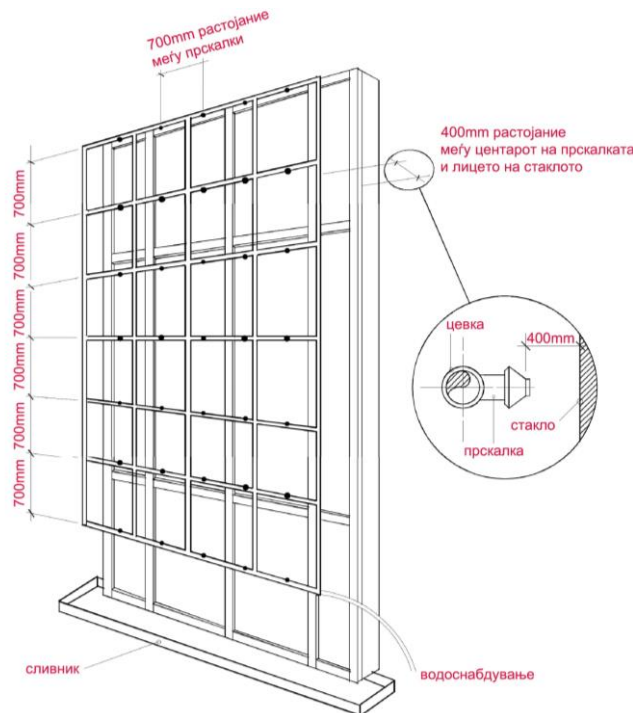
Слика 4.3.2: Прицврстување на моделот за комората според (МКС EN 12153 [119], р. 10)

- Уред за пуштање контролиран воздух под позитивен или негативен притисок кон примерокот;
- Уред со кој може брзо да се контролираат промени на притисокот;
- Уред за мерење на протокот на воздух во комората со точност од $\pm 5\%$, со цел да се овозможи пропустливоста на воздух низ примерокот да се одреди со точност од 10% ;
- Уред за мерење на позитивен или негативен притисок, во мирување или движење, калибриран со точност од $\pm 5\%$;
- Привремени уреди за прицврстување на рабовите на примерокот додека трае тестирањето;
- Прилагодлив уред за прскање на вода $2 l/m^2 \cdot min$ со што ќе се овозможи константен и постојан прилив на вода кон надворешната страна на примерокот. Овој уред треба да содржи прскалки поставени на правилна мрежа со соодветно растојание од примерокот. Локалното водоснабдување е прифатлив извор на вода, со тоа што водата треба да биде доволно чиста за да

се овозможи правилно функционирање на прскалките. Прскалките треба да ги имаат следните карактеристики:

- кружно целосно прскање во форма на конус;
- агол на прскање: минимален 90°, а максимален 120°;
- притисок помеѓу 2 и 3 бари во зависност од спецификацијата од производителот.

Распоредот на мрежата на прскалките низ површината на моделот не е од големо значење, при што може да се применат повеќе различни и распореди со поинакви растојанија меѓу прскалките, но треба да се внимава прскањето да биде континуирано по целата површина на моделот (Слика 4.3.3);



Слика 4.3.3: Пример на поставување на прскалки според (МКС EN 12155 [120], р. 9)

- Уред за мерење на вкупната количина на вода која е испрскана со точност од 10%;
- Одвод со кој испрсаната вода нема да влијае на дренажниот систем на елементот;
- Уред за мерење на позитивен или негативен притисок, во мирување или движење, калибриран со точност од $\pm 5\%$;
- Уреди за мерење на поместувања со точност од $\pm 1\text{mm}$;
- Уреди за позиционирање на уредите за мерење на фронтални поместувања кај елементите од примерокот и
- Уреди за снимање на поместувањата додека трае тестот.

Целосниот текст од стандардите за пропустливост на воздух, водонепропустливост и отпор на товари од ветер, преведен на македонски е даден во Прилог 4.

4.3.2. Метод на тестирање

Тестирањето беше извршено во Мај 2018 година. Секој модел беше тестиран во различен ден (Табела 4.3.1). Тестирањето на секој модел поединечно траеше околу 3-4 часа, вклучувајќи ја и подготовката на комората за испитување и прицврстувањето.

Табела 4.3.1: Време и дата на тестирање

МОДЕЛ:	ДАТА:	ВРЕМЕ НА ЗАПОЧНУВАЊЕ:
МОДЕЛ 1	21.05.2018	9:30
МОДЕЛ 2	18.05.2018	9:00
МОДЕЛ 3	17.05.2018	10:00

Тестирањето на моделите беше изведено на специјален сид – комора за тестирање, составен дел од Лабораторијата за тестирање на мебел и ентериер. Комората е дел од опремата која е наменета за тестирање на прозорци, балконски врати и стаклени фасади. По приемот на моделите во лабораторијата, истите треба да се прилагодат и кондиционираат на температура од 10°C до 30°C (температурна разлика $\pm 3^\circ\text{C}$) и влажност на воздухот од 25% до 75% (разлика во влажноста $\pm 5\%$). Разликата од денот на приемот до денот на испитувањето на примероците, беше речиси една недела, период кој е доволен примероците да се прилагодат на внатрешните услови во лабораторијата. На денот на тестирањето, првиот модел беше прицврстен за специјалниот сиден елемент – комора за тестирање со специјални држачи со принцип на затегнување со навој (Слики 4.3.4-4.3.7).



Слики 4.3.4 - 4.3.7: Прицврстување на моделот за специјалниот сид [приватни фотографии]

Моделите треба да бидат доставени во целосно оперативна состојба, спремни за користење и поставување на комората. Притоа, секој модел треба да биде составен од барем две типични единици (полиња) во ширина и висина, со цел да се обезбеди испитување на барем еден типичен вертикален и хоризонтален спој. Комората не смее да му обезбедува додатна крутост на моделот. Висината на моделот мора да биде целосна висина помеѓу две прицврстувања за примарната носива конструкција на објектот. Притоа, за специјално дизајнирани модели на стаклена фасада или други специјални елементи, моделот треба да биде со соодветни димензии кои ќе бидат адекватни за да ја прикажат целата комплексност со сите специфични барања.

Сите делови на моделот треба да бидат во реален размер 1:1, со исти материјали, детали, методи на конструкција и фиксирање, како што би се користеле и на реален објект. Условите за поврзување треба да симулираат поврзување кое што би се остварило и на реален објект, што е можно поточно и попрецизно. Стандардот не може да се примени на периметарот каде се поврзуваат моделот со комората за тестирање или моделот со конструкцијата на објектот.

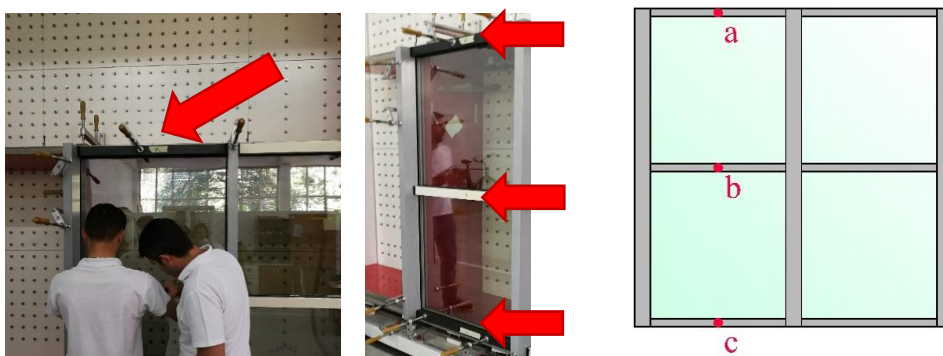
Откако ќе се донесе моделот во лабораторијата, тој треба да се фиксира на комората за тестирање, под прав агол, вертикално поставен, без никакви видливи искривувања и свиткувања, како резултат на фиксирањето. Сите елементи за заштита при транспортот, како заштитни обвивки, фолии и пакувања, мора да се отстранат. Сите отвори за вентилација или отвори за други намени, неопходно е убаво да се затворат. Поврзувањето помеѓу моделот и комората мора да биде целосно и правилно изведено. Исто така, моделот мора да е целосно чист.

Прицврстувањето и позицијата на моделот се проверуваат со користење на специјален уред – “air flow detector”, со цел да се утврди дали елементот е добро фиксиран. Уредот се поставува внатре, во просторот помеѓу комората и моделот и истиот емитува ултра звук, а со специјален детектор од надвор се проверува дали фасадата е добро прицврстена. Надворешниот уред - детектор ги мери ултразвучните сигнали кои ги испушта внатрешниот уред - емитувач и на тој начин се проверува дали фасадата е добро прицврстена за комората, односно дали е монтирана соодветно, како што би требало да биде монтирана на објект. Поврзувањето меѓу моделот и комората треба да е целосно затворено, без можност за протекување на воздух низ него (Слики 4.3.8 – 4.3.11).



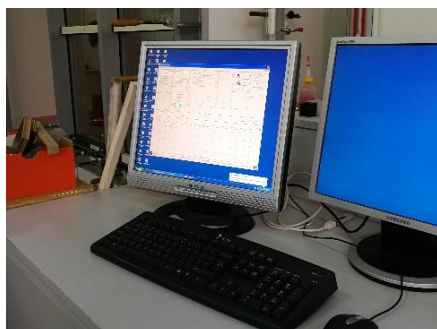
Слики 4.3.8 – 4.3.11: Специјален уред “air flow detector” [приватни фотографии]

Потоа се вклучува машината за тестирање и компјутерот кој го контролира целиот процес. Се стартува програмата за тестирање “EWaCS.exe”. Сите информации се внесуваат во компјутерот, како карактеристики на моделот, димензии на целиот модел, димензии на крилата, податоци за хоризонталните и вертикалните профили (производител, димензии, карактеристики) и карактеристики на стаклото. Исто така, се внесува и бројот на стаклени полиња и нивниот распоред со точен цртеж, односно скица на стаклената фасада. Понатаму се означуваат точките на деформација согласно “Standard MKC EN 12211” (Слика 4.3.12 и 4.3.13). Ова се точки каде се претпоставува дека деформациите под дејство на позитивен и негативен притисок би биле најголеми. На овие точки подоцна ќе бидат поставени сензори – уреди за мерење на поместувања и деформации. Растојанието помеѓу тие точки (a, b и c) се мери и исто така се внесува во компјутерскиот софтвер.



Слики 4.3.12 и 4.3.13: Означување на точки на деформација [приватни фотографии]

Пред да започне тестирањето, секоја информација мора да се внесе во компјутерскиот софтвер “EWaCS.exe”. Компјутерот е поврзан со опремата за тестирање (Слика 4.3.14). Притоа, за секој тест постојат повеќе класи во кои стаклената фасада се сместува, согласно стандардите. Колку е повисока класата, толку подобри карактеристики има стаклената фасада. Во програмот најпрво се претпоставува класата за секој тест поединечно. Претпоставувањето на класата која би ја задоволил моделот се прави искусствено. Најчесто ја предложува лаборантот, меѓутоа може да биде предложена и од начелникот на тестот.



Слика 4.3.14: Компјутер за тестирање [приватна фотографија]

Во рамките на експериментот, се прават следните тестови:

1. Пропустливост на воздух – прво тестирање при позитивен и негативен притисок со постепено наголемување на притисокот, па потоа наизменично циклично менување на позитивен и негативен притисок;
2. Мерење на деформации и поместувања при дејство на воздух под позитивен и негативен притисок;
3. Пропустливост на вода;
4. Пропустливост на воздух – второ тестирање, повторно после тестот за пропустливост на вода и
5. Безбедносен тест – отпорност на товар од ветер.

За секој тест, согласно стандардите, дадени се следните класи:

- класи за пропустливост на воздух: 0, 1, 2, 3, 4;
- класи за пропустливост на вода: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и
- класи за безбедносен тест: 0, 1, 2, 3, 4, 5 и Extra (со јачина 0, A, B, C).

Во компјутерскиот софтвер се внесуваат претпоставки за класите за секој тест поединечно. Претпоставената класа, во текот на тестирањето, ќе биде проверена, односно ќе се испита дали моделот ја задоволува таа класа или припаѓа во некоја од подолните класи. За пропустливост на воздух беше претпоставена четврта класа, за водонепропустливост седма класа, а за безбедносен тест четврта класа со јачина B. За тестот за водонепропустливост беа поставени 5 прскалки согласно стандардите за тие димензии на моделите.

4.3.2.1. Пропустливост на воздух – прво тестирање

Принципот на тестирање се базира на зголемување и намалување на притисокот на воздухот, кој може да биде позитивен или негативен, при што се врши мерење на протокот на воздух за секој тест, односно при секое зголемување или намалување.

Со цел да се направи класификација, најпрво мора да се одреди максималниот притисок P_{\max} согласно “EN 12152:1999”. Пред да се почне со тестирањето, најпрво се пушта тест притисок со постепено наголемување за 50Pa, па се до постигнување на 300Pa, а потоа наголемување за 150Pa, се до максималниот тест притисок P_{\max} .

Исто така, неопходно е најпрво да се одреди пропустливоста на воздух (Q_c) на самата комора, без да биде поставен моделот. Овој тест е направен со претходни испитувања и е веќе внесен во системот. На тој начин, при пресметка на резултатот, пропустливоста на комората ќе се одземе од измерената пропустливост, со цел да се изолира само онаа пропустливост на моделот.

За да се направи проверка, најпрво се пуштаат три пулсирања со позитивен притисок од 500Pa или притисок кој е за 10% поголем од максималниот притисок P_{\max} , согласно “EN 12152:1999”, во зависност од тоа кој е поголем. Максималниот притисок за секое пулсирање мора да трае повеќе од 1 секунда, но не повеќе од 3 секунди. Потоа се нанесува позитивен тест притисок, во траење кое е подолго од 10 секунди, за секоја секвенца на притисок, односно за секое наголемување на притисокот се до постигнување на максималниот притисок P_{\max} и се мери протокот на воздух (Q_{fc}) во комората за секое тестирање.

Првата секвенца на позитивен притисок е со јачина од 50Pa, насочен кон моделот од стаклена фасада. Притисокот на воздухот потоа се зголемува за 50Pa за одреден временски период. Зголемувањето трае се до достигнување на максималниот притисок $P_{\max}=600Pa$, дефиниран согласно стандардите. Наголемувањето започнува со 50Pa, па 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, се до 600Pa. Количината на воздухот што се задржува помеѓу комората за испитување и моделот од стаклена фасада постојано се мери, така што пропуштениот воздух може да се пресмета во секоја минута при различен притисок на воздухот. Воздушните загуби се дадени во m^3/h (кубни метри на час) за секој притисок на воздухот одделно.

Истата процедура како за позитивен притисок се повторува и за негативен притисок.

Се пресметува протокот на воздух на целокупната површина на фиксните панели (Q_f/A) во m^3/m^2h за секој тест и се даваат резултатите.

Алтернативно, се пресметува пропустливоста на воздух по должина на фиксните панели (Q_f/L_f) во $m^3/m.h$ за секој тест и се даваат резултатите. Во Табела 4.3.2 се дадени класификациони вредности за секоја класа, односно максимални дозволени вредности за секој тест притисок во корелација со површината на моделот – “surface” и во корелација со должината на моделот, односно периметарот на сите фиксни делови – “length”. Така на пример, за да задоволи класа 1, при пуштање на воздух под притисок од 50Pa, моделот не смее да пропушти количина на воздух поголема од $31.50m^3/(h.m^2)$ по целата негова површина, односно $7.87 m^3/(h.m)$ по целата негова должина.

Табела 4.3.2: Класификациони вредности за пропустливост на воздух согласно (МКС EN 12153 [119])

Притисок во Pa		10	50	100	150	200	250	300	450	600
Класа 1	површина $m^3/(h.m^2)$	10.77	31.5	50	65.52					
	должина $m^3/(h.m)$	2.69	7.87	12.5	16.38					
Класа 2	површина $m^3/(h.m^2)$	5.82	17.01	27	35.38	42.86	49.73	56.16		
	должина m^3/hm	1.45	4.25	6.75	8.85	10.71	12.43	14.04		
Класа 3	површина $m^3/(h.m^2)$	1.94	5.67	9	11.79	14.29	16.58	18.72	24.53	29.72
	должина m^3/hm	0.48	1.42	2.25	2.95	3.57	4.14	4.68	6.13	7.43
Класа 4	површина $m^3/(h.m^2)$	0.65	1.89	3	3.93	4.76	5.53	6.24	8.18	9.91
	должина m^3/hm	0.16	0.47	0.75	0.98	1.19	1.38	1.56	2.04	2.48

Пропустливоста на воздух (Q_f) за фиксните панели за секој тест, изразена во метри кубни на час (m^3/h), се одредува според следната формула:

$$Q_f = Q_{fc} - Q_c \dots \dots \dots (13)$$

каде:

Q_c – проток на воздух низ самата комора;

Q_{fc} - проток на воздух за време на тестот, мерен со моделот со фиксни панели кои не се отвораат, прицврстен за комората.

Во компјутерскиот софтвер се пресметува целокупната површина (A) во m^2 на моделот и должината (L_f) во m на фиксните панели на моделот (периметарот на сите фиксни делови). Со овие податоци, може да се пресмета протокот на воздух низ целокупната површина на фиксните панели (Q_f/A) во m^3/m^2h за секој тест. Доколку е потребно, може да се пресмета пропустливоста на воздух по должината на фиксните панели (Q_f/L_f) во $m^3/m.h$ за секој тест.

4.3.2.2. Мерење на деформации и поместувања при дејство на воздух под притисок

Сензорите се поставуваат на трите точки каде што се претпоставува дека ќе има најголеми поместувања и деформации под дејство на притисок на воздухот (Слика 4.3.15 - 4.3.17). Овие сензори ги мерат поместувањата предизвикани од притисокот на воздух во милиметри (mm). Притисокот на воздухот за време на мерењето е 1600Pa, а мерењето се врши за позитивен и негативен воздушен притисок.

Сензорите се позиционираат директно на трите точки кои беа означени на почетокот (а, б и в). Со помош на пружина поставена внатре во сензорот може да се мери големината на поместувањето под притисокот на воздухот. Овие податоци се внесуваат во компјутерскиот софтвер.



Слика 4.3.15 - 4.3.17: Поставување на сензори [приватни фотографии]

Понатаму, моделот наизменично се изложува на воздух со негативен и со позитивен притисок во вредност од 800 Pa, во околу 50 циклуси, наизменично дејство. Еден циклус се состои од воздух под позитивен и воздух под негативен притисок. Со оваа процедура се постигнува реална амортизација на објектот во реални услови на ветер и се испитува дали моделот би можел тоа да го издржи.

Максималните дозволени поместувања при воздушен притисок од 1600Pa за секоја класа поединечно, се дадени во Табела 4.3.3. За поместувањата, дадени си класите А, В и С, согласно стандардите.

Табела 4.3.3: Максимални дозволени деформации за секоја класа

Класа		максимално релативно поместување				
		група 1	група 2	група 3	група 4	група 5
		[1(a)-3(c)]	[4(d)-6(f)]	[7(g)-9(i)]	[10(j)-12(l)]	[13(m)-15(o)]
		1805 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
A	1/ 150	12.03	0	0	0	0
B	1/ 200	9.03	0	0	0	0
C	1/ 300	6.02	0	0	0	0

4.3.2.3. Тестирање на водонепропустливост

Принципот на тестирање се базира на константно и специфично количество вода насочено кон надворешната површина на моделот со зголемување на позитивниот статички тест притисок во временски интервали. Уредот треба да јави кога и каде настанува проток на вода.

Согласно стандардот „МКС EN 12155: 2011“, беа поставени 5 прскалки за вода. Бројот на прскалките се одредува според димензиите на елементот. Секоја прскалка прска 2 литри вода во минута. Вкупната количина на вода од сите прскалки е 10 литри во минута, 600 литри на час, а аголот на прскање е 24°. Првите 15 минути, водата се прска без никаков притисок. Доколку моделот ги издржи тие 15 минути без да пропушти вода, тогаш задоволува прва класа. Следните 5 минути водата се прска под притисок од 50Pa, што всушност симулира взаемно дејство на ветер и дожд. Секои 5 минути, притисокот на водата се зголемува за 50Pa, а со тоа се зголемува и класата. Деветата класа е највисока и симулира дожд со најголем притисок.

При извршување на тестот, се додека трае прскањето, постојано мора да се надгледува внатрешната површина на моделот со цел да се детектира било какво капење или протекување на вода. Доколку се јави протекување, мора точно да се означи времето и местото каде што се јавило течењето или капењето.

Доколку течењето се јави пред постигнување на максималниот тест притисок P_{max} , мора да се означи точното време и место каде истото се јавило. Локацијата на течењето со соодветни броеви, доколку течењето е на повеќе места, треба да се означи на соодветен цртеж во размер од моделот.

4.3.2.4. Пропустливост на воздух – второ тестирање

По испитувањето на пропустливост на вода, се повторува испитувањето за пропустливост на воздух. Моделот повторно се тестира под позитивен и негативен воздушен притисок, кој се зголемува постепено за 50Pa во одреден временски период според стандардот „МКС EN 12155: 2011“. Тестот се прави со цел да се види дали моделот ќе ја има истата пропустливост на воздух, при влажни услови и дали нешто ќе биде оштетено од водата, односно дождот во реални услови.

4.3.2.5. Безбедносен тест – отпорност на товар од ветер

Кај безбедносниот тест, голема количина на проток на воздух со притисок од 2400Pa се насочува кон моделот од стаклена фасада, во траење од 7 секунди. Ова симулира многу јак ветер. Тестот за безбедност се прави со позитивен и негативен притисок и испитува дали моделот може да издржи силен ветер (Слика 4.3.18 – 4.3.20).

Сите уреди за мерење треба да бидат подесени на нула. Сите промени кај моделот треба добро да се надгледуваат. Самиот модел треба да биде подложен на притисок во четири фази, за минимален период од $15s \pm 5s$ за секоја фаза на проектирано оптоварување на ветер, на пример 25%, 50%, 75% и 100% проектирано оптоварување на ветер. За секој тест притисок се мерат фронталните поместувања и деформации согласно “EN 13116:1997”. Се мерат и неповратните деформации. Ова мерење не смее да се прави во период подолг од еден час по завршување на тестот. Се запишуваат резултатите од мерењата на фронталните поместувања за секој тест притисок и се пресметуваат фронталните деформации, кои се презентираат графички. Се запишуваат и неповратните деформации на моделот, како и одредени оштетувања кои се означуваат на цртеж од моделот. Фронталните поместувања и сите останати деформации се споредуваат со максималните дозволени вредности според “EN 13116:1997”. Исто така, се посочуваат резултатите од тестот, се запишуваат состојби со зголемено оптоварување, вклучувајќи и состојби каде настанало оштетување на моделот.



Слики 4.3.18 – 4.3.20: Безбедносен тест [приватни фотографии]

Со цел да се задоволи четврта класа, безбедносниот тест се прави со пуштање на воздух под позитивен и негативен притисок со јачина од 2400 Pa. Доколку моделот се испитува за петта класа, тогаш јачината на притисокот изнесува 3000Pa. Податоците за притисокот за различни класи, за безбедносниот тест согласно (МКС EN 12179 [121]) се дадени во Табела 4.3.4.

Табела 4.3.4: Вредности за безбедносен тест според (МКС EN 12179 [121])

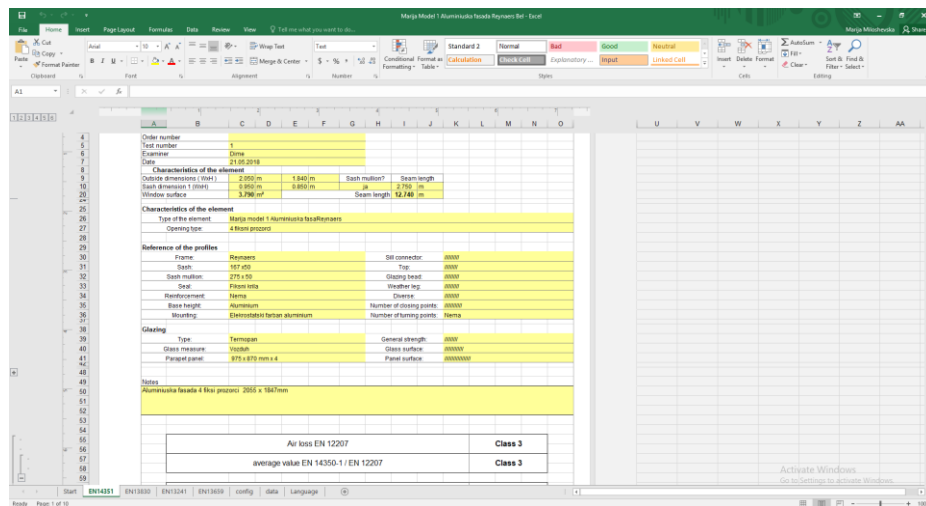
Класа	Притисок						Вшмукување					
	1	2	3	4	5	Ex	1	2	3	4	5	Ex
Апсолутен притисок	600Pa	1200Pa	1800Pa	2400Pa	3000Pa		-600Pa	-1200Pa	-1800Pa	-2400Pa	-3000Pa	
Постигнат апсолутен притисок				2400Pa						-2400Pa		

4.3.3. Резултати за пропустливост на воздух, вода и отпорност на притисок од ветер

Резултатите беа издадени од Лабораторијата за тестирање на мебел и ентериер, во склоп Факултетот за дизајн на технологија на мебел и ентериер во Скопје. Овие резултати се на англиски јазик, во софтверски програм “Ексел”, приложени со текстуален дел, табели и графици. Истите се дадени во Прилог 5 во оригинално издание, за секој модел поединечно, заедно со сите карактеристики внесени во компјутерскиот софтвер.

4.3.3.1. Резултати за модел 1

Позначајните карактеристики на модел 1 се дадени во воведниот дел од резултатите. Тие ги вклучуваат следните информации: димензии на моделот, полињата и профилите, вкупна површина и вкупна должина на моделот, тип на профили, начин на отварање, за панели што се отвараат, карактеристики на рамката, материјал, производител, тип на стакло, карактеристики и позначајни информации, како и податоци за лаборантот кој го вршел тестирањето и податоци за начарателот на тестот (Слика 4.3.21).



Слика 4.3.21: Позначајни карактеристики дадени во првиот дел од резултатите за модел 1

4.3.3.1.1. Пропустливост на воздух – прво тестирање

Тестирањето е извршено на температура од 23°C и влажност на воздухот од 50%. Првиот резултат покажува колкава е пропустливоста на воздухот, кога кон првиот модел се пушта воздух под позитивен притисок кој постепено се наголемува, како што е опишано во методот на тестирање. Резултатите се дадени во Табела 4.3.5.

Табела 4.3.5: Вредности за пропустливост на воздух со позитивен притисок за прво мерење

Номинален притисок во Pa		50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		49	100	151	202	252	305	463	610	
Пропустливост на воздух Qc	m ³ /h	0	0	0	0	0	0	0	0	
Пропустливост на воздух	m ³ /h	10.98	16.27	19.59	21.78	23.68	25.44	29.31	31.85	
Пропустливост по должина на примерок	m ³ /(h/m)	0.86	1.28	1.54	1.71	1.86	2	2.3	2.5	
Класа		3	3	3	3	3	3	3	3	3
Пропустливост по површина на примерок	m ³ /(h/m ²)	2.9	4.29	5.17	5.75	6.25	6.71	7.73	8.4	
Класа		3	3	3	3	3	3	4	4	3
Генерална класа										3

Номиналниот притисок ($P_a \text{ nominal}$) е вредноста на притисокот во паскали кој треба да се пушти кон моделот кој се тестира, согласно стандардите, додека постигнатиот реален притисок ($P_a \text{ actual}$) е вредноста на притисокот на воздухот кој реално е постигнат при експериментот. Овие вредности се дадени во паскали (Pa). Номиналниот и реално постигнатиот притисок треба да се приближно исти, дозволени се само мали отстапувања. Пропустливост на воздух Q_c е проток на воздух низ самата комора, мерен со примерокот кој е херметички затворен во m^3/h . Кај овие резултати изнесува 0, односно не постои премин на воздух низ комората за тестирање. Преминот на воздух настанува исклучиво низ моделот на стаклена фасада и е даден најпрво во m^3/h . Пропустливоста на воздух (m^3/h) е вредност која посочува колкаво количество на воздух е пропуштено низ примерокот во метри кубни на час. Така на пример за воздух под реален позитивен притисок од 49 паскали, пуштен кон моделот, било пропуштено количество на воздух од $10.98 \text{ m}^3/\text{h}$. Во овој дел примерокот е сместен во трета класа. За секој притисок на воздух кој се наголемува за 50 Pa, дадена е поединчена класа, која примерокот ја задоволува. Генералната класа во која примерокот припаѓа за овој дел од експериментот е трета класа.

Табела 4.3.6: Вредности за пропустливост на воздух со негативен притисок за прво мерење

Номинален притисок во Pa		-50	-100	-150	-200	-250	-300	-450	-600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		-49	-100	-149	-200	-250	-301	-450	-599	
Пропустливост на воздух Q_c	m^3/h	0	0	0	0	0	0	0	0	Генерална класа
Пропустливост на воздух		10.93	16.52	20.62	24.16	27.28	30.15	37.9	44.7	
Пропустливост по должина на примерок	$\text{m}^3/(\text{h}/\text{m})$	0.86	1.3	1.62	1.9	2.14	2.37	2.97	3.51	Генерална класа
Класа		3	3	3	3	3	3	3	3	
Пропустливост по површина на примерок	$\text{m}^3/(\text{h}/\text{m}^2)$	2.88	4.36	5.44	6.38	7.2	7.96	10	11.79	Генерална класа
Класа		3	3	3	3	3	3	3	3	
Генерална класа										3

Табела 4.3.6 дава резултати за пропустливост на воздух на примерокот при негативен притисок. Од табелата може да се види дека за негативен притисок на воздух од -49 паскали, моделот пропуштил количество на воздух од $10.93 \text{ m}^3/\text{h}$, додека за притисок од -100 паскали, пропуштеното количество на воздух е $16.52 \text{ m}^3/\text{h}$. Покрај целокупната пропустливост во m^3/h , во резултатите се даваат и податоци за пропустливоста на воздух по должината во $\text{m}^3/(\text{h}/\text{m})$ и по површината на моделот $\text{m}^3/(\text{h}/\text{m}^2)$. Генералната класа во која првиот модел припаѓа за првото тестирање на пропустливост на воздух под негативен притисок е трета класа, што може да се види од Табела 4.3.6.

Табела 4.3.7: Средни вредности за пропустливост на воздух за прво мерење

Номинален притисок во Pa		50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		49	100	150	201	251	303	457	605	
Пропустливост на воздух	m^3/h	10.96	16.39	20.11	22.97	25.48	27.8	33.6	38.27	Генерална класа
Пропустливост по должина на примерок		$\text{m}^3/(\text{h}/\text{m})$	0.86	1.29	1.58	1.8	2	2.18	2.64	
Класа		3	3	3	3	3	3	3	3	3
Пропустливост по површина на примерок	$\text{m}^3/(\text{h}/\text{m}^2)$	2.89	4.33	5.31	6.06	6.72	7.33	8.87	10.1	Генерална класа
Класа		3	3	3	3	3	3	3	3	
Генерална класа										3

Табела 4.3.7 дава резултати за средните вредности на пропустливост на воздух со позитивен и негативен воздушен притисок од првото тестирање на првиот модел, при што се земаат средните вредности од резултатите од двете тестирања. Генералната класификација на првиот модел за првото мерење на пропустливост на воздух е дадена во Табела 4.3.8 и може да се види дека тој ја задоволува третата класа.

Табела 4.3.8: Генерална класификација за пропустливост на воздух при прво мерење

Генерална класификација EN 12207	Генерална класа за позитивен притисок	3
	Генерална класа за негативен притисок	3
	Генерална класа за позитивен и негативен притисок	3
Генерална класификација En 14351-1	Средна вредност :	3

4.3.3.1.2. Пропустливост на воздух – второ тестирање

Второто мерење на пропустливоста на воздухот се прави после тестот за водонепропустливост на моделот, со цел да се види дали ќе се јават некои промени во резултатите. Отстапувањата кои се помали од 20 проценти помеѓу резултатите од првото и второто тестирање, се дозволени, согласно пропишаните стандарди.

Во Табела 4.3.9 се дадени резултати за одговорот на првиот модел при тестирање на неговата пропустливост на воздух, со пуштање на воздух под позитивен притисок насочен кон моделот, на температура од 24°C и влажност на воздухот од 49%.

На почетокот од тестирањето, реално постигнатиот притисок е со јачина од 49 паскали, а примерокот пропуштил количество на воздух од 9.51 m³/h. За постигнат притисок од 99 Pa, пропуштеното количество на воздух изнесува 12.47 m³/h. Генералната класа која првиот модел ја задоволува при второто тестирање под позитивен притисок е трета. Отстапувањата помеѓу резултатите од првото и второто тестирање се помали од 20% и се прифатливи.

Табела 4.3.9: Вредности за пропустливост на воздух со позитивен притисок за второ мерење

Номинален притисок во Pa	50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa	49	99	149	201	252	303	458	605	
Пропустливост на воздух Q _s	m ³ /h								
Пропустливост на воздух									
Пропустливост по должина на примерок	m ³ /(h/m)								
Класа									
Класа	3	3	3	3	3	3	4	4	3
Отстапување > 20% од прво мерење	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Пропустливост по површина на примерок	m ³ /(h/m ²)								
Класа									
Класа	3	3	4	4	4	4	4	4	3
Отстапување > 20% од прво мерење	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Генерална класа									3

На График 4.3.1, прикажани се вредностите за пропустливост на воздух по површината и по должината на носачите од првиот модел, како и граничните вредности, при пуштање на воздух под позитивен притисок за двете извршени мерења, и тоа: прво мерење на почеток и второ мерење направено после тестот за водонепропустливост, за да можат полесно да се споредат резултатите. Постигнатите резултати при второто мерење се подобри од оние од првото мерење иако разликата не е многу голема.

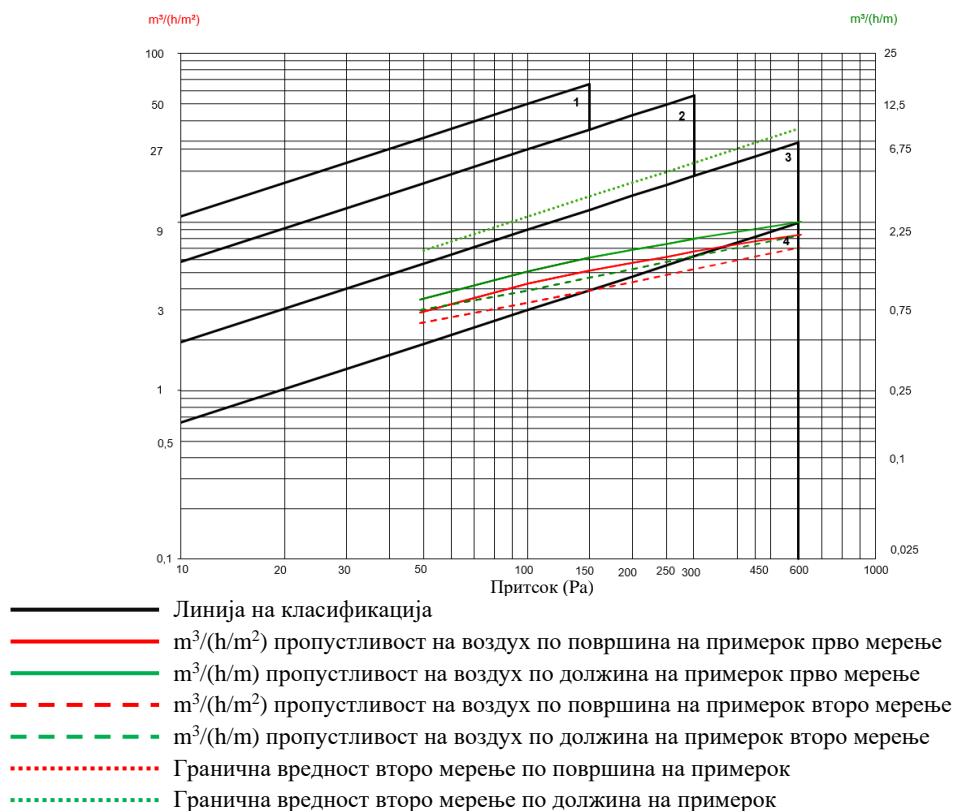


График 4.3.1: Пропустливост на воздух при позитивен притисок за двете мерења

Табела 4.3.10 дава резултати за пропустливоста на воздух на првиот модел при пуштање на воздух под негативен притисок за второто мерење. Генералната класа која моделот ја задоволува за ова тестирање е четврта.

Табела 4.3.10: Вредности за пропустливост на воздух со негативен притисок за второ мерење

Номинален притисок во Pa		-50	-100	-150	-200	-250	-300	-450	-600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		-49	-101	-151	-200	-249	-300	-450	-601	
Пропустливост на воздух Qc	m³/h	0	0	0	0	0	0	0	0	
Пропустливост на воздух		4.991	9.503	12	15.34	19.03	21.45	29.19	36.1	
Пропустливост по должина на примерок	m³/(h/m)	0.39	0.75	0.94	1.2	1.49	1.68	2.29	2.83	
Класа		4	4	4	3	3	3	3	3	3
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Пропустливост по површина на примерок	m³/(h/m²)	1.32	2.51	3.17	4.05	5.02	5.66	7.7	9.53	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Генерална класа										4

На График 4.3.2, прикажани се вредностите за пропустливост на воздух по површината и по должината на носачите од првиот модел, како и граничните вредности, при пуштање на воздух под негативен притисок за двете извршени мерења. Од графикот може да се види дека постигнатите резултати при второто мерење и кај ова тестирање под негативен притисок се подобри од оние од првото мерење.

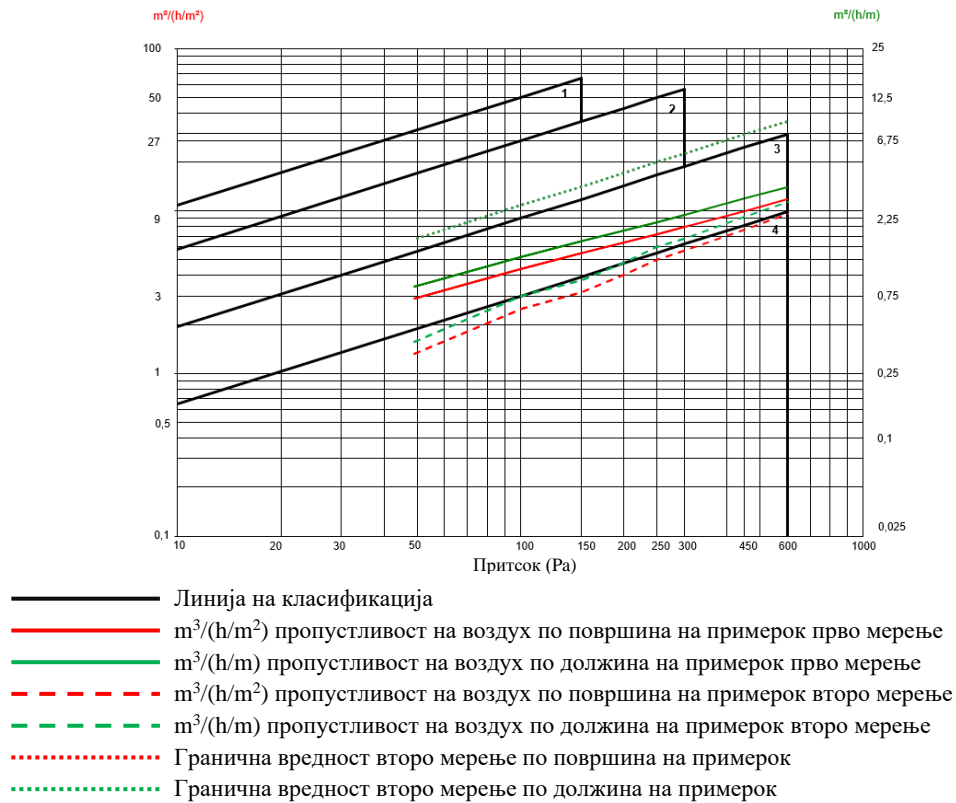


График 4.3.2: Пропустливост на воздух при негативен притисок за двете мерења

Табела 4.3.11 дава резултати за средните вредности на пропустливост на воздух со позитивен и негативен воздушен притисок за второто мерење на првиот модел, при што се зема средната вредност од двете тестирања. Генералната средна класа за второто мерење на пропустливост на воздух е трета.

Табела 4.3.11: Средни вредности за пропустливост на воздух за второ мерење

Номинален притисок во Pa		50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		49	100	150	201	251	302	454	603	
Пропустливост на воздух	m³/h	7.25	10.99	13.43	16.06	18.75	20.75	26.46	31.32	
Пропустливост по должина на примерок	m³/(h/m)	0.57	0.86	1.05	1.26	1.47	1.63	2.08	2.46	
Класа		3	3	3	3	3	3	3	4	3
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Пропустливост по површина на примерок	m³/(h/m²)	1.91	2.9	3.54	4.24	4.95	5.48	6.98	8.26	
Класа		3	4	4	4	4	4	4	4	3
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Генерална класа										3

На График 4.3.3, прикажани се вредностите за пропустливост на воздух по површината и по должината на носачите од првиот модел, како и граничните вредности при воздух под позитивен и негативен притисок за двете мерења. Земени се средни вредности од резултатите за позитивен и негативен притисок и истите се прикажани графички. Како и кај претходните графици, резултатите од второто мерење се подобри, но и двете мерења даваат резултати кои се повисоки од минималните гранични вредности пропишани согласно стандардите.

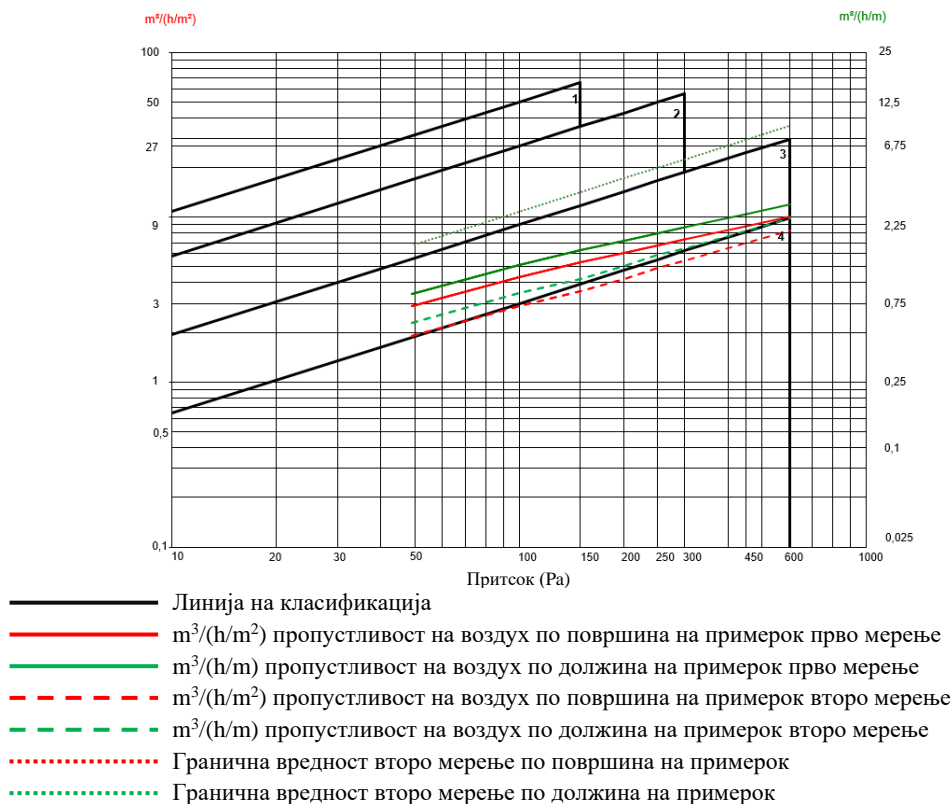


График 4.3.3: Средни вредности за пропустливост на воздух за двете мерења

Класификацијата за второто мерење на првиот модел, која произлегува од добиените резултати, е дадена во Табела 4.3.12. Средната вредност на генералната класификација после двете направени мерења за пропустливост на воздух под позитивен и негативен притисок на првиот модел е трета класа.

Табела 4.3.12: Генерална класификација после второ мерење

Генерална класификација EN 12206 после второ мерење		Класа	20% барања
Генерална класа позитивен притисок		3	ОК
Генерална класа негативен притисок		4	ОК
Генерална класа за позитивен и негативен притисок		3	
<i>Максимално дозволено зголемување ≤20% над постигнатата класа</i>		Барањата се:	исполнети
Генерална класификација EN 14351-1 после второ мерење		Класа	20% барања
Средна вредност:		3	ОК
<i>Максимално дозволено зголемување ≤20% над постигнатата класа</i>		Барањата се:	исполнети

4.3.3.1.3. Пропустливост на вода

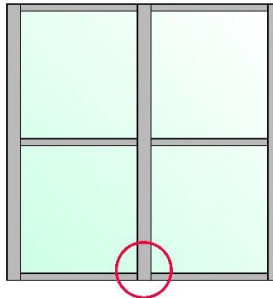
Овој тест дава податоци за издржливоста на моделот, доколку кон истиот би се пуштило количество на вода, како симулација на дожд најпрво без никаков притисок, а потоа и со додавање и зголемување на притисокот, како симулација на взаемно дејство на ветер и дожд. Бројот на прскалки кои беа поставени за овој примерок изнесуваше 5, а секоја од нив прскаше количина на вода од 2 литри во минута. Вкупната количина на вода беше 10 литри во минута, 600 литри на час. Кај ова тестирање, колку повеќе време примерокот ќе издржи без да пропушти вода, толку повисока класа ќе задоволи, согласно стандардите.

Кај овој примерок, протекување на вода се јави после 7 минути и 32 секунди од започнување на тестот, така што не ги задоволи стандардите од ниедна класа, односно не издржани 15 минути без да пропушти вода, за да може да биде сместен во најниската класа (Табела

4.3.13). Во табелата времето на капење и течење е означено со црвена боја. Местото каде се јави протекување кај првиот модел, шематски е прикажано на Слика 4.3.22.

Табела 4.3.13: Резултати за пропустливост на вода

Класа	Притисок во Pa		Време	Пропуштање на вода	
	Номинален:	Постигнат:		Капење	Течење
A1	0	-20	0:15:00	0:00:00	0:07:28
A2	50	50	0:05:00	0:01:26	0:00:00
A3	100	100	0:05:00	0:00:00	0:00:00
A4	150	150	0:05:00	0:00:00	0:00:00
A5	200	200	0:05:00	0:00:00	0:00:00
A6	250	252	0:05:00	0:00:00	0:00:00
A7	300	300	0:05:00	0:00:00	0:00:00



Слика 4.3.22: Место каде се јави протекување на вода кај првиот модел

4.3.3.1.4. Отпорност на товари од ветер - мерење на поместувања

Фронталните поместувања се мерат при дејство на ветер со номинален притисок од 1600 Pa. Во Табела 4.3.14 се дадени измерените поместувања во милиметри за сите точки (a, b и c), на кои беа поставени сензори за мерење, под дејство на реално постигнат позитивен притисок на воздух од 1601Pa и негативен притисок на воздух од -1604Pa. Најголемите поместувања се во точка b, под дејство на воздух со негативен притисок и изнесуваат 0.46mm.

Табела 4.3.14: Резултати од мерење на фронтални поместувања (mm) при позитивен и негативен притисок во трите означени точки M1(a), M2(b) и M3(c)

Pa	Точка 1(a)	Точка 2(b)	Точка 3(c)	f во mm	1/	Класа
1601Pa	0.22	0.36	0.07	0.22	8395	C
0Pa	0.01	0.00	0.01	0.01	180500	
-1604Pa	0.29	0.46	0.11	0.26	6942	C
0Pa	0.07	0.06	0.02	0.02	120333	

Легенда P1 Тест притисок
Точка 1,2,3 Фронтално поместување на точките каде се поставени сензори M1, M2, M3
f Фронтално поместување

Во Табела 4.3.15 дадена е класификација на првиот модел според измерените поместувања под дејство на воздух со позитивен и негативен притисок. Модел 1 припаѓа на класа C4.

Табела 4.3.15: Класификација според поместувања

Класификација по EN 12210 позитивен притисок	Класа	C4
Класификација по EN 12210 негативен притисок	Класа	C4
Класификација по EN 12210 *	Класа	C4

4.3.3.1.5. Отпорност на товари од ветер – наизменично дејство

Моделот беше тестиран на наизменично дејство на ветер со позитивен и негативен притисок со јачина од 800Pa карактеристична за четврта класа, како симулација на реална амортизација во реални услови. За време на тестирањето, не се појавија никакви оштетувања и неповратни деформации, со што моделот ја задоволи четвртата класа (Табела 4.3.16).

Табела 4.3.16: Наизменичен товар на притисок и вшмукување

Класа	1	2	3	4	5	Ex
Апсолутен притисок	200Pa	400Pa	600Pa	800Pa	1000Pa	
Постигнат притисок				800Pa		

4.3.3.1.6. Отпорност на товари од ветер - безбедносен тест

На крајот, во рамките на тестот за отпорност на ветер, беше испитуван моделот под дејство на силен удар од ветер под позитивен и негативен притисок со јачина од 2400 Pa, во времетраење од седум секунди. На тој начин се согледува дали моделот би можел да издржи силен удар во реални услови.

Во Табела 4.3.17 се дадени класите за отпорност на товари од ветер, при дејство на ветер под позитивен и негативен притисок, за вредности од 1600 Pa, каде се мереа фронталните поместувања; при наизменично дејство на ветер под позитивен и негативен притисок од 800Pa во траење од 50 циклуси и за дејство на силен удар со јачина од 2400Pa, во времетраење од седум секунди. Генералната класификација за отпорноста од ветер е C4.

Табела 4.3.17: Класификација за безбедносен тест

Деформации при притисок P1	± 1600Pa	Класа	C 4
Тест со наизменичен притисок P2	± 800Pa	Класа	ND
Безбедносен тест со притисок P3	± 2400Pa	Класа	ND
Генерална класификација за отпорност од ветер		Класа	C 4

4.3.3.1.7. Вкупни резултати за модел 1

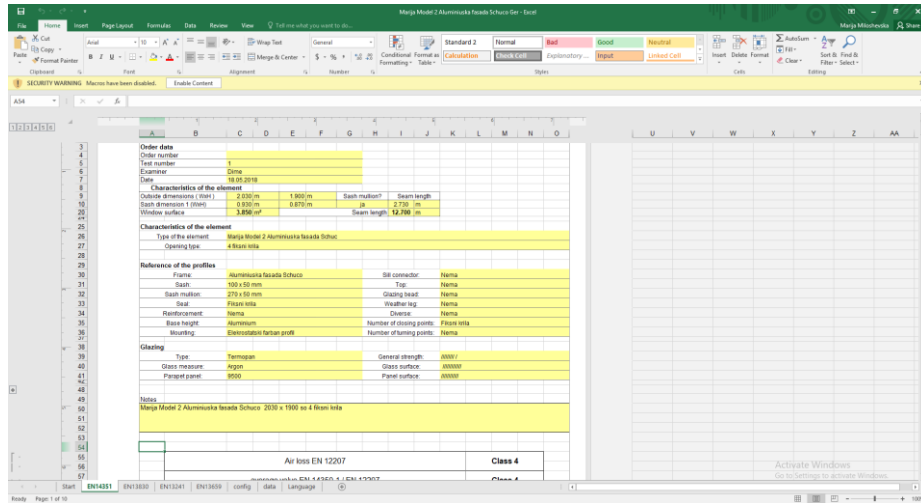
На крајот се дадени вкупни резултати од сите извршени тестирања во лабораторијата. Крајните резултати не ги содржат поединечните вредности од секое тестирање, ниту поединечните класи за секој извршен тест, туку само генералните вкупни класи кои ги задоволува моделот. Тие се најбитни и треба да бидат дел од сертификатот на стаклената фасада, која се испитува. При изведба на објекти каде се применува овој тип на стаклена фасада, треба да се приложат. Вкупната класификација за првиот модел за сите извршени тестирања е дадена во Табела 4.3.18.

Табела 4.3.18: Вкупна класификација за сите тестирања

Пропустливост на воздух EN 12207	Класа 3
Средна вредност EN 14350-1 / EN 12207	Класа 3
Пропустливост на вода EN 12208	Не задоволува
Товари од ветер EN 12210	Класа 4C
Повторување на пропустливост на воздух EN 12207	Класа 3
Средна вредност EN 14350-1 / EN 12207	Класа 3

4.3.3.2. Резултати за модел 2

Позначајните карактеристики на модел 2, кои вклучуваат повеќе различни информации за профилите, стаклата и тестирањето, се исто така дадени во воведниот дел од резултатите (Слика 4.3.23).



Слика 4.3.23: Позначајни карактеристики дадени во првиот дел од резултатите за модел 2

4.3.3.2.1. Пропустливост на воздух – прво тестирање

Тестирањето на вториот модел е извршено при просечна температура на воздухот од 22°C и влажност на воздухот од 50%.

Табела 4.3.19 дава резултати за средните вредности на пропустливост на воздух на вториот модел, кога кон истиот се пушта воздух под позитивен и негативен воздушен притисок, при што се зема средната вредност од резултатите од двете тестирања. Генералната средна класа за првото мерење на пропустливост на воздух за вториот модел е четврта. Поединечните резултати за пропустливост на воздух за позитивен и негативен притисок се дадени во Прилог 5.

Табела 4.3.19: Средни вредности за пропустливост на воздух за прво мерење

Номинален притисок во Pa		50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		51	101	150	201	252	302	452	612	
Пропустливост на воздух	m ³ /h	2.74	4.17	5.67	6.86	7.92	9.05	12.01	14.32	
Пропустливост по должина на примерок	m ³ /(h/m)	0.22	0.33	0.45	0.54	0.62	0.71	0.95	1.13	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Пропустливост по површина на примерок	m ³ /(h/m ²)	0.71	1.08	1.47	1.78	2.06	2.35	3.12	3.72	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Генерална класа										4

Генералната класификација за првото мерење на пропустливоста на воздух за вториот модел е дадена во Табела 4.3.20, при што вториот модел задоволува четврта класа.

Табела 4.3.20: Генерална класификација за пропустливост на воздух при прво мерење

Генерална класификација EN 12207	Генерална класа за позитивен притисок	4
	Генерална класа за негативен притисок	4
	Генерална класа за позитивен и негативен притисок	4
Генерална класификација En 14351-1	Средна вредност :	4

4.3.3.2.2. Пропустливост на воздух – второ тестирање

Второто мерење на пропустливоста на воздухот се прави после тестот за водонепропустливост на моделот. Притоа, поединечните резултати за пропустливост на воздух под позитивен и негативен притисок за второто тестирање на вториот модел, подетално се прикажани во Прилог 5. Во Табела 4.3.21 се дадени резултати за средните вредности на пропустливост на воздух со позитивен и негативен воздушен притисок за второто мерење на вториот модел, при што се зема средната вредност од двете тестирања. Ова тестирање е направено после тестот за водонепропустливост. Генералната средна класа за второто мерење на пропустливост на воздух е четврта.

Табела 4.3.21: Средни вредности за пропустливост на воздух за второ мерење

Номинален притисок во Pa		50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		50	100	150	201	251	303	453	608	
Пропустливост на воздух	m ³ /h	1.67	2.66	3.46	4.25	5.03	5.79	8	10.03	
Пропустливост по должина на примерок	m ³ /(h/m)	0.13	0.21	0.27	0.34	0.4	0.46	0.63	0.79	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Пропустливост по површина на примерок	m ³ /(h/m ²)	0.43	0.69	0.9	1.11	1.31	1.5	2.08	2.61	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Генерална класа										4

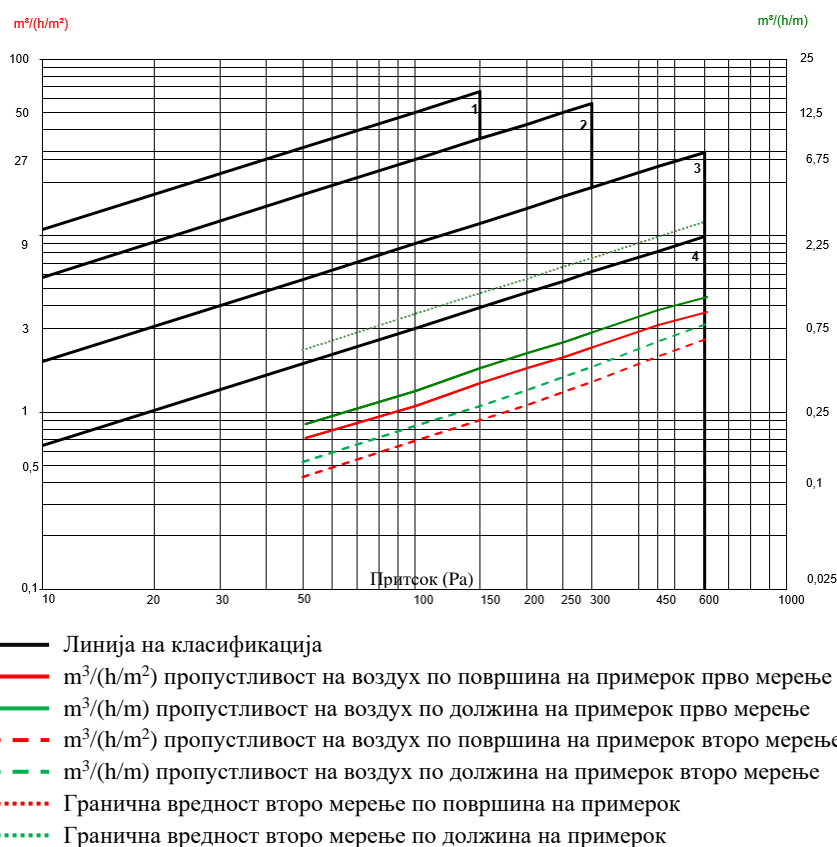


График 4.3.4: Средни вредности за пропустливост на воздух за двете мерења

На График 4.3.4, прикажани се вредностите од тестот за пропустливост на воздух по површината и по должината на носачите од моделот, како и граничните вредности при воздух

под позитивен и негативен притисок за двете мерења, односно направена е споредба меѓу првото и второто мерење. Земени се средни вредности од резултатите за позитивен и негативен притисок и истите се прикажани графички. Резултатите не ги надминуваат дозволените гранични вредности. Графиците каде е направена споредба меѓу првото и второто мерење, поединечно за воздух под позитивен и под негативен притисок, се детално прикажани во Прилог 5.

Класификацијата за второто мерење на вториот модел е дадена во Табела 4.3.22. Генералната класификација после двете мерења покажува дека вториот модел задоволува четврта класа. Барањата за максимално дозволено зголемување од 20% над постигнатата класа се исполнети.

Табела 4.3.22: Генерална класификација после второ мерење

Генерална класификација EN 12206 после второ мерење		Класа	20% барања
Генерална класа позитивен притисок		4	ОК
Генерална класа негативен притисок		4	ОК
Генерална класа за позитивен и негативен притисок		4	
<i>Максимално дозволено зголемување ≤20% над постигнатата класа</i>		Барањата се:	исполнети
Генерална класификација EN 14351-1 после второ мерење		Класа	20% барања
Средна вредност:		4	ОК
<i>Максимално дозволено зголемување ≤20% над постигнатата класа</i>		Барањата се:	исполнети

4.3.3.2.3. Пропустливост на вода

Како и кај првиот модел, така и во овој случај беа поставени вкупно 5 прскалки, согласно стандардот за тестирање на водонепропустливост. Распоредот на прскалките исто така е идентичен. За разлика од модел 1, кај овој модел не се појави воопшто протекување на вода, дури ни кога беше достигнат максималниот реален притисок од 300Pa. Заради тоа, класата која ја задоволува вториот модел е A7, бидејќи таа класа беше и претпоставена. Резултатите се дадени во Табела 4.3.23.

Табела 4.3.23: Резултати за пропустливост на вода и класификација

Класа	Притисок во Pa		Време	Пропуштање на вода		Набљудување
	Номинален:	Постигнат:		Капење	Течење	
A1	0	-19	0:15:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A2	50	50	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A3	100	99	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A4	150	151	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A5	200	200	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A6	250	250	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A7	300	301	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК

Класификација по EN 12208	Класа	A7
---------------------------	-------	----

4.3.3.2.4. Отпорност на товари од ветер - мерење на поместувања

Во Табела 4.3.24 се дадени фронталните поместувања во милиметри за сите точки (a, b и c), на кои беа поставени сензори за мерење, под дејство на реално постигнат позитивен притисок на воздух од 1604Pa и негативен притисок на воздух од -1609Pa. Најголемите поместувања се во точка b, под дејство на воздух со негативен притисок и изнесуваат 0.64mm.

Табела 4.3.24: Резултати од мерење на фронтални поместувања (mm) при позитивен и негативен притисок во трите означени точки M1(a), M2(b) и M3(c)

Pa	Точка 1(a)	Точка 2(b)	Точка 3(c)	f in mm	1/	Класа
1604Pa	0.26	0.64	0.06	0.48	3854	C
0Pa	0.01	0.00	0.00	0.01	370000	
-1609Pa	0.16	0.56	0.05	0.46	4066	C
-9Pa	0.01	0.01	0.01	0.01	0	

Легенда P1 Тест притисок
Точка 1,2,3 Фронтално поместување на точките каде се поставени сензори M1, M2, M3
f Фронтално поместување

Во Табела 4.3.25 дадена е класификација на моделот, според измерените поместувања под дејство на воздух со позитивен и негативен притисок, со помош на претходно поставените сензори. Вториот модел, исто како и модел 1, припаѓа на класа C4, за позитивен, негативен и вкупен притисок.

Табела 4.3.25: Класификација според поместувања

Класификација по EN 12210 позитивен притисок	Класа	C4
Класификација по EN 12210 негативен притисок	Класа	C4
Класификација по EN 12210 *	Класа	C4

4.3.3.2.5. Отпорност на товари од ветер – наизменично дејство

Понатаму, вториот модел беше тестиран на наизменично дејство на ветер со позитивен и негативен притисок со јачина од 800Pa, со цел да се провери како истиот би реагирал на симулација на амортизација во реални услови при вградување на објект. За време на тестирањето, не се појавија никакви оштетувања и неповратни деформации кај моделот, па заради тоа, и вториот модел беше класифициран во четврта класа за наизменично дејство на ветер (Табела 4.3.26).

Табела 4.3.26: Наизменичен товар на притисок и вшмукување

Класа	1	2	3	4	5	Ex
Апсолутен притисок	200Pa	400Pa	600Pa	800Pa	1000Pa	
Постигнат притисок				800Pa		

4.3.3.2.6. Отпорност на товари од ветер – безбедносен тест

На крајот беше направен безбедносен тест, со силен удар со јачина од 2400Pa насочен кон вториот модел, за да се процени неговата издржливост. Тестот помина без никакви оштетувања на моделот, ниту кај профилите, ниту кај стаклото.

Во Табела 4.3.27 се дадени класите за испитување под дејство на ветер, за вредности од 1600 Pa, каде се мереа фронталните поместувања; под наизменично дејство на ветер под позитивен и негативен притисок од 800Pa во траење од 50 циклуси и за дејство на силен удар со позитивен и негативен притисок со јачина од 2400Pa. Генералната класификација за отпорноста од ветер е C4 (Табела 4.3.27).

Табела 4.3.27: Класификација за безбедносен тест

Деформации при притисок P1	± 1600Pa	Класа	C 4
Тест со наизменичен притисок P2	± 800Pa	Класа	ND
Безбедносен тест со притисок P3	± 2400Pa	Класа	ND
Генерална класификација за отпорност од ветер		Класа	C 4

4.3.3.2.7. Вкупни резултати за модел 2

На крајот се дадени вкупни резултати од сите извршени тестирања во лабораторијата. Притоа, крајните резултати не ги содржат поединечните вредности од секое тестирање, ниту поединечните класи за секој извршен тест, туку само генералните вкупни класи кои ги задоволува моделот, согласно пропишаните стандарди. Тие се најбитни и треба да бидат дел од сертификатот на стаклената фасада, која се испитува. При изведба на објекти каде се применува овој тип на стаклена фасада, треба да им бидат приложени на надзорот и на инвеститорот. Вкупната класификација која ја задоволува вториот модел за сите извршени тестирања е дадена во Табела 4.3.28.

Табела 4.3.28: Вкупна класификација за сите тестирања

Пропустливост на воздух EN 12207	Класа 4
Средна вредност EN 14350-1 / EN 12207	Класа 4
Пропустливост на вода EN 12208	Класа A7
Товари од ветер EN 12210	Класа 4C
Повторување на пропустливост на воздух EN 12207	Класа 4
Средна вредност EN 14350-1 / EN 12207	Класа 4

4.3.3.3. Резултати за модел 3

Позначајните карактеристики на третиот модел се дадени во воведниот дел од резултатите, дадени во извештајот од лабораторијата, при што вклучени се следните информации: димензии на моделот, на крилата, полињата и профилите, вкупна површина и вкупна должина на моделот, тип на профили, начин на отварање, карактеристики на рамката, материјал, производител, тип на стакло, карактеристики и позначајни податоци, како и податоци за лаборантот кој го вршел тестирањето и податоци за нарачателот на тестот (Слика 4.3.24).

Air loss EN 12207			
average value EN 14350-1 / EN 12207	Class 4	Class 4	

Слика 4.3.24: Позначајни карактеристики дадени во првиот дел од резултатите за модел 3

4.3.3.3.1. Пропустливост на воздух – прво тестирање

Првото тестирање за пропустливост на воздух на третиот модел е извршено при температура од 22°C и влажност на воздухот од 49%.

Табела 4.3.29 дава резултати за средните вредности на пропустливост на воздух на третиот модел, кога кон истиот се пушта воздух под позитивен и негативен воздушен притисок, при што се зема средната вредност добиена од двете тестирања. Поединечните табели се дадени во Прилог 5.

Табела 4.3.29: Средни вредности за пропустливост на воздух за прво мерење

Номинален притисок во Pa		50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		50	100	150	202	252	302	455	605	
Пропустливост на воздух	m ³ /h	6.43	9.76	12.35	14.69	16.67	18.47	23.25	27.25	
Пропустливост по должина на примерок	m ³ /(h/m)	0.52	0.78	0.99	1.18	1.34	1.48	1.86	2.18	
Класа		3	3	3	4	4	4	4	4	3
Пропустливост по површина на примерок	m ³ /(h/m ²)	1.68	2.56	3.23	3.84	4.36	4.83	6.09	7.13	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Генерална класа										4

Податоците за генералната класификација за првото мерење на пропустливоста на воздух при позитивен и негативен притисок за третиот модел е дадена во Табела 4.3.30, каде може да се види дека истиот задоволува четврта класа.

Табела 4.3.30: Генерална класификација за пропустливост на воздух при прво мерење

Генерална класификација EN 12207	Генерална класа за позитивен притисок	4
	Генерална класа за негативен притисок	4
	Генерална класа за позитивен и негативен притисок	4
Генерална класификација En 14351-1	Средна вредност :	4

4.3.3.3.2. Пропустливост на воздух – второ тестирање

Второто мерење на пропустливоста на воздухот се прави по завршување на тестот за водонепропустливост на моделот. Табела 4.3.31 дава резултати за средните вредности на пропустливост на воздух со позитивен и негативен воздушен притисок за второто мерење на третиот модел, при што се зема средната вредност од двете тестирања. Генералната средна класа за второто мерење на пропустливост на воздух е четврта.

Табела 4.3.31: Средни вредности за пропустливост на воздух за второ мерење

Номинален притисок во Pa		50	100	150	200	250	300	450	600	Генерална класа
Постигнат реален притисок во Pa		52	100	150	201	250	302	454	606	
Пропустливост на воздух	m ³ /h	5.33	8.02	10.18	12.13	13.92	15.54	20.03	23.75	
Пропустливост по должина на примерок	m ³ /(h/m)	0.43	0.64	0.82	0.97	1.12	1.25	1.6	1.9	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Пропустливост по површина на примерок	m ³ /(h/m ²)	1.4	2.1	2.66	3.17	3.64	4.07	5.24	6.22	
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Отстапување > 20% од прво мерење		ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК	ОК
Генерална класа										4

На График 4.3.5, графички се прикажани вредностите за пропустливост на воздух по површината и по должината на носачите од моделот, како и граничните вредности при воздух под позитивен и негативен притисок за двете мерења: прво мерење на почеток и второ мерење направено после тестот за водонепропустливост, за да можат полесно да се споредат резултатите. Земени се средни вредности од резултатите за позитивен и негативен притисок и истите се

прикажани графички. Добиените вредности од експериментот, не ги надминуваат дозволените гранични вредности, согласно стандардите.

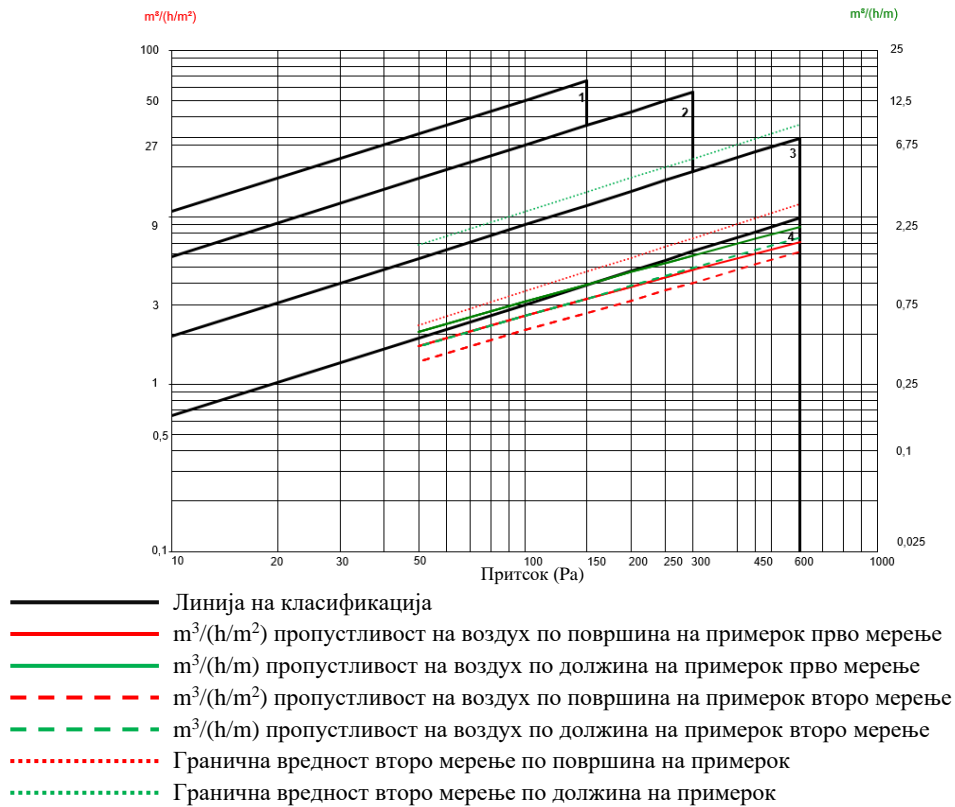


График 4.3.5: Средни вредности за пропустливост на воздух за двете мерења

Графиците каде е дадена споредба на добиените резултатит поединечно за позитивен и негативен притисок при пропустливост на воздух за двете мерења за вториот модел, се дадени во Прилог 5.

Класификацијата за второто мерење на пропустливост на воздух на третиот модел, направено после тестот за водонепропустливост, е дадена во Табела 4.3.32. Генералната класификација после двете мерења покажува дека третиот модел задоволува четврта класа за пропустливост на воздух согласно пропишаните стандарди.

Табела 4.3.32: Генерална класификација после второ мерење

Генерална класификација EN 12206 после второ мерење	Класа	20% барања
Генерална класа позитивен притисок	4	ОК
Генерална класа негативен притисок	4	ОК
Генерална класа за позитивен и негативен притисок	4	
<i>Максимално дозволено зголемување ≤20% над постигнатата класа</i>	Барањата се:	исполнети
Генерална класификација EN 14351-1 после второ мерење	Class	20% барања
Средна вредност:	4	ОК
<i>Максимално дозволено зголемување ≤20% над постигнатата класа</i>	Барањата се:	исполнети

4.3.3.3. Пропустливост на вода

Како и кај другите два модели, беа поставени 5 прскалки со идентичен распоред, при што кај овој примерок немаше протекување на вода, ниту пак било какви видливи оштетувања, дури ни под притисок од 300Pa. Класата која ја задоволува е A7, бидејќи таа класа беше и претпоставена. Информациите и резултатите од тестирањето за пропустливост на вода на третиот

модел, како и класификацијата согласно EN 12208 се прикажани во продолжение, во Табела 4.3.33.

Табела 4.3.33: Резултати за пропустливост на вода и класификација

Класа	Притисок во Pa		Време	Пропуштање на вода		Набљудување
	Номинален:	Постигнат:		Капење	Течење	
A1	0	-19	0:15:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A2	50	50	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A3	100	99	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A4	150	151	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A5	200	200	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A6	250	250	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК
A7	300	301	0:05:00	0:00:00	0:00:00	ОК

Класификација по EN 12208	Класа	A7
---------------------------	-------	----

4.3.3.3.4. Отпорност на товари од ветер - мерење на поместувања

Во Табела 4.3.34 дадени се фронталните поместувања во милиметри за сите три точки каде се поставени сензорите (a, b и c) за третиот модел при позитивен и негативен воздушен притисок.

Табела 4.3.34: Резултати од мерење на фронтални поместувања (mm) при позитивен и негативен притисок во трите означени точки M1(a), M2(b) и M3(c)

Pa	Точка 1(a)	Точка 2(b)	Точка 3(c)	f in mm	l/	Класа
1604Pa	0.27	1.68	0.27	1.41	1312	C
0Pa	0.04	0.04	0.04	0.00	0	
-1609Pa	0.19	1.53	0.16	1.36	1365	C
-9Pa	0.00	0.00	0.00	0.00	0	

Легенда P1 Тест притисок
Точка 1,2,3 Фронтално поместување на точките каде се поставени сензори M1, M2, M3
f Фронтално поместување

Поместувањата се мерени при реално постигнат позитивен притисок на воздух од 1604Pa и негативен притисок на воздух од -1609Pa. Најголемите поместувања се во точка b, под дејство на воздух со негативен притисок и изнесуваат 1.68mm. Кај овој модел, поместувањата се најголеми, во споредба со другите примероци.

Во Табела 4.3.35 дадена е класификација на моделот, според измерените поместувања под дејство на воздух со позитивен и негативен притисок. Третиот модел припаѓа на класа C4.

Табела 4.3.35: Класификација според поместувања

Класификација по EN 12210 позитивен притисок	Класа	C4
Класификација по EN 12210 негативен притисок	Класа	C4
Класификација по EN 12210 *	Класа	C4

4.3.3.3.5. Отпорност на товари од ветер – наизменично дејство

Понатаму, третиот модел беше тестиран на наизменично дејство на ветер со позитивен и негативен притисок со јачина од 800Pa со цел да се провери дали ја задоволува претпоставената четврта класа. За време на тестирањето, не се појавија никакви видливи оштетувања кај профилите и стаклата на моделот, ниту неповратни деформации. Од тие причини, третиот модел

беше класифициран во четврта класа за наизменично дејство на ветер со јачина од 800 Pa, во траење од 50 циклуси (4.3.36).

Табела 4.3.36: Наизменичен товар на притисок и вшмукување

Класа	1	2	3	4	5	Ex
Апсолутен притисок	200Pa	400Pa	600Pa	800Pa	1000Pa	
Постигнат притисок				800Pa		

4.3.3.3.6. Отпорност на товари од ветер – безбедносен тест

На крајот беше направен безбедносен тест. Третиот модел го издржа силниот удар под позитивен и негативен притисок со јачина од 2400Pa во времетраење од 7 секунди, без никакви видливи оштетувања. Во Табела 4.3.37 се дадени класите за испитување под дејство на ветер, за вредности од 1600 Pa, каде се мереа фронталните поместувања; за наизменично дејство на ветер под позитивен и негативен притисок од 800Pa во траење од 50 циклуси и за дејство од силен удар со јачина од 2400Pa. Генералната класификација за отпорноста од ветер и кај овој модел е C4 (Табела 4.3.37).

Табела 4.3.37: Класификација за безбедносен тест

Деформации при притисок P1	± 1600Pa	Класа	C	4
Тест со наизменичен притисок P2	± 800Pa	Класа	ND	
Безбедносен тест со притисок P3	± 2400Pa	Класа	ND	
Генерална класификација за отпорност од ветер		Класа	C	4

4.3.3.3.7. Вкупни резултати за модел 3

На крајот се дадени вкупни резултати од сите извршени тестирања во лабораторијата за третиот модел. Притоа, финалните резултати не ги содржат поединечните вредности од секое тестирање, ниту поединечните класи за секој извршен тест, туку само генералните вкупни класи кои ги задоволува моделот, со што се овозможува поголема прегледност во извештајот. Овие генерални вредности се најбитни и треба да бидат дел од сертификатот на стаклената фасада, која се испитува. При изведба на објекти каде се применува овој тип на стаклена фасада, овие сертификати треба да се приложат и да бидат достапни и на располагање на сите учесници во изведбата. Вкупната класификација за третиот модел за сите извршени тестирања е дадена во Табела 4.3.38.

Табела 4.3.38: Вкупна класификација за сите тестирања

Пропустливост на воздух EN 12207	Класа 4
Средна вредност EN 14350-1 / EN 12207	Класа 4
Пропустливост на вода EN 12208	Класа A7
Товари од ветер EN 12210	Класа 4C
Повторување на пропустливост на воздух EN 12207	Класа 4
Средна вредност EN 14350-1 / EN 12207	Класа 4

4.3.4. Споредба на резултатите и дискусија

Најпрво, направена е споредба на добиените резултати за сите три модели од тестот за пропустливост на воздух, согласно пропишаните стандарди. Притоа, споредени се резултатите од двете мерења за пропустливост на воздух (пред и по тестот за пропустливост на вода), при позитивен и негативен воздушен притисок за сите три модели. Оваа споредба на добиените резултати е дадена во продолжение, во Табела 4.3.39. Од табелата, може да се согледа дека

вториот и третиот модел задоволуваат четврта генерална класа, додека првиот модел задоволува трета генерална класа.

Табела 4.3.39: Споредба на резултатите на сите три модели за пропустливост на воздух

Номинален притисок во Pa			50	100	150	200	250	300	450	600		
1 МОДЕЛ	1 МЕРЕЊЕ	Пропустливост на воздух	m ³ /h	10.96	16.39	20.11	22.97	25.48	27.80	33.60	38.27	
		Пропустливост по должина	m ³ /(h/m)	0.86	1.29	1.58	1.80	2.00	2.18	2.64	3.00	
		Пропустливост по површина	m ³ /(h/m ²)	2.89	4.33	5.31	6.06	6.72	7.33	8.87	10.10	
	Генерална класа 3											
	2 МЕРЕЊЕ	Пропустливост на воздух	m ³ /h	7.25	10.99	13.43	16.06	18.75	20.75	26.46	31.32	
		Пропустливост по должина	m ³ /(h/m)	0.57	0.86	1.05	1.26	1.47	1.63	2.08	2.46	
		Пропустливост по површина	m ³ /(h/m ²)	1.91	2.90	3.54	4.24	4.95	5.48	6.98	8.26	
	Генерална класа 3											
	2 МОДЕЛ	1 МЕРЕЊЕ	Пропустливост на воздух	m ³ /h	2.74	4.17	5.67	6.86	7.92	9.05	12.01	14.32
			Пропустливост по должина	m ³ /(h/m)	0.22	0.33	0.45	0.54	0.62	0.71	0.95	1.13
			Пропустливост по површина	m ³ /(h/m ²)	0.71	1.08	1.47	1.78	2.06	2.35	3.12	3.72
		Генерална класа 4										
2 МЕРЕЊЕ		Пропустливост на воздух	m ³ /h	1.67	2.66	3.46	4.25	5.03	5.79	8.00	10.03	
		Пропустливост по должина	m ³ /(h/m)	0.13	0.21	0.27	0.34	0.40	0.46	0.63	0.79	
		Пропустливост по површина	m ³ /(h/m ²)	0.43	0.69	0.90	1.11	1.31	1.50	2.08	2.61	
Генерална класа 4												
3 МОДЕЛ		1 МЕРЕЊЕ	Пропустливост на воздух	m ³ /h	6.43	9.76	12.35	14.69	16.67	18.47	23.25	27.25
			Пропустливост по должина	m ³ /(h/m)	0.52	0.78	0.99	1.18	1.34	1.48	1.86	2.18
			Пропустливост по површина	m ³ /(h/m ²)	1.68	2.56	3.23	3.84	4.36	4.83	6.09	7.13
		Генерална класа 4										
	2 МЕРЕЊЕ	Пропустливост на воздух	m ³ /h	5.33	8.02	10.18	12.13	13.92	15.54	20.03	23.75	
		Пропустливост по должина	m ³ /(h/m)	0.43	0.64	0.82	0.97	1.12	1.25	1.60	1.90	
		Пропустливост по површина	m ³ /(h/m ²)	1.40	2.10	2.66	3.17	3.64	4.07	5.24	6.22	
	Генерална класа 4											

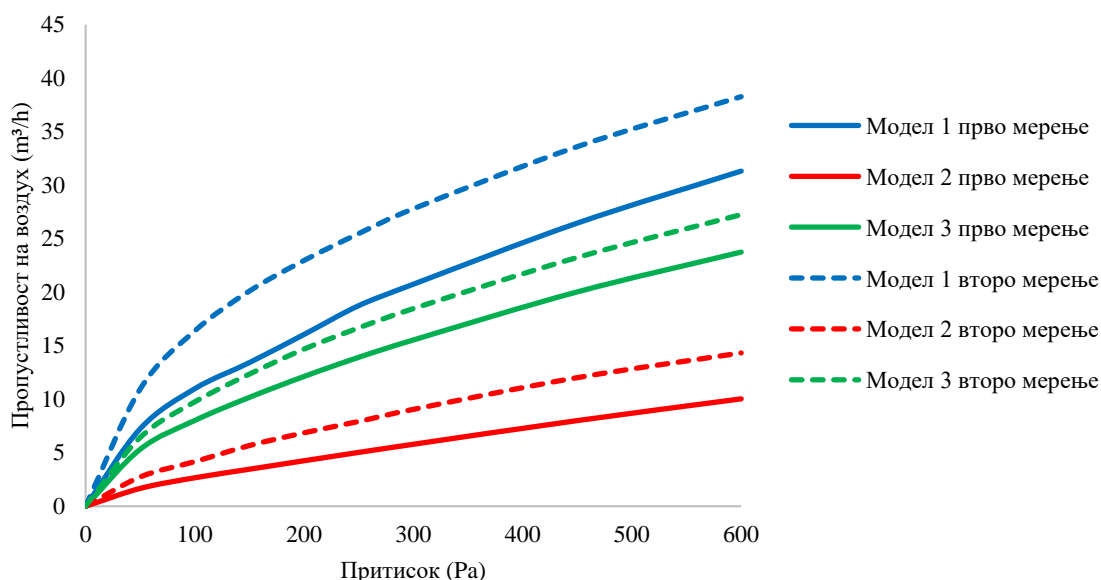


График 4.3.6: Споредба на резултатите за пропустливост на воздух

Исто така, на График 4.3.6, направена е споредба на резултатите за пропустливост на воздух во m³/h за сите три модели за двете мерења. Оттука, може да се заклучи дека пропустливоста на воздух е помала при второто мерење, кое се врши после тестот за

водонепропустливост, отколку при првото мерење, и тоа кај сите три модели. Сепак, отстапувањето на резултатите помеѓу двете мерења не е поголемо од 20%, што е прифатливо согласно пропишаните стандарди.

Најдобри резултати, односно најмало количество на пропуштен воздух има вториот модел со алуминиумски профили “Schüco” и двослојно стакло со премази и исполна со аргон. По него следи третиот модел со алуминиумски профили “Elvial” и трослојно стакло со премази и исполна со аргон. Најлоши резултати, односно најголемо количество на воздух пропуштил првиот модел со алуминиумски профили “Raunaers” и двослојно обично стакло.

Тестот за водонепропустливост, покажува дека првиот модел со алуминиумски профили “Raunaers” и двослојно обично стакло не е отпорен на вода, односно се јавува течење после 7 минути и 32 секунди, што значи дека не задоволува ни една класа. Вториот и третиот модел задоволуваат класа А7, односно кај нив не се јави никакво течење, капење на вода или било какво видливо оштетување.

Отпорноста на товари од ветер беше испитувана во три дела. Најпрво се тестираа примероците под дејство на ветер, под позитивен и негативен притисок од 1600 Pa, при што се мереа фронталните поместувања на моделите во три точки (а, b и c) каде беа поставени сензори. Споредба на резултатите од овој тест за сите три модели е дадена во Табела 4.3.40, каде 1(a), 2(b) и 3(c) се фронтални деформации мерени во означените точки, додека f е целосното поместување. Поместувањата се дадени во mm. Од оваа табела, може да се види дека најголеми поместувања при позитивен и негативен притисок од 1600 Pa има третиот модел со алуминиумски профили “Elvial” и трослојно стакло со премази и исполна со аргон. Сепак, по завршувањето на тестот кога притисокот се враќа на 0, поместувањата исто така се враќаат на 0 кај овој модел. Најмали поместувања се забележуваат кај првиот модел со алуминиумски профили “Raunaers” и двослојно обично стакло. И покрај тоа, сите модели имаат поместувања, кои се помали од дозволените, дури и за највисоката класа C. Дозволените поместувања за оваа класа се 6.02mm.

Табела 4.3.40: Споредба на резултатите на сите три модели за фронтални деформации

Pa	1 МОДЕЛ				2 МОДЕЛ				3 МОДЕЛ			
	1(a)	2(b)	3(c)	f во mm	1(a)	2(b)	3(c)	f in mm	1(a)	2(b)	3(c)	f in mm
1600Pa	0.22	0.36	0.07	0.22	0.26	0.64	0.06	0.48	0.27	1.68	0.27	1.41
0Pa	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.04	0.04	0.04	0
-1600Pa	0.29	0.46	0.11	0.26	0.16	0.56	0.05	0.46	0.19	1.53	0.16	1.36
0Pa	0.07	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0

Останатите тестови за отпорност од ветер: наизменично дејство на ветер под позитивен и негативен притисок од 800Pa во траење од 50 циклуси и дејство од силен удар со јачина од 2400Pa, сите три примероци ги поминаа без никакви видливи оштетувања и проблеми.

Табела 4.3.41: Споредба на генералната класификација на сите три модели

	1 МОДЕЛ	2 МОДЕЛ	3 МОДЕЛ
Пропустливост на воздух EN 12207	Класа 3	Класа 4	Класа 4
Пропустливост на вода EN 12208	Не задоволува	Класа А7	Класа А7
Товари од ветер EN 12210	Класа 4C	Класа 4C	Класа 4C
Повторување на пропустливост на воздух EN 12207	Класа 3	Класа 4	Класа 4

Споредбата на генералната класификација за сите експерименти: пропустливост на воздух и вода и товари од ветер е дадена во Табела 4.3.41. Може да се заклучи дека вториот и третиот модел задоволуваат иста класификација, за разлика од првиот модел. Првиот модел со алуминиумски профили “Raunaers” и двослојно обично стакло има најнеповолни резултати,

односно задоволува трета класа за двете мерења на пропустливост на воздух, додека за порпустливост на ветер не задоволува ни една класа. Вториот и третиот модел задоволуваат четврта класа за пропустливост на воздух и класа А7 за пропустливост на вода. Сите три модели задоволуваат класа 4С за товари од ветер.

4.3.5. Заклучоци

Типот на стаклото, неговиот квалитет, карактеристики, бројот на стакла во застаклувањето, присуството на премази и типот на исполна помеѓу стаклата, немаат значително влијание врз пропустливоста на воздух, вода и отпорноста од ветер на целокупната стаклена фасада. Најдобри резултати покажува моделот со двослојно стакло, дури и во споредба со моделот со трослојно стакло. Премазите имаат големо влијание врз термоизолационите карактеристики на стаклената фасада, но во овој дел немаат речиси никакво влијание, бидејќи механички се отстрануваат од рабовите при запечатувањето на термоизолационото стакло за да не дојде до нивно оштетување. Исто така, не е забележано значително влијание на просторот помеѓу стаклата, односно исполната со воздух или аргон.

Типот на алуминиумски профили, производството, нивниот квалитет, карактеристики и цена, исто така не се пресудни во одредување на однесувањето на стаклените фасади кога е во прашање пропустливоста на воздух, вода и отпорноста од ветер.

Поместувањата кај стаклените фасади под дејство на ветер не се обратнопропорционални со количеството на пропуштен воздух низ фасадата, односно не може да се каже дека доколку стаклената фасада пропушта поголемо количество на воздух, во тој случај би се јавиле помали поместувања. Сепак, поместувањата кои се јавуваат под дејство на ветер кај стаклените фасади се за 4 (модел 3) до 23 (модел 1) пати помали од дозволените поместувања за највисоката класа согласно МКС EN 12179: 2011.

Кај стаклените фасади најважен е начинот на изведба на споевите помеѓу вертикалните и хоризонталните алуминиумски носачи - профили и на споевите помеѓу профилите и стаклото. Овие места, односно врски се најкритични и таму се јавува попуштање кога стаклената фасада се испитува под симулирано дејство на ветер и дожд. Доколку овие поврзувања не се изведат правилно, пропустливоста на воздух ќе биде поголема, а под дејство на ветер ќе се јави капење и протекување (модел 1). Ова влијае на одржливоста и енергетската ефикасност на објектите. Со пропуштање на поголемо количество на воздух, доаѓа до топлински загуби во внатрешните простории, а со тоа и наголемување на трошоците за греење и ладење. Тоа исто така, ја намалува и звучната изолација на стаклената фасада, па го нарушува акустичниот комфор. Од друга страна, пропустливоста на воздух може да биде и позитивна појава заради овозможување на природна вентилација и доведување на свеж воздух во просториите. Капењето и протекувањето низ стаклените фасади е негативна појава, која никако не смее да се дозволи, бидејќи ја нарушува внатрешната клима во просториите, го зголемува количеството на влага, придонесува за појава на мувла и оштетување на внатрешните површини, а при поголеми количини вода, настанува и многу поголема штета.

Спојувањето на поединечните елементи од стаклената фасада се прави на лице место на градилиште, односно на самиот објект во градба, а не во погонот за производство, каде се произведуваат само поединечните елементи од фасадата. Притоа, на градилиштето се носат посебно стаклата и посебно алуминиумските профили, кои се обработени во погонот, па на лице место вертикалните профили се прицврстуваат за примарната конструкција на објектот, а потоа тие се поврзуваат со хоризонталните профили и се монтира стаклото. Затоа е битно секоја компанија, која се бави со производство и монтажа на стаклени фасади, да обрне внимание на начинот на монтирање, како и на стручните лица кои ги изведуваат поврзувањата на стаклото и профилите. Исто така, неопходно е да се прави тестирање на секој различен модел на стаклена фасада што се вградува во објектите.

4.4. Лабораториски експеримент за стабилност на стаклените фасади при дејство на хоризонтална сила – експериментална студија на три модели на стаклена фасада

Експериментот беше изведен во Лабораторијата за испитување конструкции, во склоп на Градежниот Факултет во Скопје во декември 2018 година и јануари 2019 година, во присуство на кандидатот Марија Милошевска Јанакиеска, проф. д-р. Кирил Граматиков, проф. д-р. Петар Цветановски, доц. д-р. Денис Поповски, лаб. асистент Борче Јовиќ и асистентите од Катедрата за метални конструкции на Градежниот Факултет.

Лабораторијата има површина од 240 m² на приземје и во придружните простории во сутеренот на факултетот, при што халата е опремена со мостен кран (50 kN), отвори за анкерување во подната плоча (d=0.5 m) и челични рамки за нанесување на товар. Во лабораторијата се вршат испитувања на механички карактеристики на материјали, испитувања на конструктивни склопови, модели и слично. Моќностите на лабораторијата се користат во наставата, преку показни вежби на студентите од предметот Испитување на конструкции, како и по други предмети кои ги изучуваат механичките особености на материјалите. Во лабораторијата извршени се голем број на експериментални истражувања во склоп на научни теми, магистерски и докторски тези.

Во овој експеримент беше испитувана стабилноста на моделите под дејство на хоризонтална сила, односно беше симулирано реално однесување на стаклените фасади, доколку истите би се извеле на реален објект, прицврстени за примарната конструкција. Резултатите покажуваат како моделите се однесуваат под дејство на хоризонтални товари кои дејствуваат во рамина, при што се јавува рамнинска состојба на напрегање. Нанесувањето на силата се врши со цел да се согледаат еластичните и пластичните, односно неповратните деформации на моделот се до појава на лом.

4.4.1. Опис на методот на испитување

Лабораторијата за испитување на бетонски и метални конструкции, која се наоѓа во склоп на Градежниот Факултет во Скопје е опремена со мерни системи и помошна опрема за мерење на конструкции со најсовремени системи за аквизиција на податоци добиени во лабораторија и на терен. Секој модел беше испитуван во различен ден, а испитувањето траеше околу 1 час за секој модел одделно. Денот и времето на испитување се дадени во Табела 4.4.1.

Табела 4.4.1: Дата и време на испитување на моделите

МОДЕЛ:	ДАТА:	ВРЕМЕ:
МОДЕЛ 1	25.12.2018	11:00
	26.12.2018	11:00
МОДЕЛ 2	28.12.2018	10:00
МОДЕЛ 3	15.01.2019	09:30

4.4.1.1. Подготовка за испитување

Моделите беа доставени во целосно оперативна состојба, без никакви оштетувања на стаклата и профилите, спремни за користење и испитување. Со цел да се изврши испитувањето, неопходно беше најпрво да се направи нивна подготовка. Секој модел беше целосно исчистен и беше проверена неговата функционалност. Беа проверени сите стакла, како и алуминиумски носачи и беше констатирано дека се во исправна состојба.

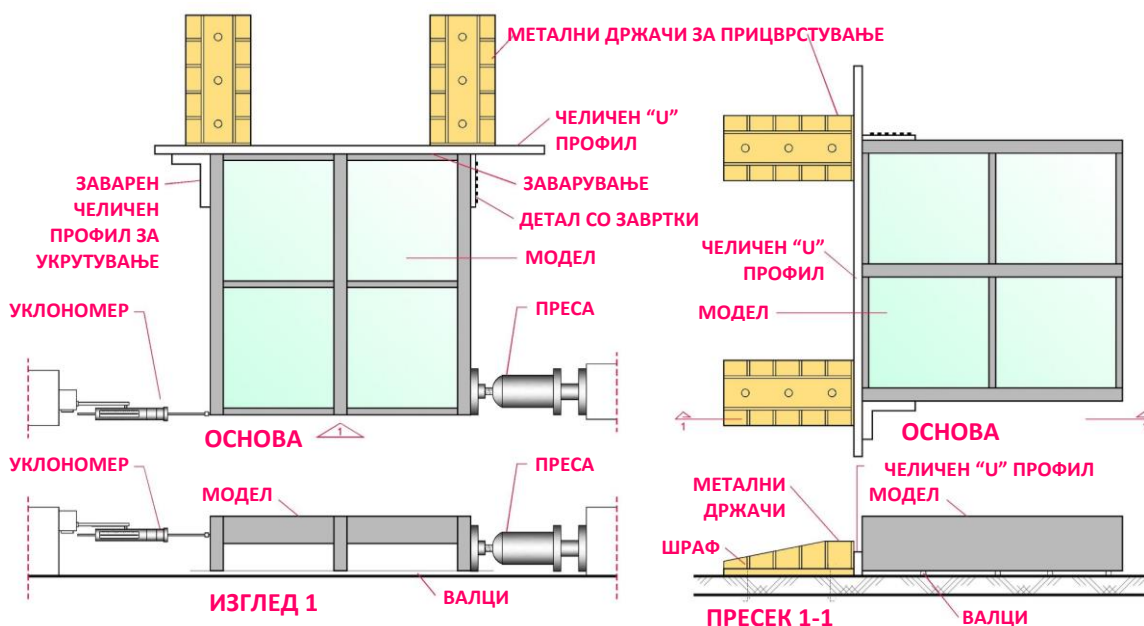
Моделите се испитуваа во хоризонтална положба, при што едниот раб од моделот беше прицврстен на специјална конструкција (Слика 4.4.1 и 4.4.2), додека на другиот раб од едната страна беше поставен уред за нанесување на сила, а на другата страна - уред за мерење на поместувања.



- прицврстување на моделот
- нанесување на сила
- ↔ мерење на поместувања

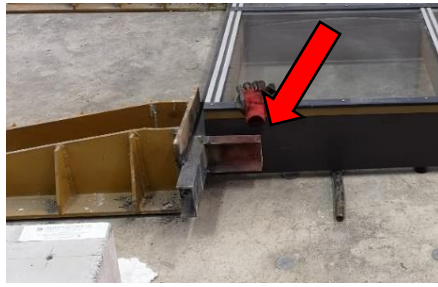
Слика 4.4.1 и 4.4.2: Фотографии од испитувањето во Лабораторијата во склоп на Градежниот Факултет во Скопје со ознаки на опремата која се користеше

Специјалната конструкција за прицврстување се состоеше од метални држачи, кои со помош на големи шrafoви беа зашрафени и прицврстени за отворите за анкерување на меѓукатната подна конструкција на Лабораторијата. На овие држачи беше заварен челичен “U” профил со должина од околу 2.5 метри, на кој беше прицврстен моделот. Моделот не налегнува директно на подот, туку е одвоен од него со специјални валци, со цел да се спречи триењето. Моделот е поставен така што стаклата се наоѓаат од горната страна. Шемата на прицврстување на моделите е прикажана на Слика 4.4.3. Оваа конструкција беше проектирана и направена од лабораторискиот персонал.



Слика 4.4.3: Шема на прицврстување на моделите и позиција на опремата за мерење: метални држачи – потпори (потпорна конструкција)

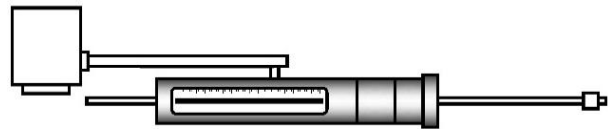
Дијагонално од точката каде се нанесува силата, моделот треба да биде круто поврзан со потпорната конструкција (метални држачи), за да се спречи поместувањето под дејство на хоризонталната сила. На овој дел, челични профили беа заварени за моделот од едната страна и за “U” профилот од другата страна, за да се изврши укрутувањето (Слика 4.4.4). Другиот крај на потпирање, исто така, треба да е добро прицврстен со детал од 12 завртки за да се спречи ротација на моделот (Слика 4.4.5). Ова прикleshтување е многу битно, бидејќи на тој начин се спречува хоризонтално поместување и ротација на прицврстениот дел од моделот при нанесување на сила.



Слика 4.4.4: Укртување на рамката и Слика 4.4.5: Прицврстување со детал од 12 завртки

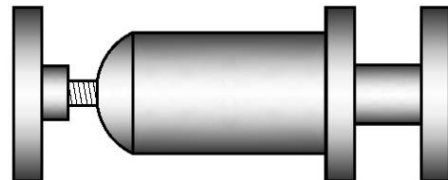
4.4.1.2. Опис на опремата

На спротивниот раб од прицврстувањето, од едната страна на моделот се поставува уред за мерење на поместувања – електронски уклономер, кој е поврзан со компјутер, во кој директно се внесуваат поместувањата за секое наголемување на силата (Слика 4.4.6). Уклономерот има граница на мерење до 100mm.



Слика 4.4.6: Електронски уклономер за мерење на поместувања

На другата страна се поставува уред за нанесување на сила на притисок – преса од 18 тони, а точноста и контролата на нанесување на силата се врши со електронски динамометар со капацитет од 750kN (Слика 4.4.7). Динамометарот е дел од пресата за нанесување на товар. Силата се нанесува со уред кој е поврзан со пресата и тоа се врши рачно и постепено.



Слика 4.4.7: Уред за нанесување на сила – преса

Силата се нанесува со уред кој е поврзан со пресата (Слика 4.4.8 и 4.4.9). Наголемувањето се врши со притискање на рачката од уредот мануелно, односно со пумпање на сила. Силата се зголемува постепено.



Слика 4.4.8 и 4.4.9: Уред поврзан со пресата за рачно зголемување на силата

Електронскиот уклономер и динамометарот од пресата се поврзуваат за електронски дата процесор НВМ Quantum, кој пак се поврзува со персонален компјутер (Слика 4.4.10). Податоците од мерењето се добиваат во софтверски пакет НВМ Catman Easy. Мерењето на поместувањата односно брзината на отчитување сетирана е на 5Hz, што значи 5 отчитувања во секунда. Точноста на целата мерна опрема е $\pm 1\%$.



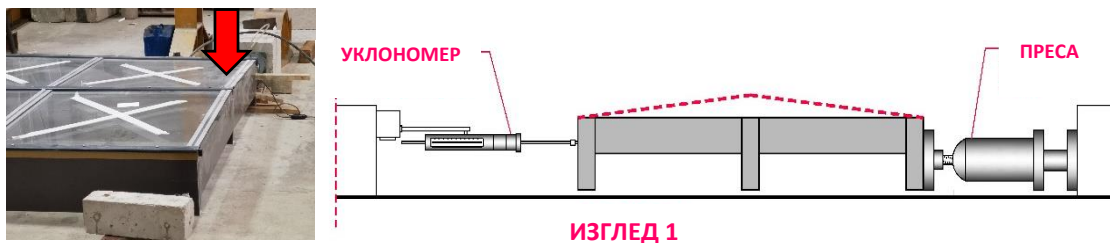
Слика 4.4.10: Опремена за добивање на податоци од мерење преку софтверски пакет НВМ Catman Easy

4.4.1.3. Испитување

Откако се завршија подготовките на првиот модел, односно тој беше прицврстен за специјалната конструкција и беше наместена опремата за мерење, на ден 25.12.2018 година започна испитувањето. Беше нанесувана сила со помош на преса рачно и постепено. Притоа, при сила од 4 kN не се појавија никакви знаци на оштетување, освен поместувања, кои беа прочитани компјутерски. При наголемување на силата, почнаа да се јавуваат деформации во носачите (Слика 4.4.11), а потоа и бочно извивање (Слика 4.4.12).



Слика 4.4.11: Деформации во врска помеѓу профилите и врска помеѓу стаклата

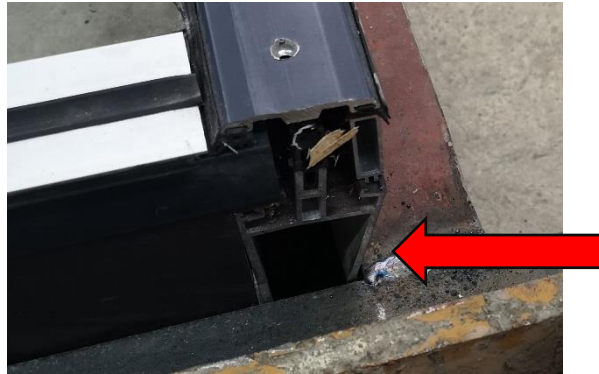


Слика 4.4.12: Бочно извивање под дејство на хоризонтална сила

При сила од 14kN, се појавија и првите пукнатини на стаклото кај првиот модел (Слика 4.4.13), меѓутоа истовремено се појави и нагмечување на вертикалните алуминиумски профили, односно главните носачи на конструкцијата на стаклената фасада (Слика 4.4.14) од трансверзалната сила.

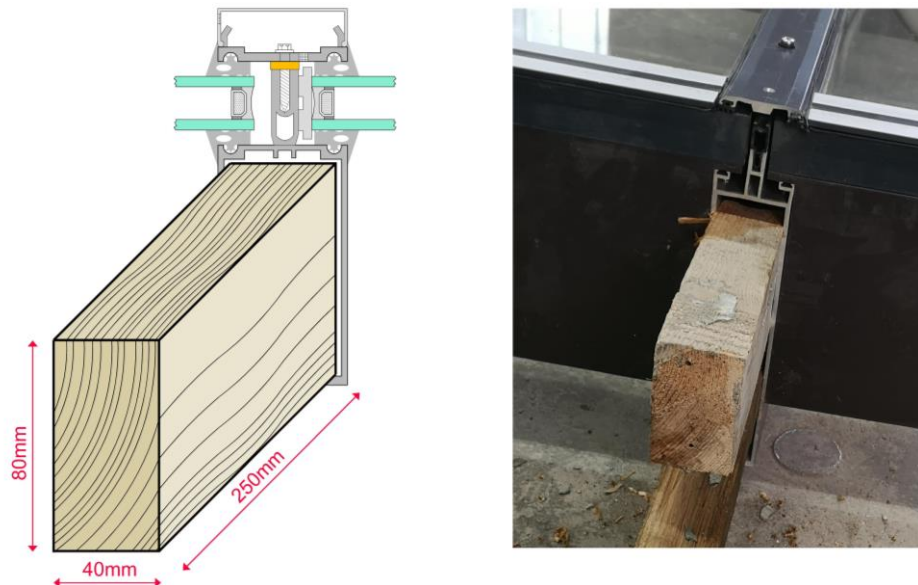


Слика 4.4.13: Појава на пукнатини при испитување на првиот модел



Слика 4.4.14: Нагмечување на алуминиумските носачи

Со цел да се избегне оваа појава на нагмечување на профилите при нанесување на силата, беа обезбедени дрвени штафни (летви) со димензии 40/80/250mm, изработени од тврдо дрво. Овие штафни беа вметнати во внатрешноста на кутиестите вертикални алуминиумски профили, како што е прикажано на Слика 4.4.15. Во секој вертикален алуминиумски профил беа вметнати по две летви на двата краја од профилот, односно вкупно шест за секој модел, бидејќи секој модел се состои од три вертикални профили.



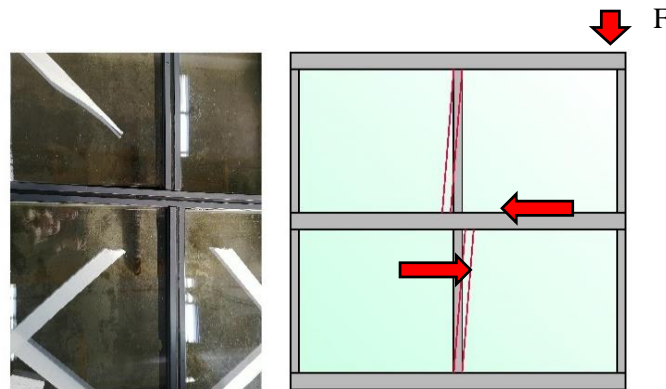
Слика 4.4.15: Поставување на дрвени штафни во алуминиумските носачи за да се спречи нагмечување

Испитувањето продолжи наредниот ден, на 26.12.2018 година, по поставувањето на дрвените штафни. Постепено се нанесуваше сила на притисок, при што пукнатини во стаклото се јавија при сила од 12 kN. Максималната достигната сила беше 16kN кај првиот примерок, при што примерокот беше целосно издеформиран, а дел од стаклата беа искршени (Слики 4.4.16 – 4.4.19).



Слики 4.4.16 – 4.4.19: Модел 1 после завршување на испитувањето

На ден 28.12.2018 година започна испитувањето на вториот модел, кој претходно беше прицврстен на специјалната конструкција и соодветно позициониран заедно со целата потребна опрема. Кај вториот модел, при сила од 4kN не се јавија никакви видливи оштетувања, освен поместувањата кои беа детектирани на компјутерот. Со наголемување на силата до 11kN, можеа да се согледаат деформации во рамката, особено на местата каде вертикалните и хоризонталните профили се поврзуваат и на споевите помеѓу профилите и стаклата, како најкритични точки (Слика 4.4.20 и 4.4.21).



Слика 4.4.20: Деформации на рамката кај вториот модел при сила од 11kN



Слика 4.4.21: Деформации кај вториот модел при сила од 11kN

При сила од 12kN, почнаа да се јавуваат првите пукнатини кај стаклата од вториот модел, деформациите во врските стануваа сè поголеми, но се јави и бочно извивање на моделот, што може да се види на Слика 4.4.22.



Слика 4.4.22: Бочно извивање на вториот модел

Поради малиот ексцентрицитет во нанесување на силата можна е појава на момент на свиткување и деформација надвор од својата рамнина. Со цел да се спречи оваа појава под дејство на силата која се нанесуваше при експериментот, беа поставени товари на критичните места врз моделот, односно елементи со поголема тежина (Слика 4.4.23).



Слика 4.4.23: Поставување на товар врз моделот за да се спречи бочното извивање

Откако се постави товарот, беше продолжено со постепено нанесување на сила, па така првото стакло се скрши при сила од 12kN (Слика 4.4.24).



Слика 4.4.24: Модел 2 по завршување на испитувањето

На ден 15.01.2019 година, беше направено испитувањето на третиот примерок. Примерокот беше соодветно подготвен, прицврстен за металните носачи, беше поставена и поврзана целокупната опрема, беа поставени дрвени штафни во вертикалните алуминиумски профили и товари врз моделот за да се спречи бочното извивање (Слика 4.4.25).



Слика 4.4.25: Подготовка на третиот модел за испитување

При сила од 4kN, кај третиот модел не се појавија никакви видливи оштетувања, а поместувањето внесено во компјутерот беше 5cm. При сила од 10kN, се јави крчкање. Првите пукнатини се појавија при сила од 20kN, додека кршење на стаклото се јави при сила од 23kN (Слики 4.4.26 – 4.4.28).

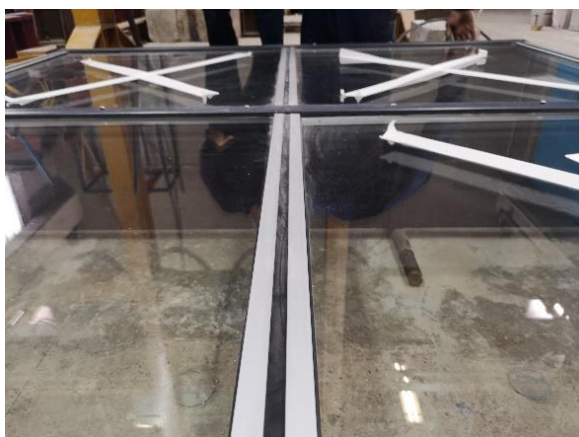


Слики 4.4.26 – 4.4.28: Модел 3 по завршување на испитувањето

4.4.2. Резултати

4.4.2.1. Модел 1

На почетокот од испитувањето со наголемување на силата до 4 kN не се јавија никакви знаци на оштетување, освен поместувања, кои при сила од 4kN, беа околу 9cm, отчитани на компјутерот. Како се наголемуваше силата, почнаа да се јавуваат деформации во носачите, а потоа и бочно извивање (Слика 4.4.29).



Слика 4.4.29: Деформации во врските помеѓу профилите и помеѓу профилот и стаклото

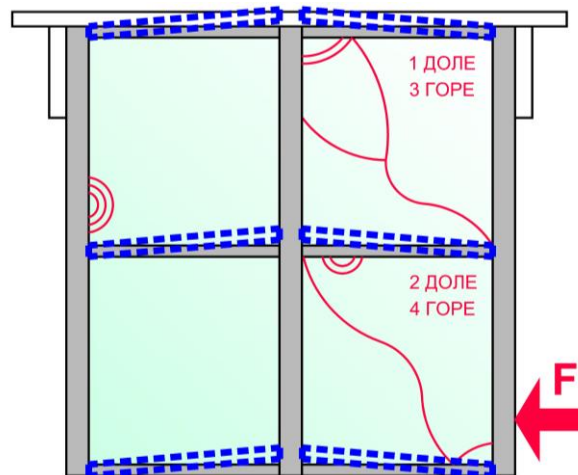
Првите пукнатини во стаклото се јавија при сила од 12 kN, а потоа при сила од 14kN настана и кршење на стаклата. По завршувањето на испитувањето, моделот беше деформиран што може да се согледа од Слика 4.4.30 и 4.4.31. Редоследот на појава на пукнатините е даден на Слика 4.4.32, додека редоследот на кршење на стаклата и деформации на носачите е даден на Слика 4.4.33.



Слики 4.4.30 и 4.4.31: Состојба на првиот модел после испитувањето



Слика 4.4.32: Постепено пукање на долните стакла при сила од 12kN



Слика 4.4.33: Редослед на кршење на стаклата и деформации на носачите

Поради техничките проблеми кои се појавија за време на испитувањето на првиот модел, опишани погоре, испитувањето беше извршено три пати со прекинување во компјутерскиот софтвер, па во продолжение даден е графички приказ на резултатите преку три различни графици (График 4.4.1, 4.4.2 и 4.4.3). Пресметаната проектна сила за сите модели е во границите од 17 до 27 kN. Од График 4.4.1, може да се види дека првите попуштања на моделот, како што е појава на деформации во врските и појава на пукнатини во стаклата, се јавиле при сила од 12kN. По достигнување на сила од 14kN, испитувањето беше прекинато, поради појава на бочно извивање на моделот опишана во описот на испитување.

Второто испитување на првиот модел траеше до достигнување на сила од 16 kN, кога се појави нагмечување на вертикалните алуминиумски носачи, поради што испитувањето повторно беше прекинато. Резултатите од второто испитување се дадени на График 4.4.2.

Третото испитување беше извршено наредниот ден, откако беа поставени дрвени летви во празнините на вертикалните носачи, со цел да се спречи нивното нагмечување. При сила од 16 kN, настана кршење на стаклата. По оваа состојба, при минимално наголемување на силата,

поместувањата постојано растат се до прекинување на експериментот. Резултатите можат да се видат од График 4.4.3.

Модел 1 - прво испитување

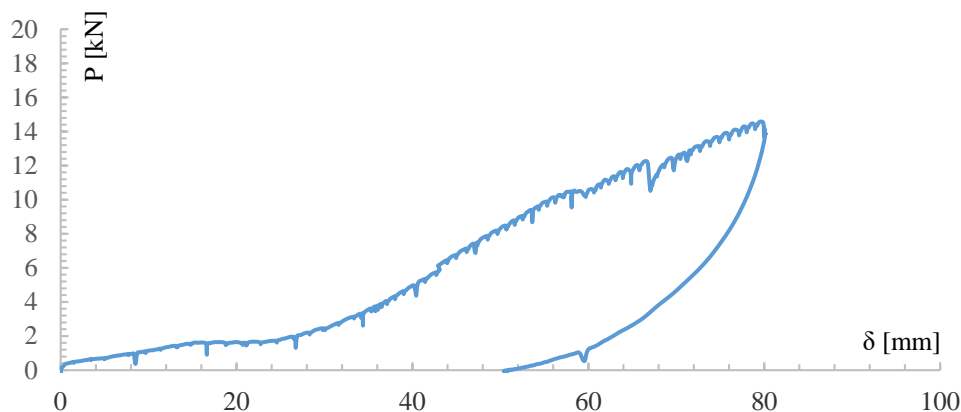


График 4.4.1: Дијаграм сила – поместување (P-δ) за прво испитување на Модел 1

Модел 1 - второ испитување

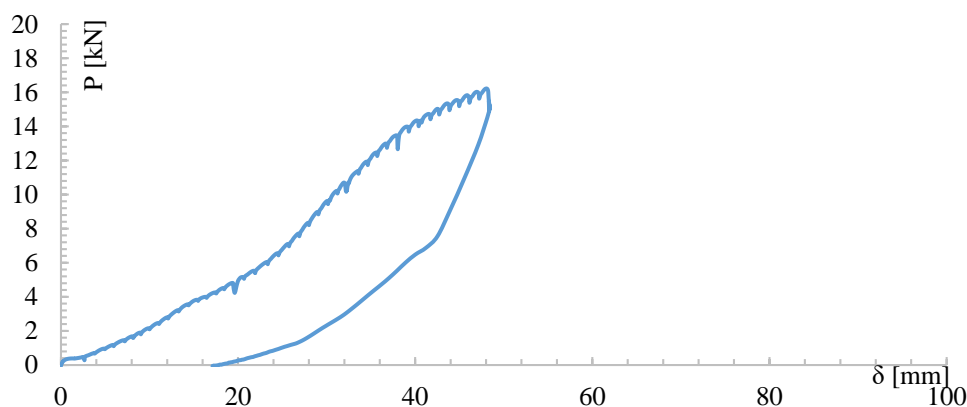


График 4.4.2: Дијаграм сила – поместување (P-δ) за второ испитување на Модел 1

Модел 1 - трето испитување

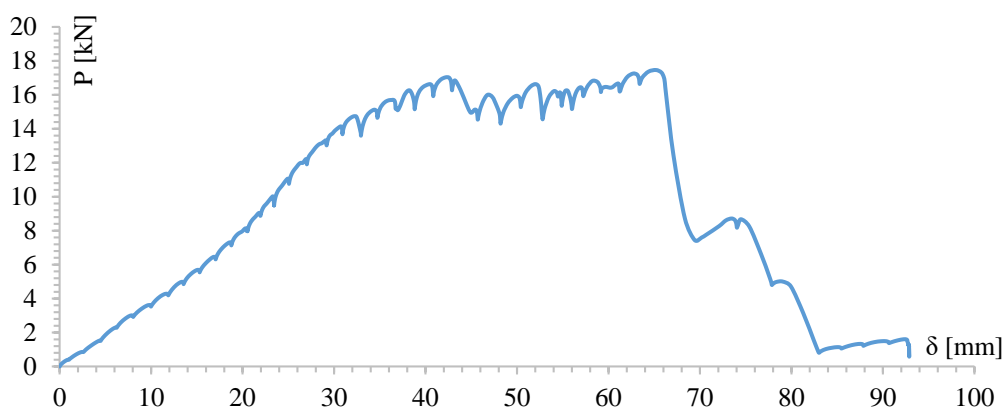
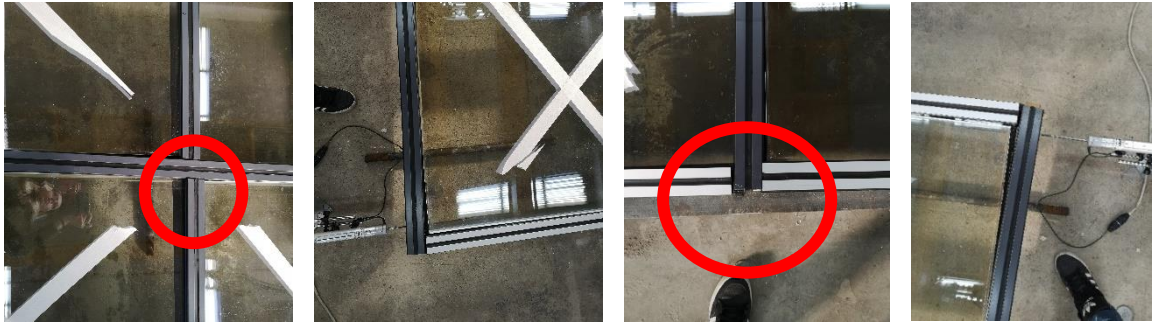


График 4.4.3: Дијаграм сила – поместување (P-δ) за трето испитување на Модел 1

4.4.2.2. Модел 2

При сила од 4 kN, не се јавија никакви промени во вториот модел, освен поместувања. Понатаму, при наголемување на силата до 9 kN, се јавија деформации во споевите помеѓу хоризонталните и вертикалните алуминиумски профили. При сила од 11 kN, деформациите кај

рамката се јасно видливи, доаѓа и до одвојување на стаклото од рамката на одредени делови, а се јавуваат и пукнатини во стаклото (Слики 4.4.34 – 4.4.37). При сила од 12 kN се јавува бочно извивање на моделот (Слики 4.4.38 и 4.4.39).

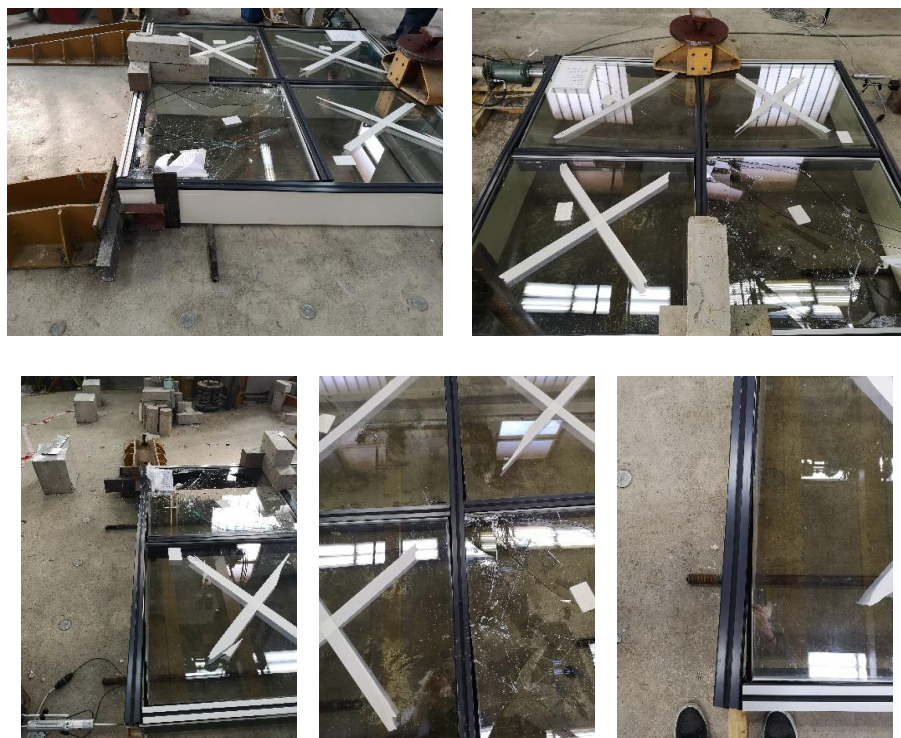


Слики 4.4.34 – 4.4.37: Деформации на носачите при нанесување на сила од 9 kN

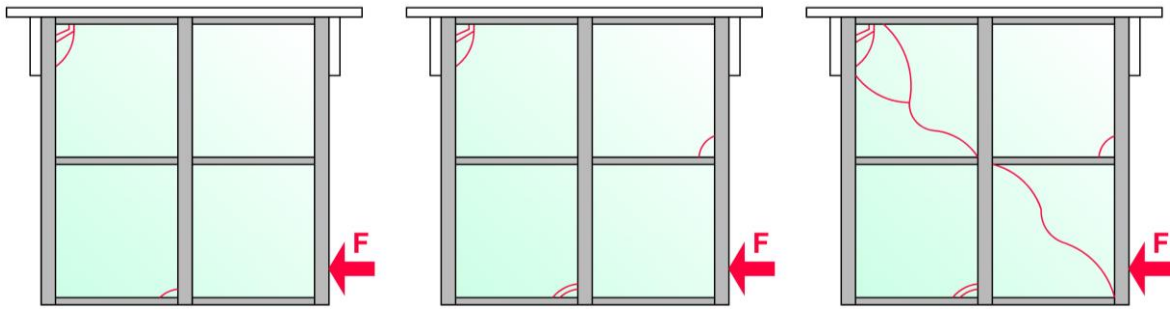


Слики 4.4.38 и 4.4.39: Бочно извивање при сила од 12 kN

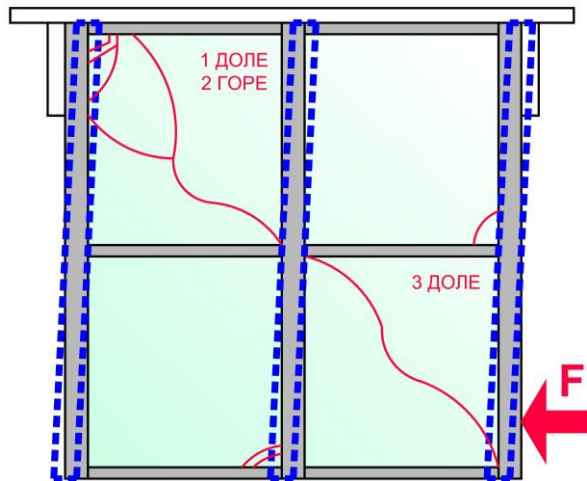
Со цел да се избегне бочното извивање на моделот, беа поставени предмети со поголема тежина врз критичните места на неговата горна површина. Откако се спречи бочното извивање, силата продолжи да расте, а стаклата полека почнаа да се кршат при сила од 12kN (Слики 4.4.40 – 4.4.44). Редоследот на појава на пукнатините е даден на Слика 4.4.45, додека редоследот на кршење на стаклата и деформациите на носачите под дејство на силата се дадени на Слика 4.4.46.



Слики 4.4.40 – 4.4.44: Состојба на вториот модел после испитување



Слика 4.4.45: Постепено пукање на долните стакла при сила од 12kN



Слика 4.4.46: Редослед на кршење на стаклата и деформации на носачите

Резултатите од првото испитување на вториот модел, се прикажани на График 4.4.4, кога после достигнување на сила од 12kN испитувањето беше прекинато, поради бочно извивање на моделот. Второто испитување беше повторено истиот ден, откако врз моделот се постави товар, со цел да се спречи бочното извивање, а резултатите се прикажани на График 4.4.5.

Модел 2- прво испитување

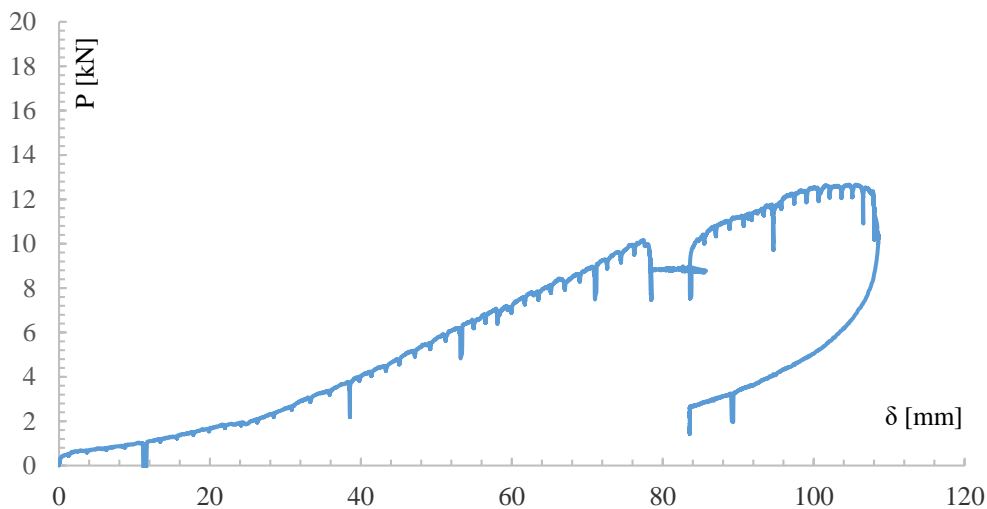


График 4.4.4: Дијаграм сила – поместување (P-δ) за прво испитување на Модел 2

При второто испитување, при сила од 12kN настана кршење на стаклата и деформации на вертикалните алуминиумски носачи (График 4.4.5).

Модел 2- второ испитување

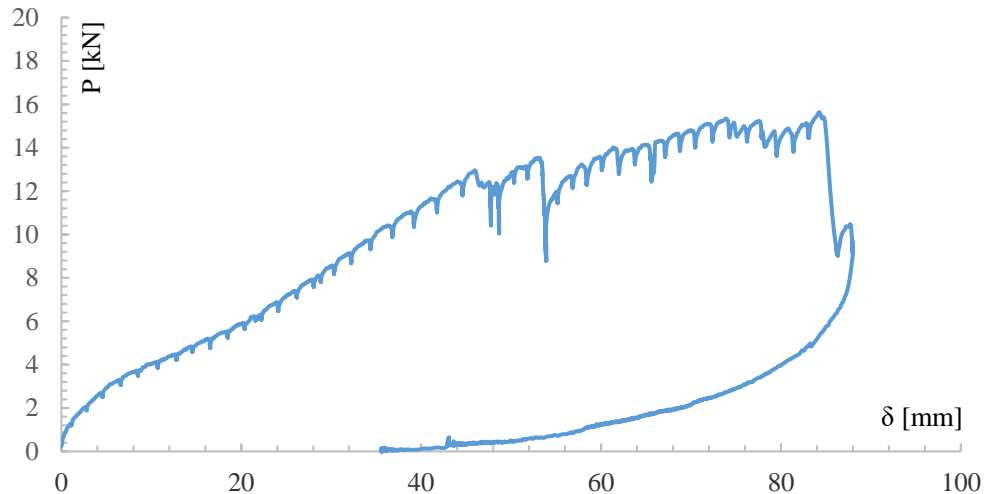


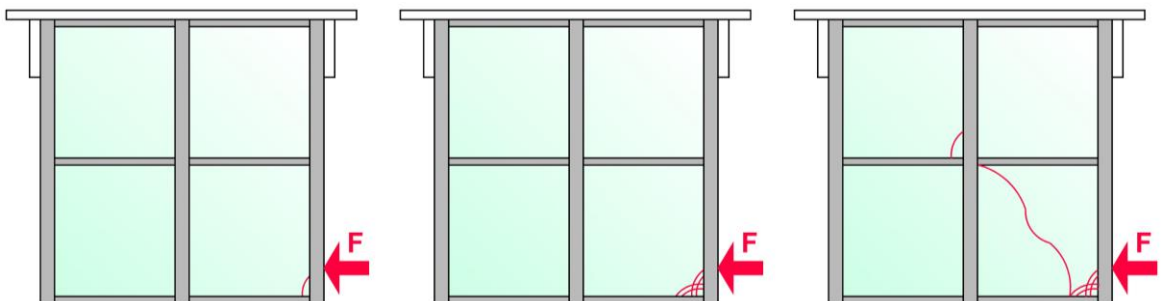
График 4.4.5: Дијаграм сила – поместување (P-δ) за второ испитување на Модел 2

4.4.2.3. Модел 3

При нанесување на сила од 3 kN, кај третиот модел не се забележуваат пукнатини на стаклото, ниту деформации во врските, а поместувањето отчитано од компјутер е приближно 4cm. При наголемување на силата до 4 kN, поместувањата се зголемуваат на 5cm. При сила од 10 kN, моделот почнува да крчка и се јавуваат деформации во споевите помеѓу профилите и помеѓу профилот и стаклото. Се до нанесување на сила од 20 kN, пукнатини не се јавуваат, но деформациите се очигледни и лесно можат да се воочат (Слики 4.4.47 – 4.4.50). Првите пукнатини се јавуваат при сила од 20kN, додека првото стакло се крши при сила од 23kN.

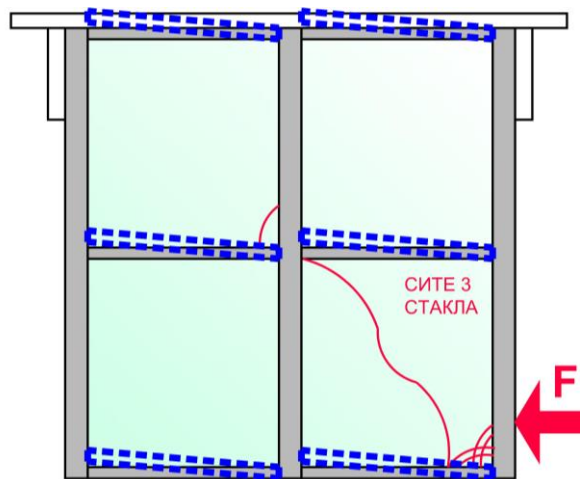


Слики 4.4.47 – 4.4.50: Деформации на профилите и врските кај моделот



Слика 4.4.51: Постепено пукање на долните стакла при сила од 20kN

Редоследот на појава на пукнатини кај стаклата на третиот модел е даден на Слика 4.4.51, додека кршењето на стаклата и деформациите на носачите, шематски се прикажани на Слика 4.4.52.



Слика 4.4.52: Редослед на кршење на стаклата и деформации на носачите

Состојбата на третиот модел после испитувањето може да се види од Сликите 4.4.53 – 4.4.55.



Слики 4.4.53 и 4.4.54: Состојба на третиот модел после испитување

Модел 3

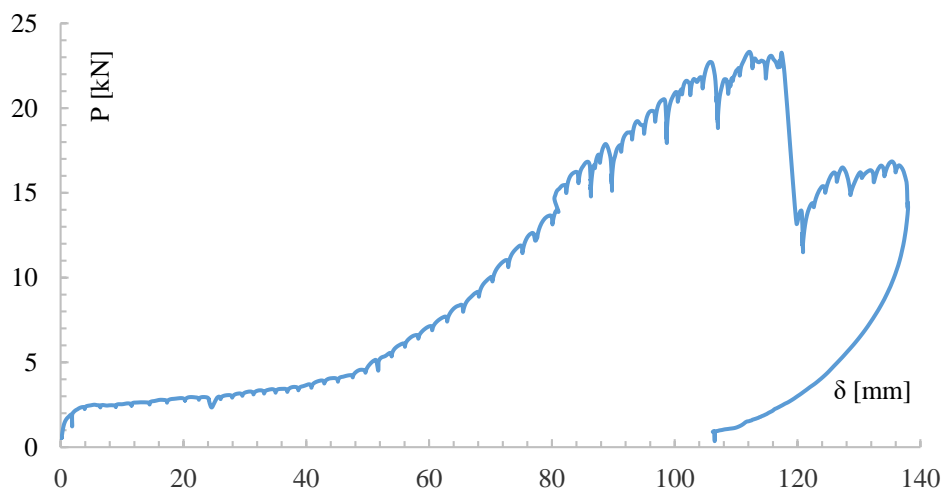


График 4.4.6: Дијаграм сила – поместување (P- δ) за прво испитување на Модел 3

Резултатите од испитувањето на третиот модел се дадени на График 4.4.6, бидејќи имаше само едно испитување. Од График 4.4.6, може да се види дека кај третиот модел, линеарни деформации се јавија се до нанесување на сила од 20kN, кога почнуваат да се јавуваат првите пукнатини. При сила од 23kN, доаѓа до кршење на стаклата во едното поле и деформации на врските помеѓу профилите и помеѓу профилот и стаклата.

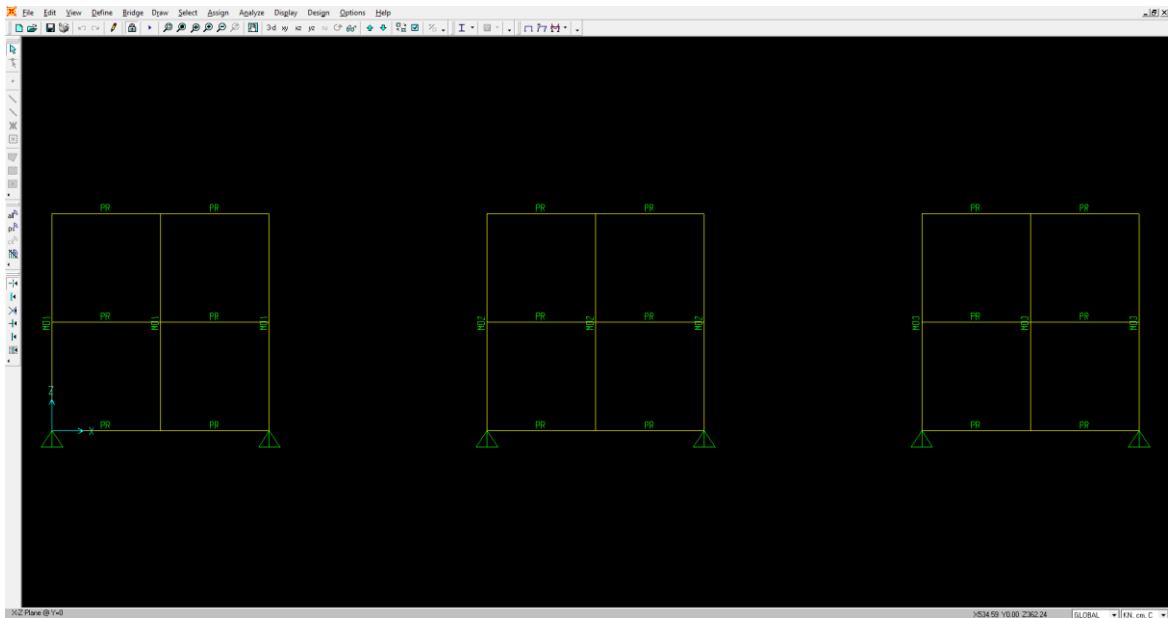
4.4.3. Аналитички модели

Изработени се адекватни аналитички модели од испитните примероци. Аналитичките модели се моделирани според реалните попречни пресеци, употребувајќи го материјалот од кој се составени профилите. Сите карактеристики, дадени од производителот на моделите, се внесени. Моделите во оваа анализа се анализирани до појава на лом во критичните точки на испитните модели, без да се земе во предвид ломот на стаклото како меродавна појава за губење на условите на употребливост. Моделирањето е направено во софтверскиот пакет “SAP2000.10.7”. Овој програм нуди низа можности и е особено погоден за инженери, бидејќи овозможува моделирање на најразлични конструкции, користење на различни натоварувања како ветер или сеизмички оптоварувања врз сеопфатни автоматски челични и бетонски дизајнирани кодови по различни меѓународни стандарди за проектирање.

Врските меѓу распонките и главните носиви елементи кај моделите се направени со дефинирање на нелинеарна „пружина“, која се однесува најблиску до крутосното однесување на испитаните модели. Елементот е дефиниран употребувајќи нелинеарен дијаграм од „P- δ “ однесувањето на рамовскиот систем. Врската едноставно претставува еластично спојување меѓу два елемента, врска со крутост меѓу зглоб и вквештување.

4.4.3.1. Математички модели

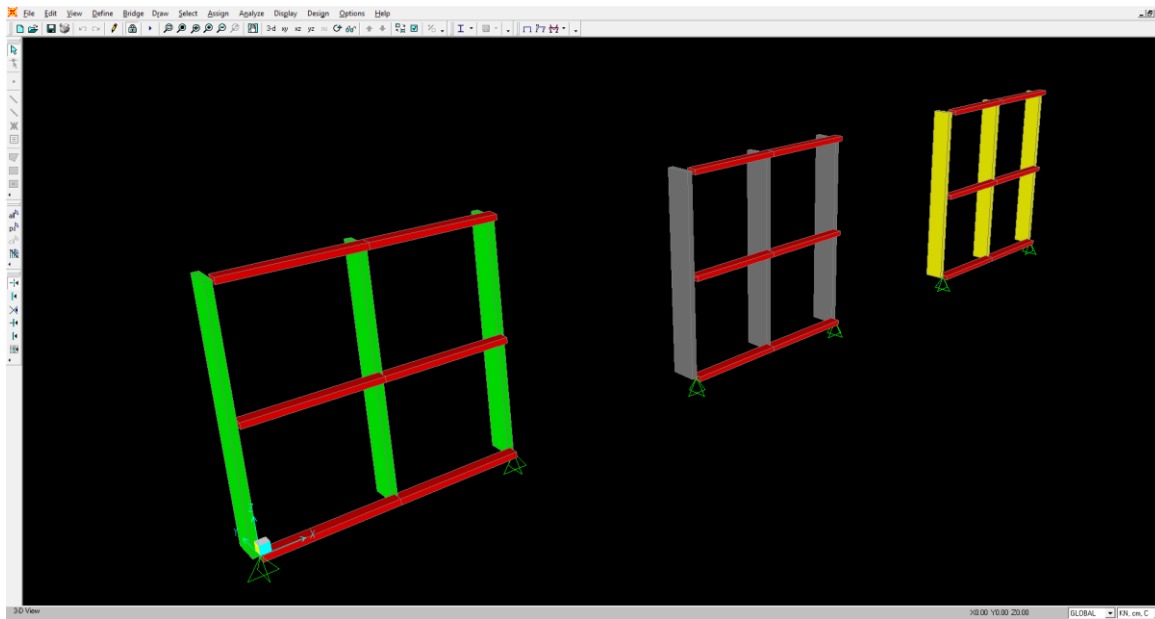
Математичките модели се изработени од рамовски системи со употреба на “frame” елементи, меѓусебно поврзани со пружина со нееластично однесување во вид на “spring” елемент. Лежиштата се усвоени како класично неподвижни, и тие најблиску го симулираат реалното однесување на системот, од фактот дека при испитувањата на местата од лежиштата немаше никакви поместувања, освен локалните нагмечувања, кои беа спречени со употреба на исполна во шуплината од кутијастите алуминиумски профили. Изгледот на моделите е прикажан на Слика 4.4.55, додека 3Д изгледот е прикажан на Слика 4.4.56.



Слика 4.4.55: Приказ на математичките модели

Моделите се товарени со сила на иста местоположба како и на испитните модели при експериментот, при што главна цел е добивање на критична сила која ќе даде пластичен лом во било кој елемент од рамката. Граничната состојба на употребливост не е разгледувана, едноставно се измерени само поместувањата. За различните модели добиени се различни критични сили. Според Слика 4.4.55, каде се претставени моделите во изглед, MD1 се елементите од испитниот модел 1, MD2 од испитниот модел 2 и MD3 од испитниот модел 3, каде што PR

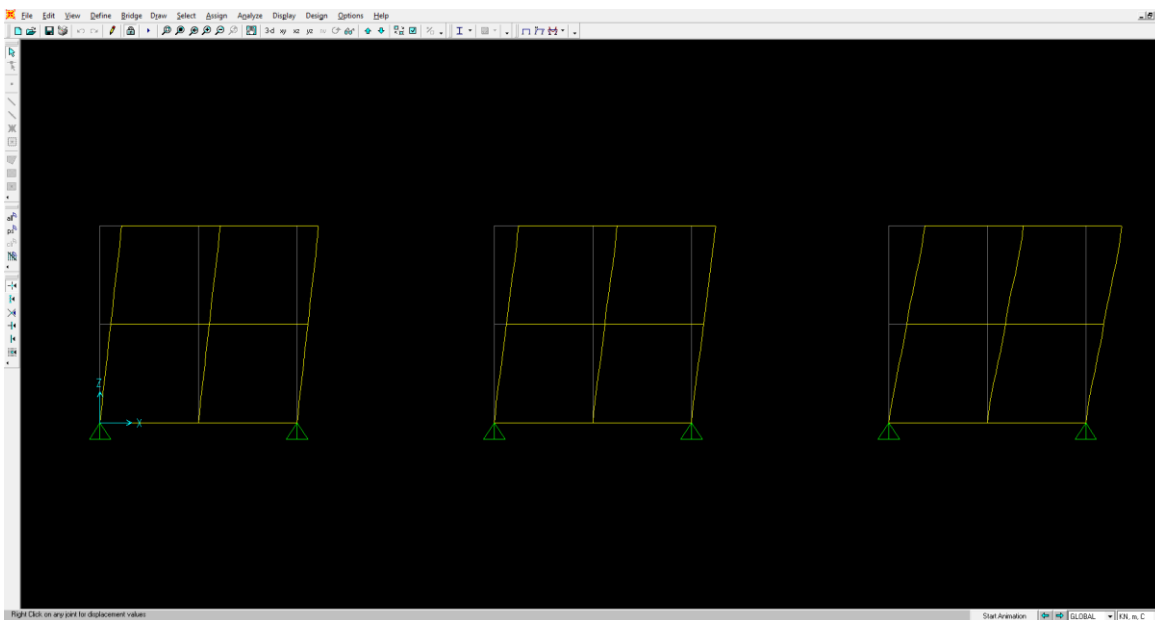
претставува распонката која ги поврзува главните вертикални носиви елементи, односно PR се хоризонталните алуминиумски носачи.



Слика 4.4.56: 3D приказ на математичките модели

4.4.3.2. Резултати од анализата

За различните модели добиени се различни гранични сили заедно со поместувањата на карактеристичната испитна точка, при што увидено е слично однесување како и експериментално испитаните модели. Резултатите од симулационата анализа се приближно исти со резултатите добиени со експерименталното испитување.



Слика 4.4.57: Приказ на максималните поместувања

Од извршената анализа, максималната сила на испитниот модел 1 изнесува 18.64kN, со максимално поместување од 72.14mm. Максималната сила на испитниот модел 2 изнесува 17.06kN со максимално поместување од 80.99mm, додека максималната сила на испитниот модел 3 изнесува 27.28kN со максимално поместување од 122.11mm. Максималните поместувања графички се прикажани на Слика 4.4.57. Резултатите од софтверската симулација за сите три модели се дадени на График 4.4.7, како „P- δ “ дијаграм.

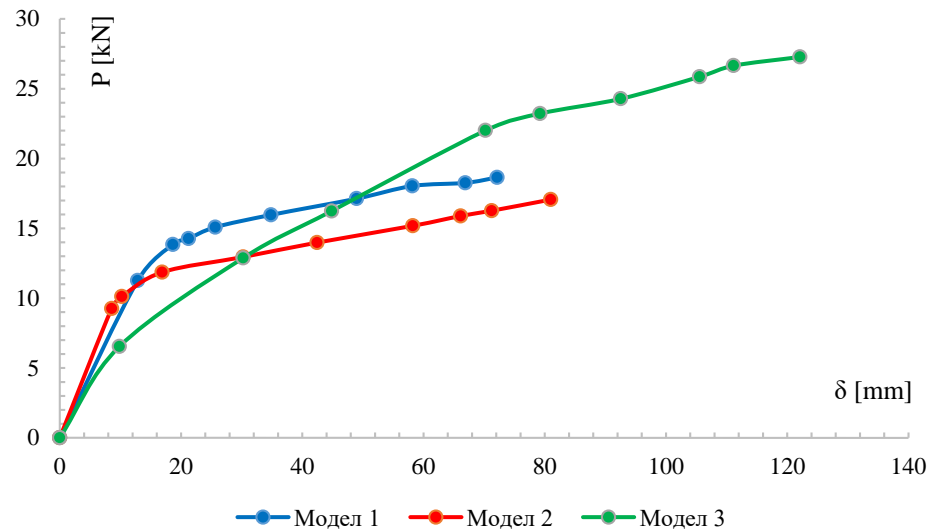


График 4.4.7: Дијаграм сила поместување за сите модели

На График 4.4.7 се прикажани крајните резултати од анализираните модели. Може да се забележи дека моделите имаат слично однесување како и испитаните, доколку како гранична состојба е појава на зглоб или максимално поместување на рамката, а не кршењето на стаклото што би ја дефинирало граничната состојба на употребливост.

4.4.4. Споредба на добиените резултати

На График 4.4.8, дадена е споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација, за модел 1. Максималната сила кај аналитичкиот модел е 18.64kN, додека кај реално испитуваниот модел е 17.46kN. Максималните поместувања се исто така приближно исти, односно 72.14mm кај симулацијата, а 92.87mm кај експериментот.

Модел 1 - споредба

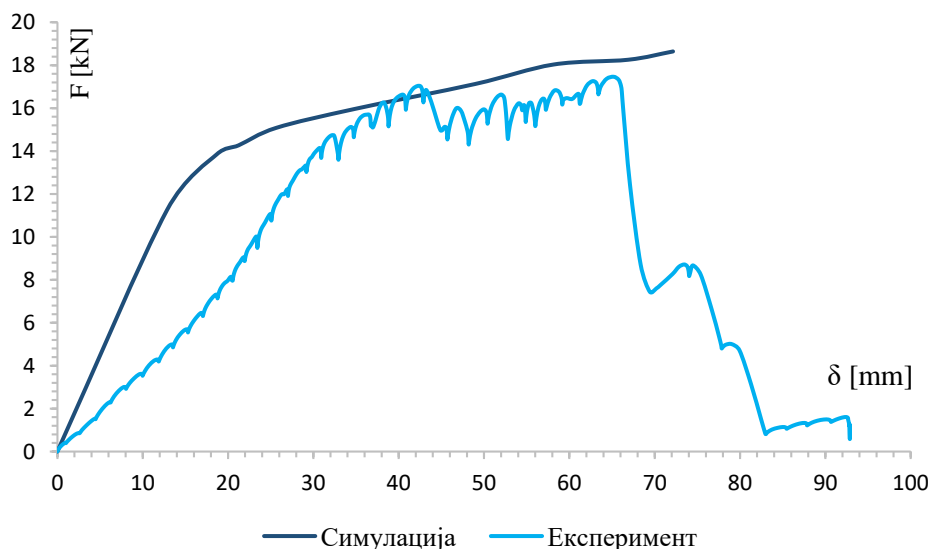


График 4.4.8: Споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација за модел 1

На График 4.4.9, дадена е споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација, за модел 2. Максималната сила кај аналитичкиот модел е 17.06kN, додека кај реално испитуваниот модел е 15.64kN. Максималните поместувања се исто така приближно исти, односно 80.99mm кај симулацијата, а 88.00mm кај експериментот.

Модел 2 - споредба

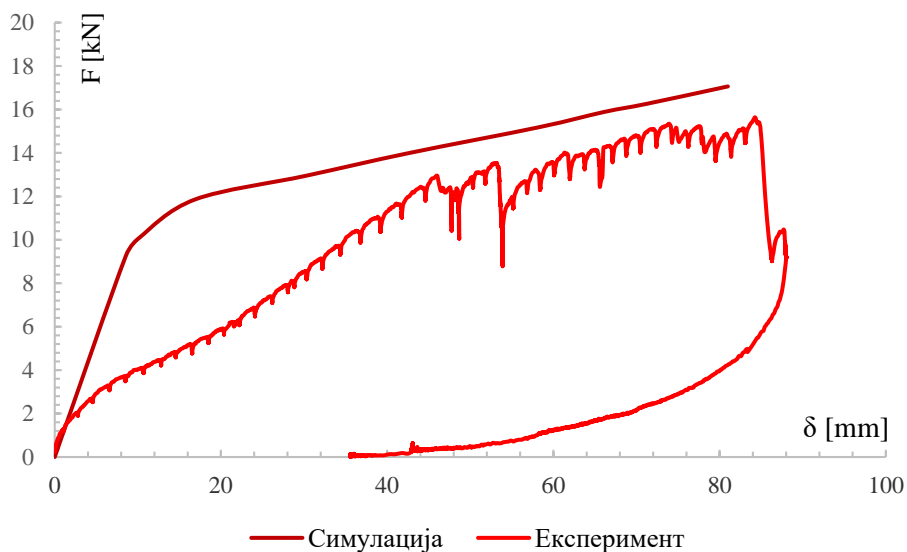


График 4.4.9: Споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација за модел 2

На График 4.4.10, дадена е споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација, за модел 3. Максималната сила кај аналитичкиот модел е 27.28kN, додека кај реално испитуваниот модел е 23.32kN. Максималните поместувања се исто така приближно исти, односно 122.11mm кај симулацијата, а 138.00mm кај експериментот.

Модел 3 - споредба

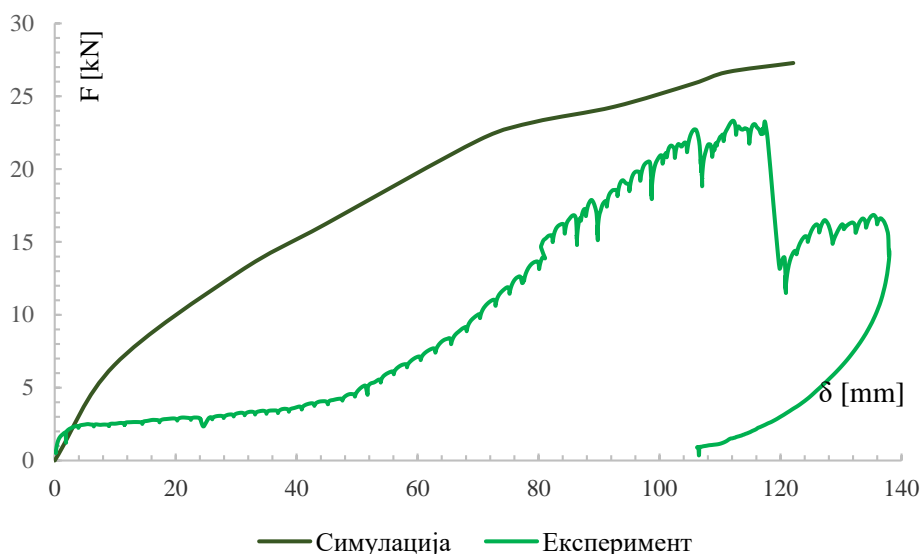


График 4.4.10: Споредба на резултатите од експериментот и софтверската симулација за модел 3

Во Табела 4.4.2, дадена е споредба на максималните сили и максималните поместувања за сите три модели при софтверската симулација и при експериментот. Модел 1 има најниски вредности за максималните сили и поместувања, додека модел 3 има највисоки вредности. Може да се забележи слично однесување меѓу аналитичките и експериментално испитаните модели, односно резултатите од симулационата анализа се приближно исти со резултатите добиени со експерименталното испитување и се во границите на некои очекувани разлики за ваков вид на испитувања. Вредностите на максималните сили и поместувања се за нијанса пониски кај софтверската симулација, отколку кај експериментот.

Табела 4.4.2: Споредба на максималните сили и максималните поместувања

	Софтверска симулација		Експеримент	
	Максимална сила (kN)	Максимални поместувања (mm)	Максимална сила (kN)	Максимални поместувања (mm)
1 МОДЕЛ	18.64	72.14	17.46	92.87
2 МОДЕЛ	17.06	80.99	15.64	88.00
3 МОДЕЛ	27.28	122.11	23.32	138.00

На График 4.4.11, дадена е споредба на резултатите од експериментот за сите три модели. Третиот модел дава најдобри резултати, односно има најголеми максимални сили и поместувања, за разлика од другите два модели. Тоа може да се должи на димензиите на самиот модел, бидејќи растојанието помеѓу вертикалните алуминиумски носачи кај овој модел е најмало, па се јавува помало нагмечување. Дополнително, овој модел е составен од трослојно стакло што му дава дополнителна крутост, за разлика од другите два модели составени од двослојно стакло и помала дебелина. Од друга страна, третиот модел има најмали димензии на хоризонталните и вертикалните алуминиумски профили.

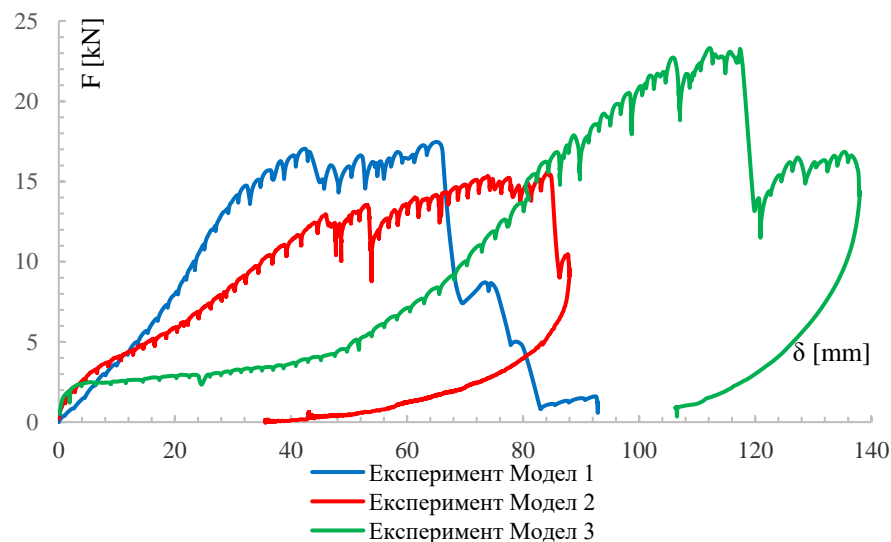


График 4.4.11: Споредба на резултатите од експериментот за сите три модели

Реалноста на однесувањето на моделите е дека нивните максимални поместувања од 92.87mm за првиот модел, 88.00mm за вториот модел и 138.00mm за третиот модел се поголеми од дозволените поместувања при максимални хоризонтални влијанија на рамовски систем во конструкторството, што се проверува со динамичка анализа.

Динамичката анализа се изведува со цел да се утврди однесувањето на конструкцијата на објектот во еластично и нееластично подрачје на работа за временски истории на забрзување на почвата на очекувани земјотреси на локацијата на објектот. Со таа анализа се утврдува состојбата на напрегањата и деформациите на конструкцијата за критериумите на проектен и максимално очекуван земјотрес и се утврдува прифатливиот степен на оштетување што може да настане врз конструктивните и неконструктивните елементи на објектот, при максимално очекуван земјотрес. Притоа, максималното релативно катно поместување на катовите за линеарно однесување на конструкцијата не смее да биде поголемо од $h_i/350$, каде h_i е височината на i -тиот кат во сантиметри (Службен Лист на СФРЈ бр. 31 [125]).

Доколку се споредат добиените резултати, со дозволените катни поместувања за линеарно однесување на конструкцијата, може да се заклучи дека поместувањето на првиот

модел е Н/20, на вториот Н/22, а на третиот Н/14, што е многу поголемо од дозволеното поместување. Кај првиот модел е 17, кај вториот 16, а кај третиот 25 пати поголемо. Тоа значи дека моделите можат да издржат многу поголеми поместувања пред да дојде до гранична состојба како појава на зглоб, максимално поместување на рамката или кршење на стаклото, отколку поместувањата дозволени за конструкцијата, согласно македонските прописи.

4.4.5. Заклучоци

Доколку се споредат резултатите од аналитичките и експериментално испитаните модели, може да се заклучи дека тие се приближно исти и се во границите на некои очекувани разлики за ваков вид на испитувања. Кај сите модели, вредностите на максималните сили и максималните поместувања се незначително поголеми кај софтверската симулација, отколку кај експериментот.

Третиот модел со алуминиумски профили “Elvial” и трослојно застаклување, дава најдобри резултати, односно има најголеми максимални сили и поместувања до гранична состојба на лом, за разлика од другите два модели.

Распонот помеѓу вертикалните алуминиумски профили кај стаклената фасада влијае врз нејзиното однесување под дејство на хоризонтална сила. Колку се помали распоните помеѓу вертикалните алуминиумски носачи кај стаклената фасада, толку помало нагмечување се јавува, што ја подобрува носивоста на фасадата под дејство на хоризонтална сила. Зголемувањето на распоните, ги намалува максималните сили и поместувања.

Типот на стаклото, бројот на стакла во термоизолациониот пакет, како и неговата дебелина дополнително влијае врз стабилноста на фасадата. Доколку елементот има стакло со поголема дебелина, на пример трослојно стакло, неговата крутост е поголема. Оттука може да се заклучи дека трослојното застаклување, не само што ја подобрува термичката и звучната изолација на објектот, туку истовремено допринесува за поголема стабилност на фасадата.

Димензиите на алуминиумските носачи – профили кои се димензионираат согласно товарите и распоните, немаат големо влијание врз стабилноста на фасадата под дејство на хоризонтална сила во рамнина.

Максималните поместувања добиени кај сите три модели се поголеми од дозволените поместувања при максимални хоризонтални влијанија на рамовски систем во конструкторството. Максималното релативно катно поместување на катовите за линеарно однесување на конструкцијата не смее да биде поголемо од $h_i/350$, каде h_i е височината на i -тиот кат во сантиметри (Службен Лист на СФРЈ бр. 31 [125]).

Доколку се споредат добиените резултати, со дозволените катни поместувања за линеарно однесување на конструкцијата, може да се заклучи дека поместувањето на првиот модел е Н/20, на вториот Н/22, а на третиот Н/14, што е многу поголемо од дозволеното поместување. Кај првиот модел е 17, кај вториот 16, а кај третиот 25 пати поголемо. Тоа значи дека моделите можат да издржат многу поголеми поместувања пред да дојде до гранична состојба како појава на зглоб, максимално поместување на рамката или кршење на стаклото, отколку поместувањата дозволени за конструкцијата, согласно македонските прописи.

Начинот на деформирање на носечките профили при изведба на експериментот кај сите три модели беше различен, така што не може да се утврди некаква посебна шема на деформации. Пукнатини се јавија речиси на сите внатрешни стакла. Притоа, на внатрешните стакла имаше многу повеќе пукнатини, отколку на надворешните, што треба да се земе предвид при проценка на безбедноста. Кај објекти каде безбедноста е многу значајна, користењето на ламинирано стакло особено од внатрешната страна е неопходно. Најизложени на кршење може да се посочат стаклата кои се најблиску до уредот за нанесување на сила.

5. Анализа на реален административен објект со употреба на добиените резултати

Со цел се согледа примената на резултатите од истражувањата, направена е анализа на објект кој има стаклена фасада на дел од фасадната површина. Објектот е веќе испроектиран, има Идеен и Основен проект, има добиено Одобрение за градење и е во фаза на градба. Намената на објектот е мешана, но во поголем дел е административна. Оттука, објектот е погоден за анализа, бидејќи опфаќа канцелариски простории во кои е предвидена стаклена фасада. Испроектираната стаклена фасада од проектот, ќе биде заменета со друг тип на стаклена фасада. Ќе биде искористен типот на стаклена фасада кој во повеќето анализи, направени во оваа докторска дисертација, покажа најдобри резултати, а притоа ќе се направи споредба со другите типови на стаклена фасада. На тој начин ќе се види како стаклената фасада може да подобри повеќе различни аспекти на одржливоста на објектите.

5.1. Опис на објектот

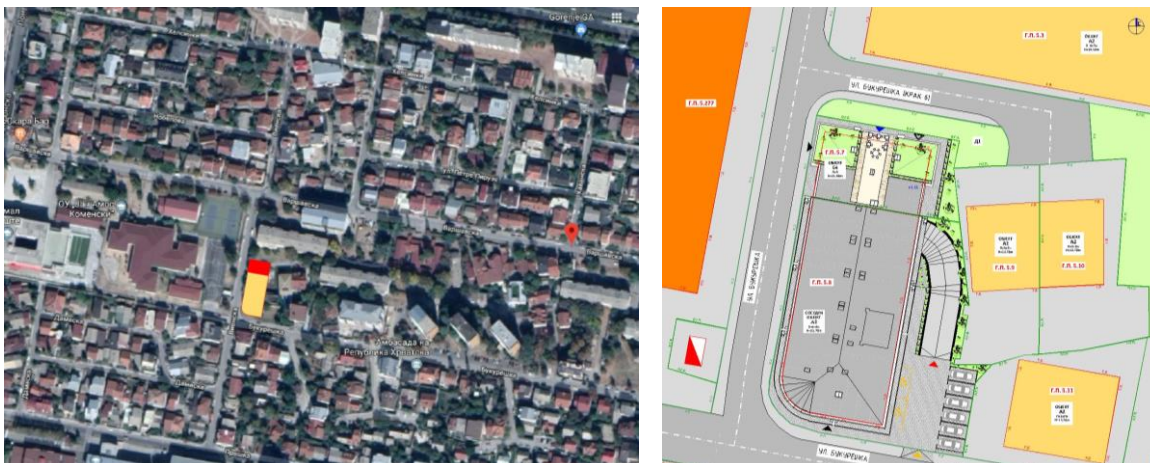
Објектот кој ќе биде предмет на анализа (Слика 5.1) се наоѓа во општина Карпош, на ул. „Букурешка“, бр. 16, во градот Скопје (Слика 5.2). Текстуалниот и графичкиот дел за овој објект, изваден од Основниот Проект со технички број 05/17-2, е даден во Прилог 6.



Слика 5.1: 3Д приказ на објектот и Основа на трети кат од Графички Прилози од Основен Проект за објект „Хотел + Администрација“ со тех. бр. 05/17-1

Објектот има спратност од приземје и пет ката, со максимална висина на венец 21.00 метри според „Детален урбанистички план за градска четврт 3 06, Општина Карпош“. Градежната линија на локацијата од три страни е повлечена од регулационата линија, односно од линијата на градежната парцела, додека пак од јужната страна има соседен објект со намена семејно домување во станбени згради, катност П+6+Пк и максимална висина на венец 21.70 метри. На западната страна се наоѓа ул. „Букурешка“, на северната страна има зеленило, додека пак на источната страна има соседна парцела со објект со намена семејно домување во станбени згради со спратност П+3+Пк и максимална висина на венец од 14.70 метри (Слика 5.2).

Пристапот за возилата е од улица „Букурешка“ на јужната страна од соседната градежна парцела. Преку овој пристап се стигнува до рампа која исто така се наоѓа во соседната парцела, со која се стигнува пак до подземен паркинг. Подземниот паркинг е решен на две нивоа (подрум -1 и подрум -2). Подземниот паркинг е заеднички за двете соседни парцели, бидејќи и двата објекти имаат ист инвеститор. Тие имаат една заедничка рампа и се наоѓаат на исти висински коти. Во подрум -1 паркирањето е на платформи (паркинг еден врз друг), додека во подрум -2 паркирањето е регуларно.



Слика 5.2: Локациска поставеност на објект и Ситуација со петта фасада од Графички Прилози од Основен Проект за објект „Хотел + Администрација“ со тех. бр. 05/17-1

Во објектот, кој е предмет на анализа, се остварени две различни намени (хотел и административен дел), па затоа има и повеќе влезови. Влезот во хотелот е од страната на улицата, односно од западната страна. Од северната страна има уште еден влез во хотелот, односно влез во ресторанот од хотелот. Влезот во административниот дел се наоѓа исто така на северната фасада. Сите влезови се подигнати за 0.15 метри од котата на тротоарот.

Слободните површини околу зградата се главно уредени со бекатон плочки, а во задниот дел се предвидува поставување на жардиниери, како и тревна површина со дрва. Решението на партерот е вклопено со целосниот изглед на зградата.

Овој објект претставува комплексна целина во која се вклопени две намени: хотел и административен објект. На секое ниво има две скалишни јадра, едното за хотелот со две лифтовски окна и едното за домот на културата. Содржини од хотелот има на приземје, први и втори кат, додека содржини од административниот дел има на приземје, трети, четврти и петти кат.

Зградата ги содржи следните содржини:

Подрум -2 се наоѓа на кота -6.70м во однос на котата на приземје и до него се стигнува преку рампа која тргнува од подрум -1. На ова ниво се обезбедени 4 паркинг места, наменети за администрација, внатрешна улица, како и повеќе подрумски простории. Бруто површината на подрум -2 е 269,10м².

Подрум -1 се наоѓа на кота -3.90м во однос на котата на приземје и до него се стигнува преку рампа која тргнува од котата на теренот и која се наоѓа соседната градежна парцела 5.8. Двата објекти се во сопственост на ист инвеститор, па поради тоа подрумите -1 и -2 на двата објекти се поврзани и се наоѓаат на исто ниво. Рампата е заедничка. Во подрум -1 се обезбедени 4 паркинг места за хотелот (со платформа) и 4 паркинг места за администрација (со платформа), внатрешна улица, електрособа, хидро и топлотна подстанција. Бруто површината на подрум -1 е 269,10м².

Влезовите во зградата се подигнати за 0.15м од котата на тротоарот. Влезот во хотелот се наоѓа на западната страна. Во хотелот може да се влезе и преку ресторанот на средината од северната фасада. На северната страна се наоѓа и влезот за администрација.

Приземјето е подигнато за 0.15м во однос на котата на теренот. Во приземјето се сместени содржини и од хотелот и од администрацијата.

Хотелските содржини на приземје се состојат од скалишно јадро со ходник со скали и две лифтовски окна, како и влезен дел, рецепција, просторија за багаж, ресторан, кујна со мини бар, магацин за храна, предпростор, машки и женски тоалет и остава.

Административниот дел на приземје вклучува влезен дел, инфо пулт, ходник, скали и лифт.

Приземјето има бруто површина од 227,00м².

Првиот и вториот кат се наменети за содржини на хотелот, а од административната намена на ова ниво се јавува само скалишното јадро кое се состои од ходник, скали и лифт.

Хотелските содржини на првиот и вториот кат се состојат од два апартмани, две соби, скалишно јадро, заеднички простор за седење, просторија за хигиеничарки и тоалет за хигиеничарки.

Катовите имаат бруто површина од 227,00м² без еркери, односно 279,70м² со еркери .

Третиот, четвртиот и петтиот кат се наменети за содржини на администрацијата, а од хотелот на ова ниво се јавува само скалишното јадро кое се состои од ходник, скали и два лифта.

На секој кат има предпростор, инфо пулт, машки и женски тоалети, канцеларија за раководител и канцеларии за вработени.

Третиот, четвртиот и петтиот кат имаат бруто површина од 227,00м² без еркери, односно 279,70м² со еркери .

Рамната тераса се наоѓа на кота 20.90м во однос на котата на приземјето. Оваа тераса е проодна и до неа се стигнува од двете скалишни јадра (од хотелот и администрацијата). Терасата се состои од патеки, средишен дел со маси за седење и зеленило. Терасата може да ја користат и гостите од хотелот и вработените во администрација.

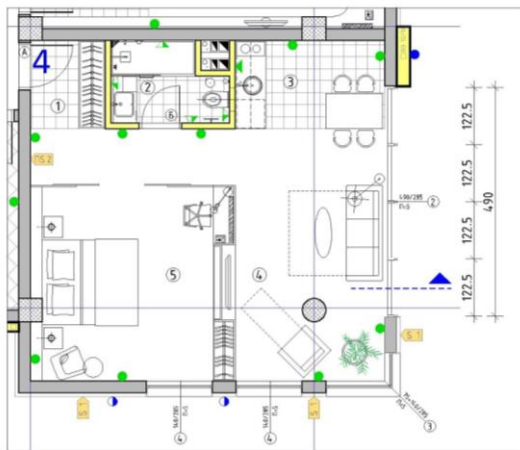
Терасата има бруто површина од 73м².

Конструктивниот систем на објектот е армирано бетонски скелетен систем, кој се состои само од периметрални греди, додека внатрешни греди нема заради инсталациите кои ќе поминуваат над спуштениот плафон. Темелите се решени како темелна плоча со д=90см. Во подрумите и приземјето столбовите се со димензии 50/60см, додека на катовите се со димензии 50/50см. Катните плочи се со дебелина д=22см. Армирано – бетонски платна има околу скалишните јадра и лифтовите со дебелина д=25см.

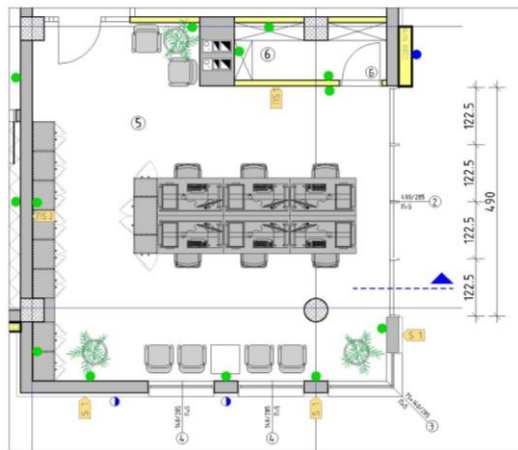
Надворешните сидови (S1) се со дебелина од 33см, составени од шуплив керамички блок 25см и демит фасада од 8см од надворешната страна. Од внатрешната страна се малтерисани со малтер 2см. Таму каде што има армирано бетонско платно, од надворешна страна се поставува демит фасада со дебелина од 8см, а внатрешната страна се премачкува со слој од малтер со дебелина од 2см (S2). Во подрумите, во делот што е под земја, сидовите се од армиран бетон 20см, хидроизолација, стирпор и тefonд од надворешна страна (S3). Делот од сидовите во подрумот што излегува над земја, треба да биде обложен со демит фасада со дебелина од 8см. Преградните сидови во посебните функционални целини (хотел и администрација) се со дебелина од 12см, составени од шуплив керамички блок 12см со по 2см малтер од двете страни (ПС 1), а преградните сидови помеѓу функционалните целини (хотел и администрација) се со дебелина 25см, составени од шуплив керамички блок 10см, термоизолација, шуплив керамички блок 10см и по 2 см малтер од двете страни (ПС 2). Овие сидови се користени и помеѓу собите и апартманите кај хотелот. Меѓу канцелариите во административниот дел се користат сидови ПС 1 и прегради од стакло.

Отворите во фасадата се состојат од прозорци и стаклена фасада. Прозорците се предвидени да бидат од PVC, изработени од пластифицирани алуминиумски профили, со термопан стакло (4+12+4)мм во црна боја. Вратите кон хотелот и администрацијата се лизгачки, додека во ресторанот од хотелот се двокрилни со отварање кон надвор и исто така се предвидени да бидат PVC, изработени од пластифицирани алуминиумски профили, со термопан стакло (4+12+4)мм во црна боја.

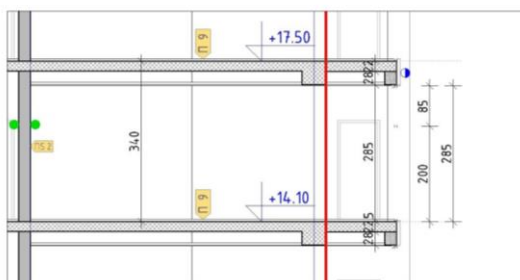
Стаклената фасада се јавува само на дел од објектот и таа е предвидена да биде од алуминиумски профили со двослојно обично стакло (4+16+4)мм. Просторот помеѓу стаклата е предвиден со дебелина од 16мм, исполнет со воздух. Стаклената фасада е прикажана на Слика 5.3 во основа, пресек и изглед. На први и втори кат има апартман, додека на трети четврти и петти кат има канцелариски простор.



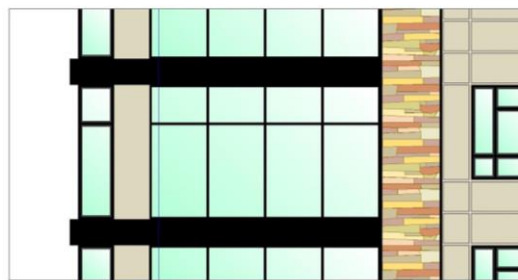
Основа на I и II кат - апартамент



Основа на III, IV и V кат - канцеларија



Пресек низ стаклена фасада



Изглед на стаклена фасада

Слика 5.3: Детал - приказ на стаклената фасада во основа, пресек и изглед според Графички Прилози од Основен Проект за објект „Хотел + Администрација“ со тех. бр. 05/17-1

Фасадата на објектот е демит фасада со дебелина 8см во крем боја. На централниот дел од северната фасада демитот има различна дебелина со цел да се направи декорација. На делови од фасадата има специјални фасадни плочи “thermstone“ (имитација на камен) на метална подконструкција исполнета со термоизолација. Овие фасадни плочи се отпорни на климатски и надворешни влијанија. Во металната подконструкција се скриени вертикалните олуци, со цел да не се наруши целокупниот изглед на фасадата.

Делот на меѓукатните конструкции кој исто така е обложен со демит фасада излегува понапред од останатиот дел на фасадата и истиот е обоен во црна боја.

Скалишните јадра исто така се обложени со демит фасада и фасадни плочи “thermstone“.

Оградите на рамната тераса се предвидува да бидат целосно застаклени со метален профил во долниот дел кој ќе биде скриен со демит фасадата.

5.2. Замена на стаклената фасада


На овој веќе испроектиран објект, наместо предвидената стаклена фасада, ќе се постави нова стаклена фасада, која има подобрени карактеристики според испитувањата направени досега.

Според студијата направена од (Gratia [37]), за соодносот помеѓу нетранспарентните и транспарентните делови од фасадата кај административни објекти во различни климатски услови и за различни ориентации, идеалните вредности за заштеда на енергија, може да се добијат со застаклување од 30 до 45% од фасадната површина. Исклучок е јужната ориентација во многу ладни или многу топли климатски подрачја, каде овој процент е поинаков. Стаклената фасада кај овој објект има северна ориентација. Со цел да се добие подобро дневно осветлување, кое според спроведената анкета во Глава 4.2. е најважен фактор за постигнување на удобност во внатрешниот простор, проценетот на транспарентниот дел е малку поголем од оптималниот

процент добиен со студијата на Francesco Goia. Понатаму, канцеларијата има голема површина од 51.5m^2 , а само две слободни фасадни површини на кои би можеле да се постават застаклени делови, па препорачаниот процент, може да не овозможува доволно количество на дневна светлина. Поради северната ориентација, уреди за заштита од сонце не се потребни, бидејќи нема да се јави директно сончево зрачење, прегревање или блесок. Процентот на транспарентна површина на фасада, што подразбира само стакло, без никакви пречки од конструктивни елементи, изнесува 60%.

Како фасада ќе биде искористен третиот модел со алуминиумски профили “Elvial” и трослојно стакло со премази и исполна од агрорн, кој има речиси најдобри резултати при испитувањети од двата експерименти. Вториот модел со алуминиумски профили “Schüco” покажа подобри резултати единствено при испитувањето на пропустливост на воздух (иако и двата модели задоволија четврта класа, а разликите беа минимални), но затоа пак третиот модел имаше многу подобра стабилност под дејство на хоризонтални сили, поради поголемата крутост. Затоа овде е одбран третиот модел на стаклена фасада, бидејќи истиот има и подобри термоизолациони својства, па на тој начин би се подобрил и комфорот во административниот објект Табела 5.1.

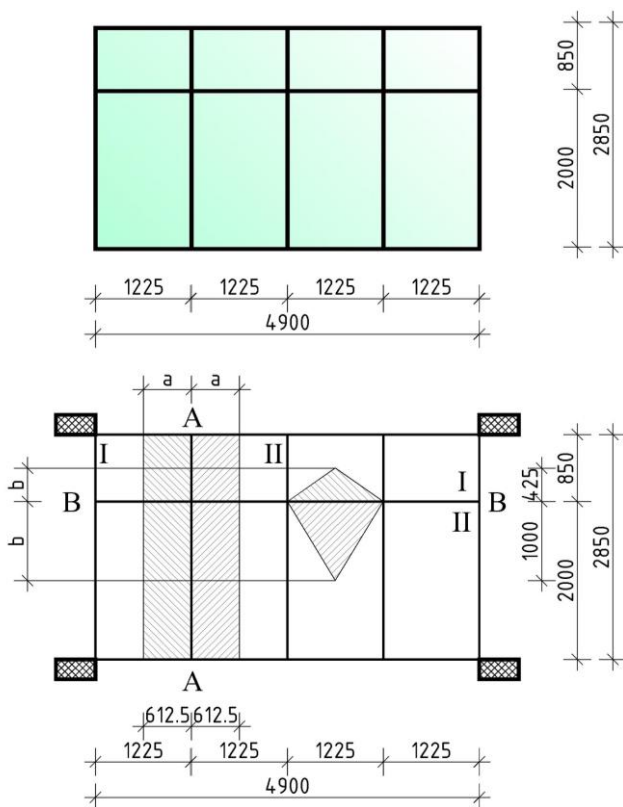
Табела 5.1: Позначајни карактеристики на третиот модел со алуминиумски профили од производител “Elvial” и трослојно застаклување

ПРИМЕРОК 3	Тип на алуминиумски профили	Застаклување	Опис на стаклото	Карактеристики на стаклото				
				Звучна изолација R_w (dB)	Вкупна дебелина (mm)	Тежина (kg/m^3)	Толлинска спроводливост U_g ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	Соларен фактор g
	ELVIAL (Greece)	Тројно	- PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN	29	40.00	30.00	0.60	0.35

5.2.1. Димензионирање на стаклената фасада

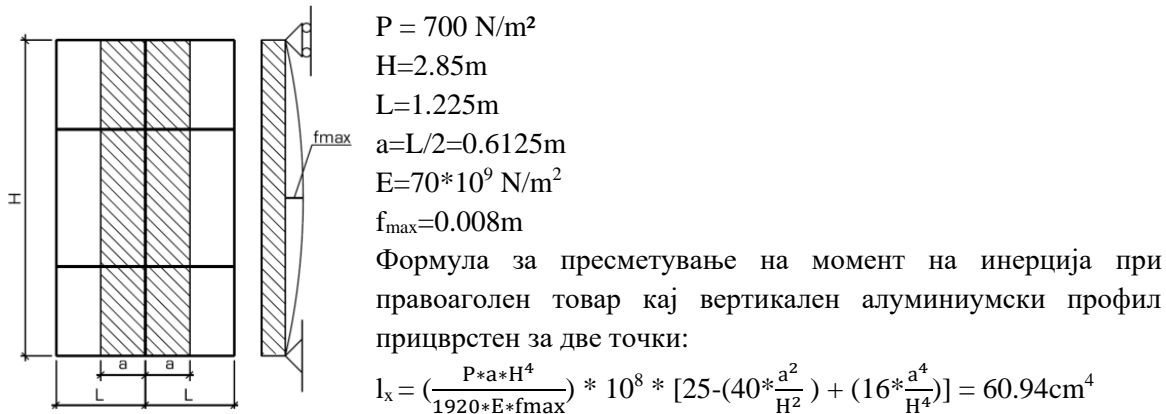
Главните товари на кои е изложена стаклената фасада се товарите од ветер и тежината од стаклото. Вертикалните профили се изложени на товари од ветер, додека хоризонталните профили се изложени на товари од ветер и товари од тежината на стаклото. Испитувањата за издржливоста на конструкцијата се базираат на правилото дека максималната дозволена деформација (f_{max}) под дејство на товари не смее да ја надмине дозволената деформација одредена со пропишани стандарди.

Одредување на степенот на натоварување од ветер зависи од повеќе фактори. Објектот се наоѓа во Област А: $Y \leq 1000\text{m}$, односно на надморска висина помала од 1000m. Локацијата на објектот е А: Објекти во урбани подрачја со над 4 нивоа. Според висината, објектот припаѓа во Објект 3: $18 < H \leq 28\text{m}$, бидејќи висината е околу 24 метри. Согласно овие податоци, натоварувањето од ветер според Табела 3.4 изнесува $700 \text{ N}/\text{m}^2$.



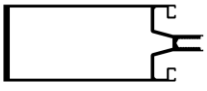
Слика 5.4: Графички приказ на изглед на стаклената фасада, со димензии во mm, која треба да се димензионира

5.2.1.1. Димензионирање на носач А-А површина I и II



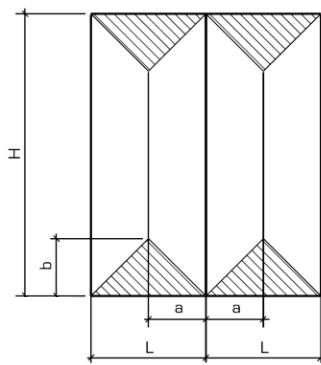
Слика 5.5: Димензионирање на носач А-А површина I и II

За двете површини I и II, вкупниот момент на инерција е: $I_x = 121.82 \text{ cm}^4$ (Слика 5.5). Се одбира вертикален алуминиумски профил EL 7200 од каталог (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30]) со димензии 55/143.1mm и момент на инерција $I_x = 257.8 \text{ cm}^4$ (Слика 5.6).

EL 7200	Κατακόρυφη Κολώνα Vertical Column	ΜΗΚΟΣ / LENGTH	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ DIMENSIONS	ΤΕΜ./ ΔΕΜΑ PCS./ BUNDLE	ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ MOMENT OF INERTIA
		6m	ΠΛΑΤΟΣ / WIDTH 55 mm ΥΨΟΣ / HEIGHT 143.1 mm	2	$I_x = 257.8 \text{ cm}^4$ $I_y = 44.4 \text{ cm}^4$
	1:5	ΒΑΡΟΣ / WEIGHT 2866 gr/m			

Слика 5.6: Одбран вертикален алуминиумски профил според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

5.2.1.2. Димензионирање на носач В-В површина I



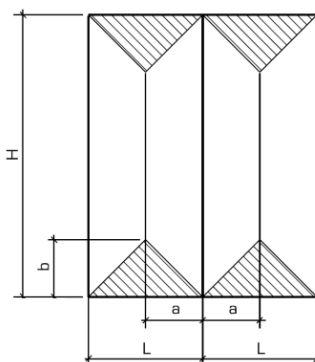
$P = 700 \text{ N/m}^2$
 $H = 0.85 \text{ m}$
 $L = 1.225 \text{ m}$
 $b = H/2 = 0.425 \text{ m}$
 $E = 70 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$
 $f_{\text{max}} = 0.006 \text{ m}$

Формула за пресметување на момент на инерција кај хоризонтален алуминиумски профил:

$$I_x = \left(\frac{P \cdot b \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot f_{\text{max}}} \right) \cdot 10^8 = 1.33 \text{ cm}^4$$

Слика 5.7: Димензионирање на носач В-В површина I

5.2.1.3. Димензионирање на носач В-В површина II



$P = 700 \text{ N/m}^2$
 $H = 2.00 \text{ m}$
 $L = 1.225 \text{ m}$
 $b = H/2 = 1.00 \text{ m}$
 $E = 70 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$
 $f_{\text{max}} = 0.006 \text{ m}$

Формула за пресметување на момент на инерција кај хоризонтален алуминиумски профил:

$$I_x = \left(\frac{P \cdot b \cdot L^4}{120 \cdot E \cdot f_{\text{max}}} \right) \cdot 10^8 = 3.125 \text{ cm}^4$$

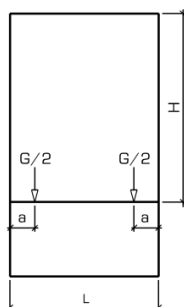
Слика 5.8: Димензионирање на носач В-В површина II

За двете површини I и II, вкупниот момент на инерција е: $I_x = 4.455 \text{ cm}^4$ (Слика 5.7 и 5.8). Се одбира хоризонтален алуминиумски профил EL 7216 од каталог (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30]) со димензии 55/60.1mm и момент на инерција $I_x = 17.5 \text{ cm}^4$ (Слика 5.9).

EL 7216	Траверса Transom	ΜΗΚΟΣ / LENGTH	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ DIMENSIONS	TEM/ΔΕΜΑ PCS/BUNDLE	ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ MOMENT OF INERTIA
		6m	ΠΛΑΤΟΣ / WIDTH 55 mm	3	$I_x = 17.5 \text{ cm}^4$ $I_y = 16.2 \text{ cm}^4$
		ΒΑΡΟΣ / WEIGHT	ΥΨΟΣ / HEIGHT 60.1 mm		
		1242 gr/m			

Слика 5.9: Одбран вертикален алуминиумски профил според (Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200 [30])

5.2.1.4. Димензионирање на трослојно стакло



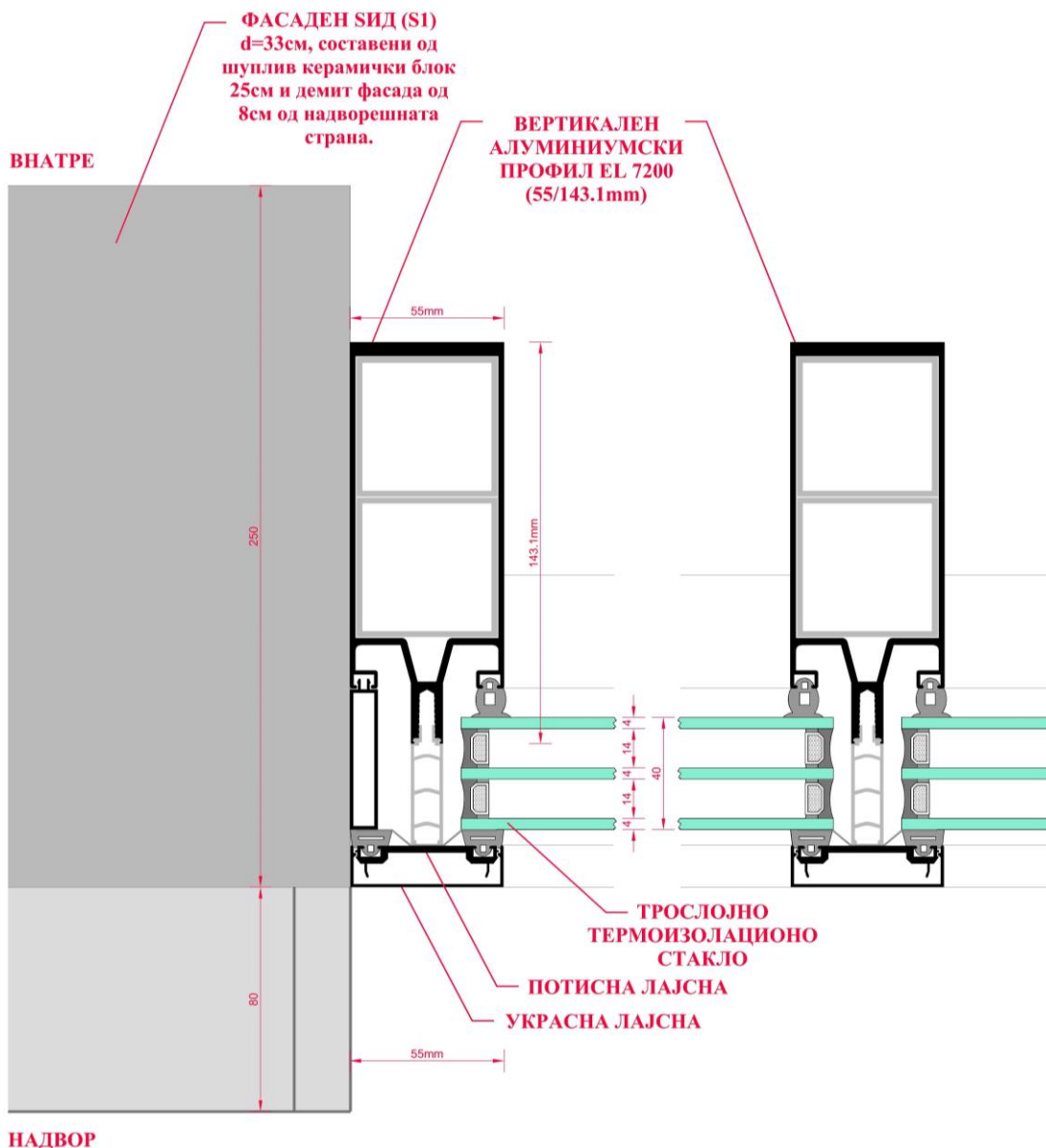
$P = 700 \text{ N/m}^2$
 $H = 2 \text{ m}$
 $L = 1.225 \text{ m}$
 $A = 2.45 \text{ m}^2$

за $H/L = 1.632 \leq 3 \text{ m}$ минималната дебелина на стаклото се пресметува:

$$e = \sqrt{\frac{10 \cdot A \cdot P}{720}} = 4.88 \text{ mm}$$

за тројно застаклување: $e = 4.88 \cdot 1.7 = 8.296 \text{ mm}$

Слика 5.10: Димензионирање на трослојно стакло



Слика 5.11: Детал од основа - Приказ на вертикални алуминиумски профили и трослојно стакло

5.3. Анализа на влијанието на стаклената фасада врз одредени параметри на одржливост во објектот

5.3.1. Пресметување на коефициент на топлинска спроводливост на стаклената фасада

Кај стаклените фасади, U-вредноста се зголемува со намалување нивната површина, па оттука поголемите стаклени фасади имаат подобри U вредности. Главната причина зошто е тоа така е поради фактот што стаклата имаат подобар коефициент на топлинска спроводливост во споредба со алуминиумските профили, па со зголемување на површината на целата фасада, се зголемува и површината на стаклото. Вкупниот коефициент на топлинска спроводливост може да се премсета на следниот начин:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f} \dots \dots \dots (14)$$

A_g – површина на стакло

A_f – површина на профил

$$A_w = A_g + A_f$$

l_g – должина на внатрешниот раб на профилите од фасадата

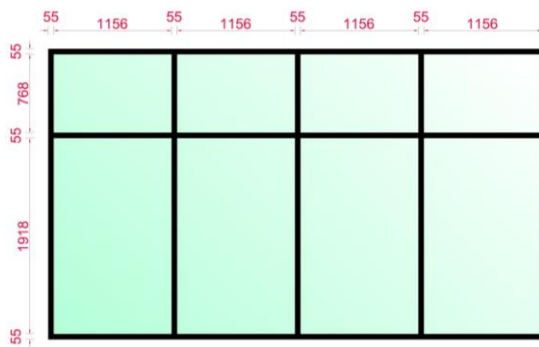
U_w – вкупен коефициент на топлинска спроводливост на стаклената фасада

U_g – коефициент на топлинска спроводливост на стаклото

U_f – коефициент на топлинска спроводливост на рамката

Ψ_g – линеарен коефициент на пренос на топлина на дистанцерот

Вредноста Ψ_g на работ на запечатување на застакувањето зависи главно од употребениот материјал за дистанцер, кој се поставува меѓу стаклата. Стандардниот материјал кој се користи и има лоши термички својства е алуминиум. Дистанцерите со подобрена топлинска изолација се нарекуваат топли дистанцери и се направени од нерѓосувачки челик или пластика. Поголемиот дел од застакувањето на профилот на појасот дополнително ја подобрува U -вредноста на работната заптивка. За алуминиумски дистанцер, Ψ_g изнесува 0.08 W/mK. Пресметката на вкупниот коефициент на топлинска спроводливост на целата фасада, која е предмет на анализа, е дадена на Слика 5.12.



$$A_f = 1.54683 \text{ m}^2$$

$$A_g = 12.418125 \text{ m}^2$$

$$l_g = 39.98 \text{ m}$$

$$U_f = 2.0 \text{ W/(m}^2\text{*K)} \text{ – од производител}$$

$$U_g = 0.6 \text{ W/(m}^2\text{*K)} \text{ – од производител}$$

$$\Psi_g = 0.08 \text{ W/mK} \text{ – за алуминиумски дистанцер}$$

$$U_w = 0.98 \text{ W/(m}^2\text{*K)} \text{ – вкупен коефициент на топлинска спроводливост на целата стаклена фасада}$$

Слика 5.12: Пресметка на вкупен коефициент на топлинска спроводливост на целата стаклена фасада

Во Табела 5.2, направена е споредба на U -коефициентите на различни комбинации алуминиумски профили од различни производители со различни типови на стакла. Искористени се податоците од испитуваните модели, само што се направени повеќе комбинации. Двојно обично стакло се состои од две обични стакла “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри исполнет со воздух. Двојно стакло со премази се состои од две стакла, од кои едното обично “Planiclear” со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm 4s Evolution” и другото обично “Planiclear” со дебелина од 4 милиметри со простор помеѓу нив со дебелина од 16 милиметри, исполнет со аргон 90%. Тројно стакло со премази се состои од три стакла, од кои едното обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm 4s Evolution”, второто обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm XN” и третото обично “Planiclear”, со дебелина од 4 милиметри, со премаз “Planitherm XN”, со простор помеѓу нив со дебелина од 14 милиметри, исполнет со аргон 90%.

Од Табела 5.2, може да се види дека најнизок коефициент на топлинска спроводливост има стаклена фасада со “Raynaers” алуминиумски профили и трослојно стакло со премази, додека највисок коефициент на топлинска спроводливост има стаклена фасада со “Elvial” алуминиумски профили и двослојно обично стакло без премази и со исполна со воздух.

Табела 5.2: Споредба на коефициентите на топлинска спроводливост за трите типа алуминиумски профили и трите типови на стакла (комбинации)

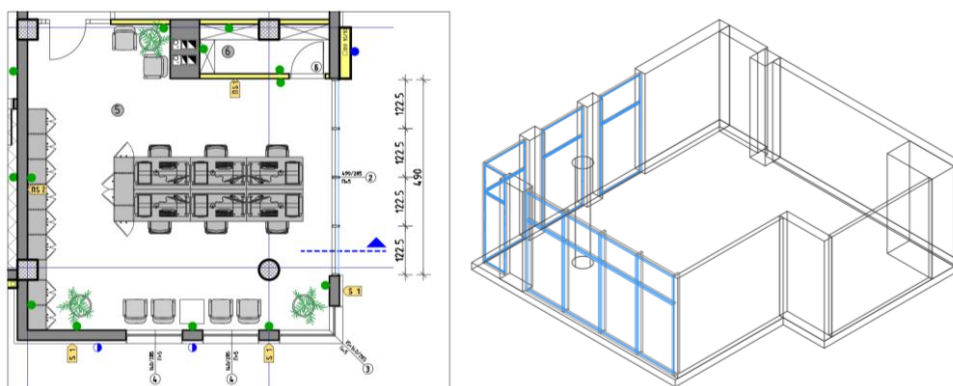
Тип на профил	ELVIAL			RAYNAERS			SCHUCO		
	Двојно обично	Двојно со премази	Тројно со премази	Двојно обично	Двојно со премази	Тројно со премази	Двојно обично	Двојно со премази	Тројно со премази
U-стакло	2.70	1.00	0.60	2.70	1.00	0.60	2.70	1.00	0.60
U-профил	2.00	2.00	2.00	0.80	0.80	0.80	1.30	1.30	1.30
U-вкупно	2.85	1.34	0.98	2.72	1.21	0.85	2.78	1.26	0.91

5.3.2. Анализа на искористување на дневната светлина

Користењето на дневната светлина е основна стратегија во проектирањето, која се користи уште од најстари времиња. Таа преставувала и претставува главен фокус во архитектурата. Денес, кога 90% од времето го поминуваме затворени, повеќе од неопходно е да се обрне внимание на дневното осветлување на внатрешните простории. Постојат бројни студии кои го потврдуваат позитивното влијание на дневната светлина врз луѓето. Покрај тоа, користењето на дневна светлина ја намалува потрошувачката на електрична енергија. Според анкетата спроведена во рамките на оваа дисертација, опишана во делот 4.2., најважниот аспект кој најмногу влијае врз удобноста на живеењето е дневната светлина. Резултатите покажуваат дека природната дневна светлина се смета за исклучително важна за постигнување на удобност за живеење и здрава животна средина во објектите.

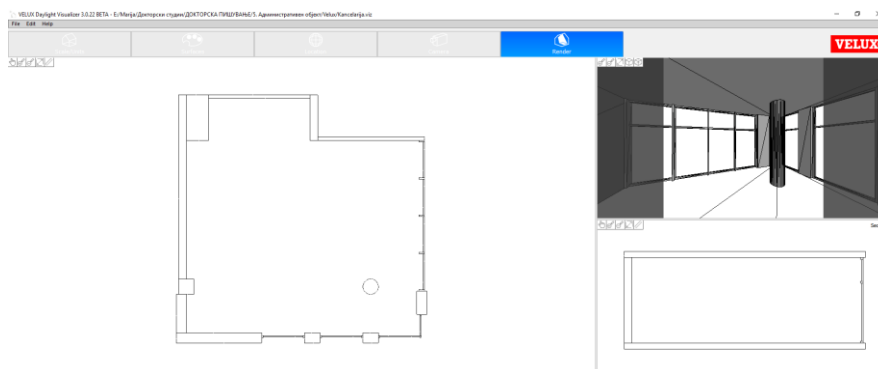
Дневната светлина може да навлезе во внатрешниот простор преку застаклените транспарентни делови на фасадата или покривот. Притоа, овие делови треба да бидат опремени и со уреди за засенчување во ситуации кога сончевите зраци се премногу јаки или предизвикуваат ефект на отсјај.

Постојат повеќе софтверски алатки за подобро искористување на дневната светлина во процесот на проектирање. Една од нив е “VELUX Daylight Visualizer 2”, која е наменета за анализа на дневната светлина во објектите. Оваа алатка овозможува создавање на 3D модел каде може да се внесат прозорци, балконски врати и стаклени фасади. Може да се импортираат и 3D објекти од други програми. Исто така може да се подесат материјалите на површините, карактеристиките на околината, како и различни параметри за да се добијат прецизни предвидувања.



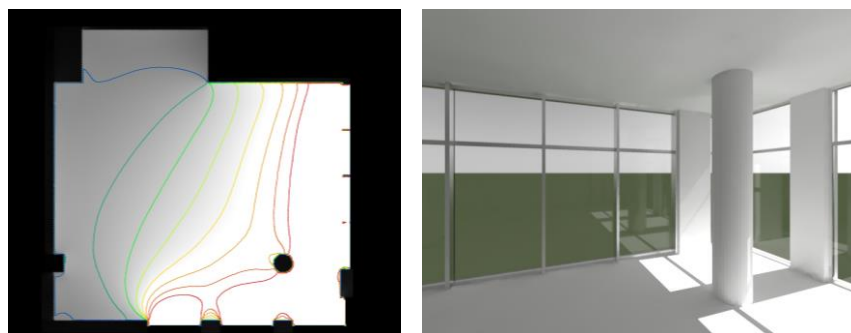
Слика 5.13: 2D и 3D модел на канцеларија моделиран во софтвер “AutoCAD”

Направена е анализа на една од канцелариите од административниот објект, која има стаклена фасада, при што канцеларијата најпрво е моделирана во 2D и 3D, со сите елементи: сидови, подови, плафони и застаклувања, во софтверот “AutoCAD” (Слика 5.13), а потоа тој модел е импортиран во софтверот “VELUX Daylight Visualizer 2”, за понатамошна анализа (Слика 5.14).



Слика 5.14: Модел на канцеларија во софтвер “VELUX Daylight Visualizer 2”

По импортирањето, моделот се подесува во соодветен размер и се нанесуваат материјалите на површините. Потоа се внесуваат координати за локацијата, како и точната ориентација на објектот. За Скопје, внесена е латитуда 41.99646 и лонгитуда 21.43141. Откако ќе се внесат сите податоци, се врши анализата, а резултатите се даваат во основа (Слика 5.15) или 3D изглед (Слика 5.16) со приказ на дневната светлина.



Слика 5.15 и 5.16: Основа и 3D на анализираната канцеларија со приказ на дневната светлина

Кај овој модел направена е анализа во различни временски периоди: во 04:00, 05:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 19:00 и 20:00 часот, за сите месеци од годината, одделно. Резултатите се прикажани во Табела 5.3.

Табела 5.3: Осветлување на канцеларијата во различни временски периоди

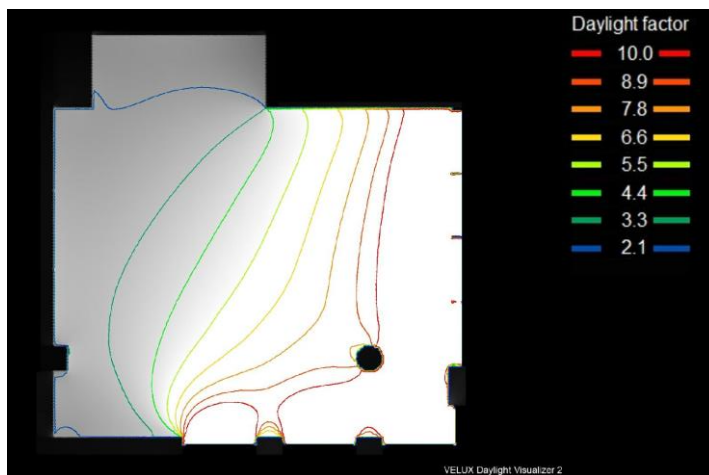
	04:00h	05:00h	06:00h	09:00h	12:00h	15:00h	18:00h	19:00h	20:00h
Јануари									
Февруари									
Март									
Април									
Мај									
Јуни									
Јули									
Август									
Септември									
Октомври									
Ноември									
Декември									

Застаклените делови од фасадата имаат источната и северната ориентација, па поради тоа канцеларијата е најдобро и најквалитетно осветлена во утринските часови, од изгрејсонце до 12:00 часот. Од 20:00 часот навечер до 04:00 часот наутро, канцеларијата е целосно темна во сите месеци од годината. Во 05:00 и 19:00 часот, канцеларијата е осветлена со природна дневна

светлина само во мај, јуни, јули и август, додека останатите месеци е темна. Притоа, квалитетот на светлината е подобар во 05:00 часот, отколку во 19:00 часот. Во јануари, февруари, март, октомври, декември и ноември, во канцеларијата нема природна дневна светлина во 06:00 часот наутро и во 18:00 часот попладне. Од анализата направена во 09:00, во 12:00 и во 15:00 часот, може да се заклучи дека во овие периоди има дневна светлина во сите месеци од годината. Сепак, во утринските часови, интензитетот на светлината е најголем.

Факторот на дневна светлина е еден од индикаторите кои ги користи програмот “VELUX Daylight Visualizer 2”, со цел да се согледа квалитетот на дневната светлина. Овој фактор претставува однос помеѓу количината на дневна светлина достапна во внарешноста (на висина на работна површина) и количината на светлина достапна во надворешниот простор и се изразува во проценти.

Овој фактор се користи за да се измери достапната дневна светлина во одредена просторија. Може да се даде за точно определен период или како просечна вредност. Колку е повисок процентот, толку е подобро дневното осветлување во просторот. Доколку факторот е помал од 2%, значи дека собата е темна и дека постојано ќе се користи електрична енергија за осветлување. Доколку факторот е поголем од 5%, најверојатно електрична енергија нема да се користи за осветлување преку ден. На Слика 5.17, дадена е анализа на факторот на дневна светлина за канцеларијата, која е предмет на анализа. Од сликата, може да се види дека факторот е над 5% во поголемиот дел од канцеларијата, особено во делот каде се наоѓаат бироата за работа, каде корисниците поминуваат најголем дел од времето, што значи дека нема да има потреба од дополнително осветлување на просторот преку ден. Факторот е понизок од 2% само во горниот дел, каде се наоѓа влезот во канцеларија, каде корисниците само минуваат, но не се задржуваат, ниту обавуваат некоја работа.



Слика 5.17: Просечна вредност на факторот на дневна светлина во анализираната канцеларија

5.3.3. Пресметување на пропустливост на воздух на стаклената фасада

Спречувањето на движењето на воздухот низ фасадната обвивка е од особено значење при проектирање на енергетски-ефикасни и одржливи објекти. Воздухот лесно може да премине низ фасадната обвивка или низ одредени нејзини делови, што претставува голем проблем посебно во зима бидејќи на тој начин се губи топлината. Доколку количеството на воздух кое „тече“ низ фасадата е мало, може да се толерира, бидејќи придонесува за доведување на доволно количество свеж воздух во внатрешниот простор. Дозволеното количество на воздух варира од една класа до друга. Доколку постои систем за вентилација, спречувањето на ваквото движење на воздухот мора да биде совршено. Особено треба да се внимава на движењето на воздухот низ застаклените делови. Во Табела 5.4 се дадени вредности за пропустливост на воздух при позитивен и негативен притисок од 50Pa (симулација на нормален ветер) и 100Pa (симулација на јак ветер), добиени по пат на тестирање на примерок од стаклена фасада – модел 3.

Табела 5.4: Вредности за пропустливост на воздух добиени со тестирање на примерок од стаклена фасада за позитивен и негативен притисок од 50 и 100Pa

		1во мерење						2ро мерење					
		Позитивен притисок		Негативен притисок		Просечна вредност		Позитивен притисок		Негативен притисок		Просечна вредност	
Номинален притисок во Pa		50	100	-50	-100	50	100	50	100	-50	-100	50	100
Постигнат реален притисок во Pa		50	100	-50	-100	50	100	50	100	-53	-100	52	100
Пропустливост на воздух m ³ /h		6.32	9.68	6.54	9.85	6.43	9.76	6.64	9.09	4.03	6.95	5.33	8.02
Пропустливост по должина на примерок	m ³ /(h/m)	0.51	0.78	0.52	0.79	0.52	0.78	0.53	0.73	0.32	0.56	0.43	0.64
Класа		3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Пропустливост по површина на примерок	m ³ /(h/m ²)	1.66	2.53	1.71	2.58	1.68	2.56	1.74	2.38	1.05	1.82	1.4	2.1
Класа		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

За да се направи анализа на стаклената фасада, се претпоставува дека сите други прозорци во просторијата се идеално запечатени и низ нив нема движење на воздух. Исто така фасадата е целосно херметички затворена и непропустлива. Единственото движење на воздухот настанува низ стаклената фасада која е предмет на анализа.

Површината на стаклената фасада е: $A = 4.9 * 2.85 = 13.965 \text{ m}^2$, додека должината на внатрешниот раб на носачите од фасадата изнесува 39.98m.

При нормален ветер со притисок од 50 Pa, стаклената фасада ќе пропушти:

- доколку се пресметува по површина: $13.965 * 1.54 = 21.51 \text{ m}^3/\text{h}$;
- доколку се пресметува по должина: $39.98 * 0.475 = 18.99 \text{ m}^3/\text{h}$.

Површината на канцеларискиот простор каде се поставува стаклената фасада е $A = 51.50 \text{ m}^2$, додека волуменот е $V = 146.80 \text{ m}^3$.

Тоа значи дека при нормален ветер со притисок од 50Pa, воздухот во канцеларискиот простор целосно ќе се промени за околу 7 часа и 15 минути. За еден час, само 14% од воздухот во канцеларијата ќе се променат.

За стаклена фасада класа 3 согласно EN 12207, за нормален ветер со притисок од 50 Pa, максималните вредности на пропуштен воздух се:

- доколку се пресметува по површина: $13.965 * 5.67 = 79.18 \text{ m}^3/\text{h}$;
- доколку се пресметува по должина: $39.98 * 1.42 = 56.77 \text{ m}^3/\text{h}$.

При нормален ветер со притисок од 50 Pa, воздухот во канцеларискиот простор целосно ќе се смени за околу 2 часа и 10 минути.

Во Табела 5.5, дадена е споредба на резултатите за пропустливоста на воздух во анализираната канцеларија за сите три модели на стаклена фасада, при нормален ветер со јачина од 50Pa. Најпрво е дадено количеството на воздух кое се пропушта низ фасадата за еден час. Најмало количество на воздух пропушта вториот модел на стаклена фасада, додека најголемо количество пропушта првиот модел.

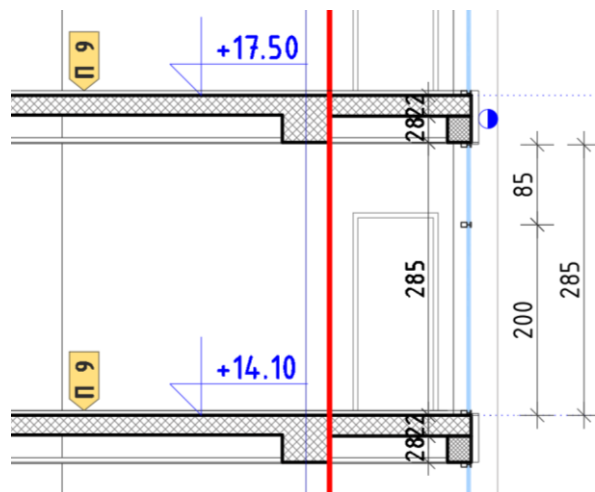
Табела 5.5: Споредба на резултатите за пропустливост на воздух во анализираната канцеларија за сите три модели, при нормален ветер со јачина од 50Pa

	1 МОДЕЛ	2 МОДЕЛ	3 МОДЕЛ
Пропуштен воздух низ стаклена фасада при воздушен притисок од 50Pa (m ³ /h)	31.15	7.58	20.25
Целосна промена на воздухот во канцеларијата во часови	4 часа и 43 минути	19 часа и 22 минути	7 часа и 15 минути
Количество на воздух кое ќе се промени во канцеларијата за еден час	21%	5%	14%

5.3.4. Пресметување на максималното катно поместување

Притоа, максималното релативно катно поместување на катовите за линеарно однесување на конструкцијата не смее да биде поголемо од $h_i/350$, каде h_i е височината на i -тиот кат во сантиметри (Службен Лист на СФРЈ бр. 31 [125]).

Височината на стаклената фасада изнесува 285 сантиметри, додека височината на катот каде истата е поставена изнесува 340 сантиметри. Ова е спратната висина на катовите од објектот (Слика 5.18).



Слика 5.18: Дел од пресек низ стаклена фасада

Максималното релативно катно поместување на катот на кој е поставена стаклената фасада, за линеарно однесување на конструкцијата, не смее да биде поголемо од $h/350$, односно $340/350 = 0.97$ сантиметри или 9.7 милиметри.

Максималните поместувања за овој тип на стаклена фасада, измерени со експериментални мерења изнесуваат 138 милиметри, што е 14 пати повеќе од дозволените поместувања за конструкцијата. Тоа значи дека при максимална хоризонтална сила, дозволена за конструкцијата на објектот, нема да се случи состојба на лом кај стаклената фасада предизвикана од деформации, попуштања на врските или пукање на стаклото.

5.3.5. Анализа на економската исплатливост

За испитуваната стаклена фасада со површина од 13.965m^2 , направена е анализа на цената на чинење. Цените за алуминиумските профили и стаклата се дадени од компанијата „Интер Ал-Пин“, која ги изведуваше испитуваните модели. Цените вклучуваат набавка, транспорт и монтажа на објект на целата стаклена фасада.

Од Табела 5.6 може да се види дека третиот модел со алуминиумски профили “Elvial” и трослојно стакло со премази, кој има речиси најдобри карактеристики, има најниска цена. Цената на стаклото кај овој модел е највисока и изнесува 45 €/m^2 , бидејќи трослојното стакло е најскапо, но цената на алуминиумските носачи – профили “Elvial” е пониска за 20% во споредба со другите два модели со алуминиумски профили “Raunaers” и “Schüco”.

Кај алуминиумските профили, цената зависи од производителот, нивниот квалитет, коефициентот на топлинска спроводливост, квалитетот на поврзувањето на поединечните делови, квалитетот на сите дополнителни делови и слично. Сите овие фактори индиректно влијаат врз комфорот на живеење, особено начинот на поврзување на поединечните елементи и коефициентот на топлинска спроводливост.

Од анализата на цената на стаклото, може да се види дека трослојното стакло со нискоемисиони премази и исполна со аргон е 1.5 пати поскапо од двослојното стакло со нискоемисиони премази и исполна со аргон и 1.8 пати поскапо од двослојното стакло без никакви

премази и исполна со воздух. Сепак, двослојното стакло дури и со премази и исполна со аргон има скоро два пати повисок коефициент на топлинска спроводливост, додека двослојното стакло без премази и исполна со воздух има 4.5 пати повисок коефициент на топлинска спроводливост, во споредба со трослојното стакло со премази и исполна со аргон.

Табела 5.6: Споредба на цената на чинење на различни типови на стаклени фасади

МОДЕЛ	Алуминиумски профили	Цена на профили (€/m ²)	Застаклување	Опис на стаклото	Површина на фасада	Цена на стакло (€/m ²)	Вкупна цена за профили (€)	Вкупна цена за стакло (€)	Вкупна цена за цела фасада (€)
МОДЕЛ 1	REYNAERS (Belgium)	180-240	Двојно	- PLANICLEAR 4mm - Меѓупростор: Воздух 16mm - PLANICLEAR 4mm	13.97	25.00	2932.65	349.13	3281.78
МОДЕЛ 2	SCHÜCO (Germany)	180-240	Двојно	- PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION - Меѓупростор: Аргон 90% 16mm - PLANICLEAR 4mm	13.97	30.00	2932.65	418.95	3351.60
МОДЕЛ 3	ELVIAL (Greece)	150-200	Тројно	- PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM 4S EVOLUTION - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN - Меѓупростор: Аргон 90% 14mm - PLANICLEAR 4mm со премаз PLANITHERM XN	13.97	45.00	2443.88	628.43	3072.30

Со користење на стаклена фасада со трослојно термоизолационо стакло, трошоците за греење во зима значително се намалуваат. Така на пример, за анализираната канцеларија со површина од 51.50m² и висина од 2.90m, потрошувачката на енергија за затоплување за цела грејна сезона би била околу 10000 KWh, доколку се користи обично двослојно стакло без премази и исполна со воздух кај стаклената фасада. Оваа потрошувачка на енергија е пресметана приближно, преку неколку “on-line” калкулатори³ и притоа претставува ориентациона приближна пресметка за просечни надворешни температури, при што грејната сезона е пресметана за 5 месеци по 8 часа во денот. Доколку кај стаклената фасада се користи двослојно стакло со премази и исполна со аргон, потрошувачката би се намалила за околу 8000 KWh, односно 20%. Доколку пак се користи трослојно стакло со премази и исполна со аргон, потрошувачката би се намалила за околу 7000 KWh, односно 30% за оваа анализирана канцеларија. Тоа значи дека за една сезона би се заштедиле околу 200 евра на трошоци за греење, доколку се користи трослојно стакло со премази и исполна со аргон. За оваа конкретна стаклена фасада со површина од 13.965m², инвестицијата во трослојно стакло би се вратила за околу година ипол, само преку заштеда на енергија за греење.

³ <https://www.dimplex.co.uk/room-heating-calculator> (accessed 27th of March 2019)
<https://www.chromalox.com/resources-and-support/calculators/comfort-heater> (accessed 27th of March 2019)
<http://joki.com.mk/gr/> (accessed 27th of March 2019)
<http://www.seso.com.mk/pages/greene/raquo-kotli/kalkulator-za-greene.php> (accessed 27th of March 2019)

5.4. Заклучоци

Во оваа глава предмет на анализа е веќе испроектиран објект со намена хотел и администрација, кој се наоѓа во општина Карпош, на ул. „Букурешка“ бр. 16 во градот Скопје, со цел да се применат резултатите добиени со ова истражување. Објектот има спратност од приземје и пет ката, со тоа што на приземје се јавуваат двете намени, на први и втори кат генерално се застапени површини од хотелот, додека на трети, четврти и петти кат, генерално има административни површини. Петтата фасада е рамна тераса со зеленило и простор за седење и релаксација. Конструктивниот систем на објектот е армирано бетонски скелетен систем. Фасадата е различна во различни делови, дел е демит фасада, дел е фасада со специјални фасадни плочи “thermstone“ (имитација на камен) на метална подконструкција исполнета со термоизолација, додека на дел има и стаклена фасада. Овој објект е погоден за согледување на добиените резултати, пред сè, поради административната намена која е најзастапена, а потоа и заради застаклениот дел од фасадната површина.

Стаклената фасада предвидена со проектот, беше заменета со нова стаклена фасада, која има подобрени карактеристики според направените тестирања во оваа докторска дисертација. Искористен беше третиот модел со алуминиумски профили “Elvial” и трослојно стакло со нискоемисиони премази и исполна со агрон, кој има речиси најдобри резултати при тестирањето од двата експерименти. Оваа стаклена фасада е димензионирана според главните товари на кои истата е изложена: ветер и тежина од стаклото. Поединечно се димензионирани вертикалните и хоризонталните алуминиумски носачи – профили и дебелината на трослојното термоизолационо стакло.

Направена е анализа на коефициентот на топлинска спроводливост на оваа фасада. Вкупниот коефициент на топлинска спроводливост за целата фасада зависи од поединечните коефициенти на профилите и стаклото, како и од површината на фасадата и изнесува $0.98 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Според табела П4-2 од Правилникот за енергетски карактеристики на згради (Службен весник на Р. Македонија бр. 94 [130]), дозволеният коефициент на топлинска спроводливост на прозорци и балконски врати со метални рамки со двослојно или трослојно застаклување со исполна од воздух или благодорен гас, со или без нискоемисионен премаз изнесува максимум $2.0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, додека за висечки стаклени фасади изнесува $1.9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Оттука, добиениот коефициент е скоро два пати понизок од дозволеният максимален коефициент. Тоа дополнително ќе го подобри топлинскиот комфор во внатрешноста на објектот.

Покрај анализата на коефициентот на топлинска спроводливост, направена е и анализа на искористување на дневната светлина, која според анкетата спроведена во рамките на оваа дисертација, опишана во делот 4.2., е најважниот аспект кој најмногу влијае врз удобноста на живеењето. Користена е софтверска алатка “VELUX Daylight Visualizer 2”, која е наменета за анализа на дневната светлина во објектите. Искористувањето на дневната светлина најмногу зависи од големината на застаклената површина и нејзината ориентација. Притоа, светлината може и негативно да влијае во случаи кога се создава одблесок, кој ја попречува работата на корисниците на објектите. Во тој случај треба да се обезбедат соодветни уреди за заштита од сонце.

Исто така, анализирана е и пропустливоста на воздухот при нормален ветер со јачина од 50 Pa . Кај оваа анализа, како и кај анализата за водонепропустливост и отпорност на товари од ветер, најважен е начинот на изведба на споевите помеѓу вертикалните и хоризонталните алуминиумски носачи - профили и на споевите помеѓу профилите и стаклото кај стаклените фасади. Овие места, односно врски се најкритични и таму се јавува попуштање кога стаклената фасада се испитува под дејство на ветер или дожд. Ова влијае на одржливоста и енергетската ефикасност на објектите. Со попуштање на поголемо количество на воздух, доаѓа до топлински загуби во внатрешните простории, а со тоа и наголемување на трошоците за греење и ладење. Тоа исто така, се намалува и звучната изолација на стаклената фасада, па се нарушува

акустичниот комфор. Од друга страна, пропустливоста на воздух може да биде и позитивна појава заради овозможување на природна вентилација и доведување на свеж воздух во просториите.

Од анализата на максималното релативно катно поместување на катот, може да се заклучи дека максималните поместувања за овој тип на стаклена фасада се 14 пати поголеми од дозволените поместувања за конструкцијата. Тоа значи дека при максимална хоризонтална сила, дозволена за конструкцијата на објектот, нема да се случи состојба на лом кај стаклената фасада предизвикана од деформации, попуштања на врските или пукање на стаклото.

Економската анализа укажува дека разликата меѓу цената на алуминиумските профили варира за околу 20% во зависност од производителот. Во Македонија, најмногу се користат алуминиумски профили од производителот “Elvial” кои имаат малку пониски цени, но добри карактеристики. Од друга страна, стаклото со најдобри перформанси, кое овозможува најдобра термоизолација е за околу 30-45% проценти поскапо од другите видови на стакла, но затоа пак има 2 до 4 пати понизок коефициент на топлинска спроводливост. Тоа значи дека со користење на трослојно термоизолационо стакло со нискоемисиони премази и исполна со аргон, трошоците за греење во зима значително се намалуваат за 20-30%, во зависност од површината и ориентацијата на застаклениот дел од фасадната површина. Ивестицијата во ова стакло би се вратила за околу една до две години, само преку заштеда на енергија за греење.

6. Генерални сознанија добиени од истражувањата во дисертацијата

6.1. Сознанија добиени од преглед на состојбата во нашата земја и од преглед на достигнувањата во научната дисциплина поврзани со предметот на истражување

Во контекст на имплементирање на новите пристапи за проектирање на објектите, во нашата земја во последните години се забележува интерес за енергетски-ефикасно проектирање, што подразбира ефикасно користење на енергијата, односно создавање рамнотежа меѓу потрошувачката, создавањето и складирањето на енергијата. Застаклената фасадна површина има значајна улога во енергетската ефикасност на објектите, бидејќи низ неа се случуваат најголемите енергетски текови во објектот.

Покрај енергетската ефикасност, одржливоста е тема, која е особено актуелна во последните години, пред сè поради неопходноста за зачувување и спасување на нашата планета, а истовремено задоволување на сите потреби на сите генерации, сегашни и идни. Влијанието на стаклените фасади врз одржливоста може да се анализира на повеќе нивоа и од повеќе аспекти и истото може да биде и позитивно и негативно. Особено е битно да се истакне позитивното влијание на застаклените површини на објектите врз биофилискиот начин на проектирање, каде стаклото може да даде значаен придонес, бидејќи е уникатен материјал кој со својата транспарентност нуди визуелна базична конекција помеѓу човекот и природата. Исто така, стаклените фасади имаат големо и генерално позитивно влијание врз различните аспекти на комфорот: топлинска удобност, дневно осветлување, природна вентилација, акустична удобност, безбедност и превенција од ризик, функционалност и естетика, преку користење на топлината од сончевото зрачење и намалување на трошоците за греење, користење на дневната светлина и намалување на трошоците за електрично осветлување, пропустливост на воздух и природна вентилација, звучна изолација, подобрување на функцијата на објектите и придонесување за убав естетски изглед. Со правилна употреба на уредите за заштита од сонце, негативните ефекти на стаклените фасади врз внатрешниот комфор во објектите, може скоро целосно да се избегнат. Во продолжение, неопходно е да се спомене и влијанието на стаклото и стаклените фасади врз циркуларната економија (“circular economy”), која наспроти застарената линеарна економија, станува сè поактуелна, особено со примената на одржливиот начин на проектирање. Стаклото, пред сè, претставува материјал кој може да се рециклира, а во процесот на прозиводство не создава отпад, туку сите делови кои остануваат, може повторно да се употребат. Ова заедно со намалувањето на трошоците за греење и за вештачко осветлување, прави застаклените фасадни површини позитивно да влијаат врз циркуларната економија.

6.2. Сознанија добиени од анализа на материјалите

Со развојот на науката, техниката и технологијата, производството на стакло еволуирало на многу начини. Денес постојат најразлични видови на стакла, но кај стаклените фасади, особено во Македонија, најчесто се користи термоизолационо стакло, иако и употребата на ламинирано стакло е сè поголема, особено во објекти каде се бара поголема безбедност за корисниците. Термоизолационото стакло е композиција составена од две или три стакла, при што просторот помеѓу стаклата е исполнет со воздух или друг гас, најчесто аргон, со цел да се намали преносот на топлина низ обвивката на објектот. Термоизолационото стакло, со исполна од аргон и нискоемисиони премази, ги задоволува барањата за енергетска ефикасност, па заради тоа наоѓа широка примена кај стаклените фасади.

При димензионирањето на термоизолационото стакло, се земаат предвид: надворешни товари (ветер, снег, термички, постојани и корисни товари), внатрешни товари (температурни разлики, притисок од метеролошки промени и внатрешен притисок), димензиите и дебелината на стаклата и просторот помеѓу нив. Стаклата се димензионираат според збирот од товарите кои дејствуваат во ист правец за секое стакло поединечно.

Во нашата земја не постои погон за производство на стакло, па заради тоа, стаклото се увезува од надвор. Нашите компании кои се бават со производство и монтажа на стаклени фасади, најчесто располагаат со погон за производство на термоизолационо стакло, така што кога обичното „float“ стакло ќе се достави од страна на производителот, тоа подлежи на понатамошен процес на сечење, миење, проверка, контрола, поврзување, поставување на дистанцер, исполна со воздух или аргон и запечатување.

Носачите на стаклените фасади можат да бидат од различни материјали, но во Македонија најчесто се користат алуминиумски носачи, односно профили со кутијаста форма, заради убавиот естетски изглед. Вертикалните алуминиумски профили се прицврстуваат за примарната конструкција на објектот, која може да биде од различни материјали, најчесто армиран бетон или челик, додека хоризонталните профили се прицврстуваат за вертикалните профили. Оваа врска, треба да се изведе перфектно, бидејќи е клучна за квалитетот на фасадата. Спојувањето не се врши во погон, туку на објект, директно на местото каде се поставува стаклената фасада, па оттука треба да се обрне посебно внимание на процесот на монтажа.

Испитувањата за издржливоста на стаклените фасади се базираат на правилото дека максималното дозволено поместување под дејство на товари не смее да го надмине дозволеното поместување одредено со пропишани стандарди. Главните товари на кои е изложена стаклената фасада се товарите од ветер и тежината од стаклото, при што вертикалните профили се изложени на товари од ветер, додека хоризонталните профили се изложени на товари од ветер и товари од тежината на стаклото. Широчината на профилите е иста, од естески причини, односно складен фасаден изглед, но должината зависи од распонот кој го совладуваат профилите, растојанието меѓу нив и товарите кои фасадата треба да ги прими. Најбитно од сите натоварувања е натоварувањето од ветер, кое зависи од повеќе фактори, меѓу кои надморската висина, локацијата и висината на објектот. Ова натоварување од ветер е различно за секоја локација.

6.3. Сознанија добиени преку различните методи на истражување

Од анализата на административните објекти во Македонија, може да се согледа дека застаклувањето опфаќа доста голем дел од фасадната површина, односно дури 44% од целата фасада на сите анализирани објекти, со што се потврдува хипотезата дека интересот за стаклени фасади е навистина голем. Сепак, може да се заклучи една тенденција на застаклување која е во корелација со ориентацијата на објектот кон главната сообраќајница. Па така, најголемата застаклена површина на објектите најчесто се јавува на фасадата која е ориентирана кон главната улица, од каде најчесто е и пристапот до објектот, како најатрактивна фасада и фасада која е во фокусот на минувачите. Проектантите и инвеститорите обрнуваат големо внимание на естетскиот фактор, сметајќи дека на тој начин би привлечле повеќе потрошувачи, особено кога станува збор за деловни објекти. На задните фасади најчесто не се обрнува толку внимание, па на нив обично нема големи стаклени фасадни површини, туку само прозорци заради функционалност на просториите. Овој начин на проектирање, иако естетски е оправдан, бидејќи и убавината е многу важен аспект на одржливоста, би требало да се усогласи со функционалноста, односно застаклените делови да се поставуваат согласно барањата на внатрешните простории.

Понатаму, спроведената анкета за собирање на податоци од над 60 испитаници, преку користење на прашалник, покажува дека постои позитивна перцепција во поглед на употребата на стаклени фасади во зградите во Македонија, особено во административните згради. Оттука, најважниот аспект кој најмногу влијае врз удобноста на живеењето и работењето, според мислењето на испитаниците е дневната светлина, која наједноставно може да се обезбеди со користење на стакло како транспарентен материјал во фасадните обвивки на зградите. Искористувањето на дневната светлина најмногу зависи од големината на застаклената површина и нејзината ориентација. Исто така, големо влијание имаат и премазите на стаклата

кои може да ги одбиваат сончевите зраци и да го намалат количеството на дневна светлина. Притоа, светлината може да има и негативно влијание, во случаи кога се создава одблесок, кој ја попречува работата на корисниците на објектите. Во тој случај треба да се обезбедат соодветни уреди за заштита од сонце. Во таа насока, најголем дел од испитаниците во анкетата исто така се согласуваат дека комфорот во објектите со големи стаклени фасадни површини, не може да се постигне без користење на уреди за заштита од сонце. Како најдобро решение за сончева заштита испитаниците ги издвојуваат вегетацијата и надворешните подвижни уреди за засенчување, кои можат да се поместуваат во зависност од аголот под кој паѓаат сончевите зраци. Од анализата на административните објекти, може да се согледа дека на овој сегмент во последно време се обрнува големо внимание уште во раната фаза од проектот, односно во процесот на проектирање. Употребата на уредите за заштита од сонце значително се зголемила во последните 3 години, во споредба со периодот од 2000 до 2004та година, кога процентот на објекти без никаква заштита од сонце бил најголем. Тоа укажува дека свесноста за заштита од сончевото зрачење кај архитектите, инвеститорите и корисниците се зголемила и дека се следат модерните трендови за енергетска ефикасност, удобност, односно комфор и одржливост на живеење, особено во административните згради со фасади од конструктивно стакло.

Според спроведената анкета, административните објекти се најпогодни за примена на стаклена фасада, која дури може да го подобри животниот комфор во внатрешноста, како и продуктивноста на корисниците. Ова е потврдено и од бројните студии за биофилиски дизајн. Притоа, најважниот фактор за постигнување удобност во објектите со стаклена фасада, според испитаниците, се карактеристиките на самото стакло, неговиот состав, исполната помеѓу стаклата, користењето на квалитетни премази, употребата на квалитетни дистанцери и материјали за запечатување на рабовите. Особено е битен начинот на кој се произведува термоизолационото стакло, односно начинот на кој се врши спојување на стаклата. Сепак, од спроведените истражувања, а особено од експериментите може да се заклучи дека различни елементи од стаклената фасада, влијаат на различни аспекти од одржливоста, енергетската ефикасност и комфорот на живеење. Така на пример, типот на стаклото, неговиот квалитет, карактеристики, бројот на стакла во застаклувањето, присуството на премази и типот на исполна помеѓу стаклата, имаат големо влијание врз топлинскиот комфор и термоизолационите карактеристики на самата фасада, но нивното влијание врз пропустливоста на воздух, вода и оптоварување од ветер, генерално е незначително. Типот на алуминиумски профили, производството, нивниот квалитет, карактеристики и цена, исто така не се пресудни во одредување на однесувањето на стаклените фасади кога е во прашање пропустливоста на воздух, вода и отпорноста од ветер.

Она што е важно да се посочи е дека кај стаклените фасади најголемо влијание има начинот на изведба на споевите помеѓу вертикалните и хоризонталните алуминиумски носачи - профили и на споевите помеѓу профилите и стаклото. Овие места, односно врски се најкритични и таму се јавува попуштање кога стаклената фасада се испитува под симулирано дејство на ветер и дожд. Доколку овие поврзувања не се изведат правилно, пропустливоста на воздух ќе биде поголема, а при дејство на дожд може да се јави капење и протекување. Ова влијае на одржливоста и енергетската ефикасност на објектите. Со пропуштање на поголемо количество на воздух, доаѓа до топлински загуби во внатрешните простории, односно нарушување на топлинскиот комфор, а со тоа и наголемување на трошоците за греење и ладење. Тоа исто така, ја намалува и звучната изолација на стаклената фасада, па го нарушува акустичниот комфор. Од друга страна, пропустливоста на воздух може да биде и позитивна појава заради овозможување на природна вентилација и доведување на свеж воздух во просториите, што е исто така значаен аспект во одржливоста и удобноста. Капењето и протекувањето низ стаклените фасади е негативна појава, која никако не смее да се дозволи, бидејќи ја нарушува внатрешната клима во просториите, го зголемува количеството на влага, придонесува за појава на мувла и оштетување на внатрешните површини, а при поголеми количини вода, настанува и многу поголема штета.

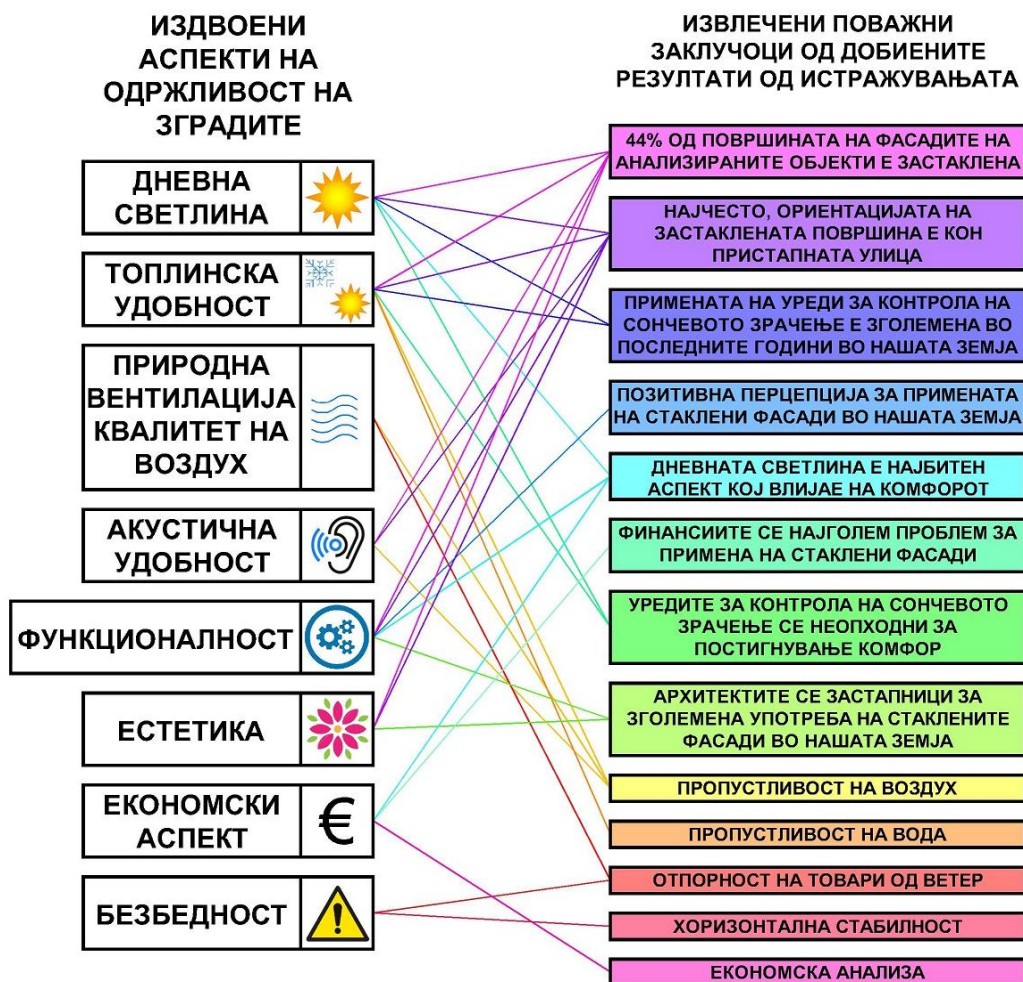
Со цел да се задоволат топлинскиот и акустичниот комфор, како и природната вентилација, неопходно е да се посвети внимание на начинот на изведба на стаклената фасада и поврзувањето на нејзините поединечни делови. Ова се прави на лице место на градилиште, односно на самиот објект во градба, а не во погонот за производство, каде се произведуваат само поединечните елементи од фасадата. Притоа, на градилиштето се носат посебно стаклата и посебно алуминиумските профили, кои се обработени во погонот, па на лице место вертикалните профили се прицврстуваат за примарната конструкција на објектот, а потоа тие се поврзуваат со хоризонталните профили и се монтира стаклото. Затоа е важно секоја компанија, која се бави со производство и монтажа на стаклени фасади, да обрне внимание на начинот на монтирање, како и на стручните лица кои ги изведуваат поврзувањата на стаклото и профилите. Исто така, неопходно е да се прави испитување на секој различен модел на стаклена фасада што се вградува во објектите.

Кога се анализира влијанието врз одредени аспекти на одржливост, неопходно е да се проучи и безбедноста на корисниците, како и превенцијата од ризик, особено кај стаклените фасади. Стаклото се доживува како ризичен материјал, поради неговата кршливост и разделување на ситни остри парчиња и покрај тоа фактот што со модерниот развој, пронајдени се стакла кои овозможуваат голема безбедност, како на пример ламинираното стакло. Поради таа перцепција која постои во психолошката свест на корисниците, добро е да се има сознанија за хоризонталната стабилност на застаклените површини, особено за нашата земја. Од изведените експерименти, може да се заклучи дека распонот помеѓу вертикалните алуминиумски носачи, односно профили кај стаклената фасада влијае врз нејзиното однесување под дејство на хоризонтална сила. Колку се помали распоните помеѓу вертикалните алуминиумски носачи кај стаклената фасада, толку помало нагмечување се јавува, што ја подобрува носивоста на фасадата под дејство на хоризонтална сила. Зголемувањето на распоните, ги намалува максималните сили и поместувања кои стаклената фасада би можела да ги издржи. Типот на стаклото, бројот на стакла во термоизолациониот пакет, како и неговата дебелина дополнително влијаат врз стабилноста на фасадата. Доколку елементот има стакло со поголема дебелина, на пример трослојно стакло, неговата крутост е поголема. Влијание има и дебелината на поединечните стакла во термоизолациониот пакет. Денес се произведуваат стакла со дебелина и до 25мм, меѓутоа поголема дебелина, значи и поголема тежина. Оттука може да се заклучи дека трослојното застаклување, не само што ја подобрува термичката и звучната изолација на објектот, туку истовремено допринесува за поголема стабилност на фасадата. Димензиите на алуминиумските носачи – профили кои се димензионираат согласно товарите и распоните, немаат големо влијание врз стабилноста на фасадата под дејство на хоризонтална сила во рамнина. Максималните поместувања добиени кај сите три модели, при експериментот и софтверската симулација се поголеми од дозволените поместувања при максимални хоризонтални влијанија на рамовски систем во конструкторството. Тоа значи дека моделите можат да издржат многу поголеми поместувања пред да дојде до гранична состојба како појава на зглоб, максимално поместување на рамката или кршење на стаклото, отколку поместувањата дозволени за конструкцијата, согласно македонските прописи. Начинот на деформирање на носечките профили при изведба на експериментот кај сите три модели беше различен, така што не може да се утврди некаква посебна шема на деформации. Пукнатини се јавија речиси на сите внатрешни стакла. Притоа, на внатрешните стакла имаше многу повеќе пукнатини, отколку на надворешните, што треба да се земе предвид при проценка на безбедноста. Кај објекти каде безбедноста е многу значајна, користењето на ламинирано стакло особено од внатрешната страна е неопходно. Најизложени на кршење може да се посочат стаклата кои се најблиску до уредот за нанесување на сила.

И покрај тоа што стаклените фасади имаат низа позитивни карактеристики и влијаат за подобрување на голем број аспекти на одржливоста, постојат одредени пречки и проблеми, поради кои се спречува нивната употреба во објектите, особено во Македонија. Како главен

проблем за неуспехот при постигнување на комфор во зградите во Македонија беа дадени финансиите, според мислењето на испитаниците во анкетата, бидејќи високо-квалитетните материјали и технологии, кои придонесуваат за поубава внатрешна клима во објектите, најчесто чинат повеќе, а потребен е и стручен кадар за нивна имплементација во објектите. Поради тоа, направена е економската анализа на стаклените фасади. Од оваа анализа, најпрво може да се согледа дека разликата меѓу цената на алуминиумските профили варира за околу 20% во зависност од производителот. Во Македонија, најмногу се користат алуминиумски профили од производителот “Elvial” кои имаат малку пониски цени, но добри карактеристики. Од друга страна, стаклото со најдобри перформанси, кое овозможува најдобра термоизолација, од типовите на стакла кои најчесто се користат во Македонија, е за околу 30-45% проценти поскапо од другите видови на стакла, но затоа пак има 2 до 4 пати понизок коефициент на топлинска спроводливост. Тоа значи дека со користење на трослојно термозолационо стакло со нискоемисиони премази и исполна со аргон, трошоците за греење во зима значително се намалуваат за 20-30%, во зависност од површината и ориентацијата на застаклениот дел од фасадната површина. Ивестицијата во ова стакло би се вратила за околу една до две години, само преку заштеда на енергија за греење.

Важно е да се спомене дека присуството на стаклените фасади исто така ја подобрува функционалноста на внатрешните простории, но и естетиката на самиот објект. Стаклото се доживува како софистициран, нежен, впечатлив, вонвременски и транспарентен материјал, а со тоа дава чувство на убавина и перфекција. Стаклото ги соединува двете дијаметрално спротивни карактеристики: од една страна дава ладен и сериозен изглед, вреден за восхит, но од друга страна нуди топлина, пријатно чувство и врска меѓу внатрешноста и надворешноста. Речиси сите луѓе го доживаат стаклото како маркантен материјал, вреден за восхит.



Слика 6.1: Графички приказ на извлечените заклучоци

Сепак, генерално може да се заклучи дека постои недостаток во познавањето на принципите за користење на стаклени фасади, особено во објектите во Македонија. Резултатите покажуваат дека градежните компании се водечки извор на информации за архитектите, но исто така тие имаат потреба од повеќе технички информации за подобро разбирање на застакувањето. Доколку сите потребни информации се достапни за правилно проектирање и димензионирање, ориентација, потребни карактеристики на стаклото (тип на стакло, премази, користење на исполна од благородни гасови) и профилите (тип на профили, производител, составни делови), начинот на поврзување меѓу профилите и меѓу стаклото и профилите, како и користење на уреди за сончева контрола, стаклените фасади може да имаат големо позитивно влијание врз енергетската ефикасност, одржливоста, биофилискиот дизајн, ресторативниот еколошки дизајн, комфорот на живеење, како и економската исплатливост на самиот објект, каде истите се применуваат.

6.4. Препораки за инженери, проектанти, законска регулатива, стандарди и прописи

Од изнесените заклучоци, може да произлезе препорака за Комората на овластени архитекти и инженери и воедно за сите инженери - членови на Комората. Архитектите, како носители на проектите, би можеле да бидат добри застапници за зголемена употреба на стаклените фасади во нашата земја, но неопходно е да се направи напор за зголемување на нивното знаење и информираност. Притоа, неопходен е холистички, интерактивен и мултидисциплинарен пристап при проектирањето на фасади од конструктивно стакло, односно соединување на интересите на архитектите со сите останати инженери, технолозите и производителите на стакло и стаклени фасади, инвеститорите итн. Заедничките тимски проекти и обуки се од витално значење, со цел да се промовира тимска работа, соработка помеѓу претставници од производството, архитекти, градежни инженери, градители и здруженија за домување, за подобро разбирање на техничкиот и деловниот потенцијал на стаклото како градежен материјал. За да се стекне поголемо познавање на стаклото како материјал и стаклените фасадни технологии, во овој регион, треба да биде вклучена група стручни лица од различни професии, вклучувајќи ги и изведувачите и градежните инженери. Особено е важно да се воспостави комуникација помеѓу сите учесници во сите фази од процесот. Најпрво да се оствари комуникација помеѓу проектантите и производителите на стаклени фасади, со цел да се согледаат предностите и недостатоците уште во раната фаза на проектирање. Понатаму, треба да се обрне многу поголемо внимание на изведбата, каде клучна улога имаат монтерите и надзорните инженери, бидејќи начинот на изведба влијае на голем број аспекти од одржливоста. Покрај тоа, потребни се информации за заштита и контрола на сончевото зрачење преку поставување на уреди за засенчување, при користење на различни стаклени фасадни системи, бидејќи само на тој начин може да се градат објекти кои ќе придонесат за поздрава и одржлива изградена средина. На крајот, од особено значење е и комуникацијата со корисниците на објектите со цел да се согледаат предностите и недостатоците на стаклените обвивки при употреба и користење на објектите. Во таа насока може да се движат и понатамошните истражувања кои би навлегле во испитување на перцепцијата на корисниците во веќе изведени објекти со стаклена фасада. Архитектите треба да се добро информирани, со цел да ги сумираат и пренесат своите знаења на инвеститорите и на некој начин да ги убедат дека со правилна инвестиција, квалитет, контрола на изведба и правилно користење, може максимално да се искористат предностите кои стаклените фасади ги нудат.

Препорака за градежните компании кои се занимаваат со производство и монтажа на стаклени фасади е да обрнат внимание не само на процесот на производство, кој е многу полесен за контролирање бидејќи се одвива во затворен погон во точно определени услови, туку и на процесот на монтажа. Овој процес е малку посложен бидејќи се работи на градилиште, на објект во градба, при различни надворешни услови. Стручните лица кои ги монтираат фасадите, треба да се добро обучени и спремни. Добро е повремено да се прават проверки на фасадите од

конструктивно стакло преку тестирања во специјализирани лаборатории, со цел да се види квалитетот на нивната изведба.

Оттука може да се согледа и дел од основата за унапредување на европските и националните стандарди во областа на примена на конструктивното стакло во градежништвото. Ова особено е важно со цел да се направат промени во законската и подзаконската регулатива од страна на соодветните Министерства и овластените тела за стандардизација во нашата земја. Експерименталните проверки во контролирани лабораториски услови, кои симулираат реални услови на изведен објект, би требало да станат задолжителна обврска на сите градежни компании кои се занимаваат со производство и монтажа на стаклени фасади, за секој различен тип на стаклена фасада. Сите добиени резултати би требало да му бидат доставени на надзорниот инженер, за да може да изврши соодветна контрола, особено во процесот на монтажа. Исто така, добро би било да се провери хоризонталната стабилност на секој тип на стаклена фасада кој се употребува, барем со користење на софтверски пакет и да се утврди дека максималните поместувања на стаклената фасада до состојба на лом, под дејство на хоризонтална сила, не смеат да бидат поголеми од оние на главната носива конструкција, особено во нашата земја, која е изложена и на сеизмички дејства. Ова може да се прави при процесот на проектирање во фазата „Градежни конструкции“ од Основниот Проект, кој се поднесува за да се добие Одобрение за градење, кај објекти во кои има стаклена фасада. Притоа, може софтверски да се пресметаат максималните поместувања на примарната конструкција на проектираниот објект и максималните поместувања на стаклената фасада и истите да се споредат, односно да се утврди дека максималните поместувања на стаклената фасада се помали од дозволените поместувања на главната носива конструкција. На тој начин, уште во фазата на проектирање се зголемува безбедноста на корисниците на објектите.

Проверувањето на стабилноста на стаклените фасади, како основа за безбедност и превенција од ризик, како и нивната отпорност на надворешни влијанија со цел обезбедување на внатрешен комфор, може да послужи како база за развој на европските стандарди за примена на фасади од конструктивно стакло. Како резултат на тоа, може да произлезат бројни интернационални проекти и соработка помеѓу повеќе европски земји.

7. Заклучоци

Од целокупното истражување, може да се извлечат следните главни заклучоци:

1. Интересот за користење на стаклени фасади во Македонија е во постојан пораст, особено кај административните објекти, каде над 40% од фасадната површина е застаклена;
2. Застаклената фасадна површина кај објектите во Македонија, генерално е ориентирана кон главната улица, од каде најчесто е и пристапот до објектот, како најатрактивна фасада и фасада која е во фокусот на минувачите, додека аспектите на одржливост и комфор немаат значително влијание врз истата;
3. Генерално постои позитивна перцепција во поглед на употребата на стаклени фасади во зградите во Македонија, особено во административните згради; Притоа, архитектите, како носители на проектите, би можеле да бидат добри застапници за зголемена употреба на стаклените фасади во нашата земја, но неопходно е да се направи напор за зголемување на нивното знаење и информираност;
4. Примената на уреди за контрола и заштита од сончево зрачење е неопходна за постигнување на комфор во објектите со стаклени фасади и истата е зголемена во последните неколку години во нашата земја, што укажува на фактот дека се следат современите трендови за одржливост и енергетска ефикасност;
5. Дневната светлина е еден од најважните аспекти за постигнување комфор во објектите, а нејзиното искористување најмногу зависи од големината на застаклената површина и нејзината ориентација;

6. Главен проблем за неуспехот при постигнување на комфор при примена на застаклени фасадни површини, пред сè претставуваат финансиите;

7. Различни елементи од стаклената фасада, влијаат на различни аспекти од одржливоста, енергетската ефикасност и комфорот на живеење:

- типот на стаклото, неговиот квалитет, карактеристики, бројот на стакла во застаклувањето, присуството на премази и типот на исполна помеѓу стаклата, имаат големо влијание врз топлинскиот и звучниот комфор, односно врз термоизолационите карактеристики на самата фасада;
- начинот на изведба на споевите помеѓу вертикалните и хоризонталните алуминиумски носачи - профили и на споевите помеѓу профилите и стаклото има влијание врз пропустливоста на воздух и вода, што понатаму влијае на топлинскиот и акустичниот комфор;
- распоните помеѓу вертикалните алуминиумски носачи кај стаклената фасада, како и дебелината на застаклувањето има влијание врз хоризонталната стабилност на стаклените фасади, што се одразува врз безбедноста и превенцијата од ризик;

8. Од особена важност е секоја компанија, која се бави со производство и монтажа на стаклени фасади, да обрне внимание на начинот на монтирање на фасадата, начинот на поврзување на поединечните елементи, како и на стручните лица кои ги изведуваат поврзувањата на стаклото и профилите;

9. Испитуваните модели можат да издржат многу поголеми поместувања пред да дојде до гранична состојба како појава на зглоб, максимално поместување на рамката или кршење на стаклото, отколку поместувањата дозволени за конструкцијата, согласно македонските прописи;

10. При нанесување на хоризонтална сила кај стаклените фасади, се јавуваат пукнатини на внатрешните стакла многу повеќе отколку на надворешните, што треба да се земе предвид при проценка на безбедноста; Кај објекти каде безбедноста е многу значајна, користењето на ламинирано стакло особено од внатрешната страна е неопходно; Најизложени на кршење може да се посочат стаклата кои се најблиску до местото каде дејствува силата;

11. Од економската анализа може да се заклучи дека со користење на трослојно термоизолационо стакло со нискоемисиони премази и исполна со аргон, трошоците за греење во зима значително се намалуваат за 20-30%, во зависност од површината и ориентацијата на застаклениот дел од фасадната површина; Ивестицијата во ова стакло би се вратила за околу една до две години, само преку заштеда на енергија за греење.

8. Препораки за понатамошни истражувања

Постојат повеќе можности за понатамошни истражувања на стаклените фасади, како и нивното влијание врз одржливоста, енергетската ефикасност и комфорот на живеење во објектите, кои произлегуваат од работата на оваа докторска дисертација:

- Анализа на застаклените транспарентни површини на објекти со други намени, покрај административната, која е дел од ова истражување, како на пример: резиденцијални, индустриски и друг тип на објекти, со цел да се направи споредба на примената на стаклените фасади кај објекти со различни намени;
- Анализа на влијанието на стаклените фасади врз одредени аспекти на комфорот на живеење преку истражување на мислењето и искуството на корисниците на објектите, кои се директно изложени на ова влијание. На тој начин, би можело да се дополни и прошири истражувањето на перцепцијата на архитектите на оваа тема, направено преку онлајн анкета;
- Понатамошни експериментални испитувања за пропустливоста на воздух, вода и натоварување од ветер, како и софтверски и експериментални испитувања за стабилноста на други типови на стаклени фасади како на пример: стаклени фасади со кабелски,

решеткасти или стаклени носачи, мрежеста конструкција, поврзување со користење на други видови елементи: конструктивни лепила, „спајдер“ – системи и слично;

- Проучување и истражување на останатите аспекти на одржливоста на зградите, како и влијанието на стаклото и стаклените фасади врз нив;
- Проучување на други фасадни системи и технологии и нивно влијание врз внатрешните услови во објектите.

Човековата перцепција за примена на стаклото, стаклените фасади и конструктивните елементи од стакло, веројатно прави да бидеме повнимателни и попретпазливи, за разлика од примената на останатите конструктивни материјали. Стаклото се доживува како кршливо, а со тоа и опасно за примена. Од друга страна, стаклото и стаклените конструкции привлекуваат поголемо внимание од вообичаените традиционални материјали и конструкции, па затоа и понатаму останува обврска на инженерите сериозно да продолжат со истражувањата во оваа област.

9. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Akadiri, O. P. (2011). Development of a multi-criteria approach for the selection of sustainable materials for building projects. PhD Thesis. Wolverhampton: School of Engineering and the Built Environment, University of Wolverhampton.
- [2] Andrade, J. B., Vieira, S. M., Braganca L. (2012). Selection of key Sustainable Indicators to Steel Buildings in Early Design Phases. Concepts and Methods for Steel Intensive Building Projects, 2012, IV, pp. 167-178.
- [3] Ali, M., Armstrong, P., (2008). *Overview of Sustainable Design in High-Rise Buildings*. CTBUH 2008 8th World Congress, Dubai.
- [4] Atkins, C., (2009). 7 - *Sustainability of glass in construction*, In Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, Sustainability of Construction Materials, Woodhead Publishing, 2009, Pages 171-183,
- [5] *Aluminium – Profiltechnologie Aluminum Profile Technology*, Schüco, Alu Competence design & solution, Schüco International, Borgholzhausen
- [6] Antolinc, (2014), *Uporaba steklenih panelov za potresno varno gradnjo objektov*, Fakulteta za gradjevinstvo in geodezijo, Univrza v Ljubljani, Slovenia
- [7] Australian standard, (2013), *Glass in Buildings – Selection and installation*, SAI Global Limited under licence from Standards Australia Limited, Sydney, Australia
- [8] Bäumler, A., Müller, P., (2014). *Experimentelle Untersuchung zur Dichtigkeit von Glasleistenstößen bei Aluminiumfenstern unter Berücksichtigung von Behaglichkeitsaspekten*, Bayphysik, Volume 36, Issue 2, 2014, Pages 74-79.
- [9] Ber, B., Premrov, M., Strukelj, A., Kuhta, M. (2014). Experimental investigations of timber–glass composite wall panels. *Construction and Building Materials*, 2014, 66, pp. 235–246.
- [10] Bessoudo, M., Tzempelikos, A., Athienitis, A.K., Zmeureanu, R. (2010). Indoor thermal environmental conditions near glazed facades with shading devices – Part I: Experiments and building thermal model. *Building and Environment*, 2010, 45, pp. 2506-2516.
- [11] Behling S, (2012), *Glass technology live, Special show + symposium at glasstec, Innovative Glasfunktionen*, Mese Dusseldorf, Dusseldorf
- [12] Belis J, Louter Ch, Mocibob D, (2013), *COST Action TU0905 Mid-term Conference on Structural Glass*, Taylor & Francis Group, London, UK
- [13] Bell M, Kim J, (2009), *Engineered transparency – The Technical Visual, and Spatial Effects of Glass* – Michael Bell and Jeannie Kim editors; Princeton Architectural Press, New York, NY, USA
- [14] Bessoudo, M., Tzempelikos, A., Athienitis, A.K., Zmeureanu, R. (2010). Indoor thermal environmental conditions near glazed facades with shading devices – Part I: Experiments and building thermal model. *Building and Environment*, 2010, 45, pp. 2506-2516

- [15] Bos, Louter, Nijse, Veer, (2012), *Challenging Glass 3; Conference on Architectural and Structural Applications of Glass*, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, IOS Press, Delft University of Technology, Netherlands
- [16] BREEAM UK New Construction, (2014), Version 0.1, Technical Manual, Hertfordshire: BRE Global Ltd
- [17] Browning, Cooper, (2015), *Human spaces The Global Impact of Biophilic Design in the Workplace*
- [18] Brown, Martin, (2016), *FutuREstorative; Working Towards a New Sustainability*, London: RIBA
- [19] Browning, Ryan, Clancy, (2014), *14 patterns of biophilic design Improvin Health & Well-Being in the Built Enviroment*, New York, Washington, Terrapin Bright Green LLC
- [20] Bülow-Hübe, H. (2001). The effect of glazing type and size on annual heating and cooling demand for Swedish offices. Lund: Department of construction and architecture, Lund University, division of energy and building design.
- [21] Campagno A, (1999), *Intelligent Glass Facades – Material Practice Design*, Birkhauser Publishers, Basel – Boston - Berlin
- [22] Collins R E, Asano O, Misonou M, Katoh H and Nagasaka S, *Vacum Glazing: Design options and performance capability*, 1999, Glass in Buildings Conference, Bath, United Kingdom
- [23] Cetiner, i., Özkan, E., (2005), *An approach for the evaluation of energy and cost efficiency of glass façades*, Energy and Buildings, Volume 37, Issue 6, 2005, Pages 673-684.
- [24] Crisinel M, Eekhout M, Haldimann M, Visser P, *EU Cost C13 Final report “Glass & interactive building envelopes”*, Research in Architectural Engineering, Vol. 1, IOS Press, 2007
- [25] Cruz P. J. S., Pequeno J., Lebet J-P., Mocibob D., (2010), Mechanical Modelling of In-Plane Loaded Glass Panes, Challenging Glass 2 – Conference on Architectural and Structural Applications of Glass, Bos, Louter, Veer (Eds.), TU Delft, May 2010.
- [26] Cwyl, M., Garbacz, A., Michalczyk, R., Grzegorzewska, N. (2018). Predicting Performance of Aluminum - Glass Composite Facade Systems Based on Mechanical Properties of the Connection. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 62(1), 259-266.
- [27] Damery, D.T., Fisette, P. (2001). Decision making in the purchase of siding: a survey of architects, contractors, and homeowners in the US northeast. For. Prod. J, 2001, 51, 7/8, pp. 29–36.
- [28] Dillman, D.A. (2011). Mail and Internet Surveys: The Tailored Design Method–2007 Update with new Internet, Visual, and Mixed-Mode Guide. John Wiley & Sons.
- [29] Diaz G, Master Thesis *Seismic behaviour of composite wall systems subjected to different levels of seismic action and with different levels of protection*, Stahlbau University
- [30] *Elvial Advanced Aluminium Systems EL7200*, Tuv Cert DIN EN ISO 9001:2000

- [31] EN 1998-1:2004:E (2004), Eurocod 8 – *Design of structures for earthquake resistance*, European Committee for standardization, Brussels
- [32] Ewing et al, (2010), *Global Footprint Network*, Ecological Footprint Atlas, Oakland, California, United States of America
- [33] Fan, W., Yan, Z. (2010). Factors affecting response rates of the web survey: A systematic review. *Computers in Human Behavior*, 2010, 26, 2, pp. 132-139.
- [34] Falk, Dietsch Schmid, ed, (2016) *Proceedings of the Joint Conference of COST Action FP1402 & FP1404 KTH Building Materials, 10.3.2016: Cross Laminated Timber – A competitive wood product for visionary and fire safe buildings*, Stockholm: USAB, Sweden
- [35] Feldman M, Kasper R. and Abeln B, Cruz P, Belis J, Beyer J, Colvin J, Ensslen F, Eliasova M, Galuppi L, Geßler A, Grenier G, Haese A, Hoegner H, Kruijs R, Langosch K, Louter Ch, Manara G, Morgan T, Neugebauer J, Rajcic V, Royer-Carfagni G, Schneider J, Schula J, Siebert G, Sulcova Z, Wellershoff Z, Zarnic R, (2014), *Guidance for European Structural Design of Glass Components, Support to the implementation, harmonization and further development of the Eurocodes*, Luxembourg: Publications Office of the European Union
- [36] Gibberd, Jt. (2018). Sustainable building assessment tool: integrating sustainability into current design and building processes.
- [37] Gratia, E., De Herde, A., (2007). *The most efficient position of shading devices in a double-skin facade*,
- [38] *Energy and Buildings*, Volume 39, Issue 3, 2007, Pages 364-373.
- [39] Hassouneh, K., Alshboul, A., Al-Salaymeh, A. (2010). Influence of windows on the energy balance of apartment buildings in Amman. *Energy Conversion and Management*, 2010, 51, pp. 1583-1591.
- [40] Hajdinjak, (2009), *Gradimo s steklom*, Reflex d.o.o., Gornja Radgona, Slovenija
- [41] Harris, Ringhofer, Schickhofer, ed, (2013), *COST Action FP1004, Focus Solid Timber Solutions – European Conference on Cross Laminated Timber (CLT) 21-22nd May 2013 Graz*, Graz: University of Technology, Austria
- [42] Hincapié, I., et al. (2015). Nanoparticles in facade coatings: a survey of industrial experts on functional and environmental benefits and challenges. *Journal of Nanoparticle research*, 2015, 17, pp. 287.
- [43] Heerwagen, Lofhness, Painter, (2012), *The economics of biophilia*, New York, Washington: Terrapin Bright Green LLC
- [44] Hoffmeister, B., Di Biase, P., Richter, C., Feldman, M., (2017), Innovative steel-glass components for high-performance building skins: testing of full-scale prototypes, *Glass Struct Eng*, 2017, 2: 57.
- [45] Hotchkiss, Walker, Clarisle, (2012), *Procuring Architectural and Engineerin Services for Energy Efficiency and Sustainability A Resource Guide for Federal Construction Project Managers*, National Renewable Energy Laboratory

- [46] Hubers, (2012), "Collaborative Design of Parametric Sustainable Architecture.", *Journal of Civil Engineering and Architecture* [USA], July : 812-821
- [47] Hwang, R-L., Shu, S-Y. (2011). Building envelope regulations on thermal comfort in glass facade buildings and energy-saving potential for PMV-based comfort control. *Building and Environment*, 2011, 46, 4, pp. 824-834.
- [48] Ibáñez, A. T. (2015). Metro user evaluation of crowding during rush hours. Stockholm, Sweden: Degree Project in traffic and transport planning.
- [49] Jordan, S., Zbašnik-Senegačnik, M. (2011). Analyses and influences of glazed building envelopes. *AR*, 2011, 2011/2, pp. 47-54.
- [50] Junghanns, M., Schmid, F., (2017). *Temperaturwechselbeanspruchungen bei Fassaden: Konstruktionsweisen, Bewegungskonzepte und messtechnische Untersuchung*, Bayphysik, Volume 39, Issue 6, 2017, Pages 352-367.
- [51] Kaufman, Nerdinger, ed, (2014), *Building with Timber paths into the Future*, Prestel Verlag, Munich
- [52] Kellert, Calabrese, (2015), *The Practice of Biophilic Design*
- [53] Klarić et al, (2016), *Vodič energetska efikasnost u zgradarstvu kao polaznica za ostvarivanje održivog društveno-ekonomskog razvoja u Bosni i Hercegovini*, Savjet za zelenu gradnju - Green Council Sarajevo
- [54] Kolodiy, Capeluto, (2016), *Towards Near Zero-Energy Neighbourhoods in High Density Conditions Achievable Target or Utopian Dream*, PLEA 2016 Los Angeles - 36th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Cities, Buildings, People: Towards Regenerative Environments
- [55] Krampen M, Schempp D, (2000), *Glasarchitekten Glass Architects – Concepts, Buildings, Perspectives*, Birkhauser, Berlin, D, Germany
- [56] Kuzman, Manja Kitek et al, (2009), *Gradnja z lesom izziv in priložnost za Slovenijo*, Univerza v Ljubljani Biotehniška Fakulteta Oddelek za lesarstvo, Ljubljana
- [57] Kuzman, Manja Kitek, (2010-2015), *Les v sodobni slovenski arhitekturi, Wood in Contemporary Slovenian Architecture*, 2 del, Univerza v Ljubljani Biotehniška Fakulteta Oddelek za lesarstvo, Fakulteta za arhitektura, Ljubljana
- [58] Kuzman, M. K., Klarić, S., Barčić, A. P., Vlosky, R. P., Janakieska, M.M., Grošelj, P. (2018). Architect perceptions of engineered wood products: An exploratory study of selected countries in Central and Southeast Europe. *Construction and Building Materials*, 2018, 179, pp. 360-370.
- [59] Kyoung-Hee, Kim, (2011), A comparative life cycle assessment of a transparent composite façade system and a glass curtain wall system, *Energy and Buildings*, Volume 43, Issue 12, 2011, Pages 3436-3445
- [60] Laban, Mirjana, (2012), *Unapređenje performansi omotača višespratnih montažnih i polumontažnih stambenih zgrada u Novom Sadu*, Diss. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka

- [61] Landman, Miriam, (1999), *Breaking through the Barriers to Sustainable Building: Insights from Building Professionals on Government Initiatives to Promote Environmentally Sound Practices*. Diss. Tufts University
- [62] Lee, E et al, (2002), High-performance commercial building façades, Building Technologies Program, Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, Berkeley, CA 94720.
- [63] “LEED v4 for Building Design and Construction”, U.S. Green Building Council
- [64] *Le verre portrait EuroGlas*, European manufacturers of flat glass, Catalogue, S.A., Z.I. de Hombourg, France
- [65] Les zares, (2016), *The 2nd National award for the best wood construction 2016*, Spirit Slovenia, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Slovenija
- [66] Leskovar, Ž.V., Premrov M. (2012). Influence of glazing size on energy efficiency of timber-frame buildings. *Construction and Building Materials*, 2012, 30, pp. 92–99.
- [67] Leskovar, Premrov, (2013), *Energy-Efficient Timber-Glass Houses*, University of Maribor, Maribor, Slovenia
- [68] “Living Building Challenge 3.1, A Visionary Path to a Regenerative Future”, (2017), Canada: International Living Future Institute
- [69] Manazno-Agugliaro, F., Montoya, F. G., Sabio-Ortega A., Garcia-Cruz A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, 49, pp. 736-755.
- [70] Markelj, J. (2016). Model za arhitekturno-tehnološko vrednotenje trajnostnih stavb. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.
- [71] Marino, C., Nucara, A., Pietrafesa, M. (2017). Does window-to-wall ratio have a significant effect on the energy consumption of buildings? A parametric analysis in Italian climate conditions. *Journal of Building Engineering*, 2017, 13, pp. 169-183.
- [72] McLennan, (2004), *The Philosophy of Sustainable Design The Future of Architecture*, Ecotone Publishing, Canada
- [73] Mijić Miomir, *Građevinska akustika Building acoustics*, Beograd: Elektrotehnički fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, SCG
- [74] Mitalis G. P, Stephenson D. G, (1962), *Absorption and transmission of thermal radiation by single and double glazed windows*, Division of building research, Ottawa
- [75] Motik, Bruno, (2009), *Tehnologije za održivi svijet priručnik za održivo graditeljstvo igospodarenje otpadnim vodama*, Blatuša, Udruga Ekosense
- [76] Nousiainen, M., et al. (2016), *Restorative Environment Design*, Kymenlaakso University of Applied Sciences.
- [77] “Open House Assessment Guideline”, (2012), Version 1.1, Reference for Case studies

- [78] Othman, Ghaly, Zainul Abidin, (2014), "Lean Principles: An Innovative Approach for Achieving Sustainability in the Egyptian Construction Industry." *Organization, Technology & Management in Construction* : 917-932
- [79] Patterson M. P, (2008), *Structural glass facades: a unique building technology*, Thesis Presented to the Faculty of the school of architecture University of Southern California In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of building science, May 2008, California
- [80] Persson, M. L., Roos, A., Wall, M., (2006). *Influence of window size on the energy balance of low energy houses*, Energy and Buildings, Volume 38, Issue 3, 2006, Pages 181-188
- [81] Persson, M. L. (2006). Windows of opportunities, the glazed area and its impact on the energy balance of buildings. PhD Thesis. Uppsala: Uppsala Universitet.
- [82] Praznik, M., Butala, V., Zbašnik-Senegačnik, M. (2014). A Simple Method for Evaluating the Sustainable Design of Energy Efficient Family Houses. *Journal of Mechanical Engineering*, 2014, 60, pp. 425-436.
- [83] Premrov M., Leskovar Z. V., Mihali K., (2016), Influence of the building shape on the energy performance of timber glass buildings in different climatic conditions, *Energy*, Elsevier Ltd.
- [84] Premrov, M., Zigat, M., Leskovar, Ž.V. (2018). Influence of the building shape on the energy performance of timber-glass buildings located in warm climatic regions. *Energy*, 2018, 149, pp. 496-504.
- [85] "Recycling of end-of-life building glass", (2013), Brussels, Glass for Europe's contribution: Building, Automotive, Solar-Energy Glass
- [86] Reynaers Aluminium CW 50, E. Fonteyne, Oude Liersebaan 266, B-2570 Duffel <https://www.reynaers.com/en/architects/extranet/files/product/brochures/cw50%20brochure.pdf>
- [87] Ritter, (2012), *Optimizing the combination of active and passive building components in refurbishment projects to allow for net-zero emission architecture*. Diss. Zurich: ETH Zurich
- [88] Saint-Gobain Glass Climate, (2016). The Essential to choose the right energy efficient glazing. Saint-Gobain.
- [89] Samardzioska, T.; Apostolska, R. (2016), Measurement of Heat-Flux of New Type Façade Walls. *Sustainability* 2016, 8, 1031.
- [90] Scheerbar P, (1996), *Glasarchitektur*, Dearbooks, Germany
- [91] Schickhofer, Ringhofer, (2012), *The seismic behaviour of buildings erected in Solid Timber Construction, Seismic Design according to EN 1998 for a 5-storey reference building in CLT*, Graz: University of Technology, Institute of Timber Engineering and Wood Technology
- [92] Schneider J, (2013), *Proceedings Structural Glass COST Training School 2013*; Technical University in Darmstadt, Darmstadt
- [93] Schneider J, Weller B, (2012), *Engineered Transparency - Proceedings from Structural Glass Conference*, Technical University Darmstadt, Technical University Dresden, Dusseldorf

- [94] Seidel, Holz, ed, (2010), *Building with Load-bearing solid wood components for walls, ceilings and roofs*. Germany: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. Elfriede-Stremmel-Strasse 69
- [95] Stora Enso, Techinal brochure, *CLT Cross-Laminated Timber*, The renewable material company
- [96] Sozer, H., (2010), *Improving energy efficiency through the design of the building envelope*, Building and Environment, Volume 45, Issue 12, 2010, Pages 2581-2593.
- [97] Singhaputtangkul, N., Low, S. P., Teo, A. L., Hwang, B. G. (2014). Criteria for Architects and Engineers to Achieve Sustainability and Buildability in Building Envelope Designs. Journal of Management in Engineering, 2014, 30, 2, pp. 263-245.
- [98] Spegelj T., Leskovar Z. V., Premrov M., (2016), Application of the timber-glass upgrade module for energy refurbishment of the existing energy-inefficient multi-family buildings, Energy and Buildings, Elsevier Ltd.
- [99] Spegelj T., Leskovar Z. V., Premrov M., (2016), Development of the timber-glass upgrade module for the purpose of its installation on energy-inefficient buildings in the refurbishment process, Energy Efficiency, Springer Science+Business Media Dordrecht.
- [100] Structural Glass Façade – Façade Structures, available at <http://www.enclos.com/service-and-technology/technology/structural-glass-facades/facade-structures> (accessed 4th May 2015).
- [101] Sturgeon, Amanda, (2017), *Creating biophilic buildings*, Ecotone Publishing
- [102] Szokolay S. V, (2004), *Introduction to ARCHITECTURAL SCIENCE - the basis of sustainable design*, Architectural Press, An imprint of Elsevier Science, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, Wheeler Road, Burlington
- [103] Technical Design Guide issued by Forest and Wood Products Australia, (2011), Massive Timber Construction Systems, *Cross-laminated Timber (CLT)*, WoodSolutions by FWPA
- [104] Teibinger, Matzinger, (2013), *Guidelines: Construction with Cross-Laminated Timber in Multi-Storey Buildings Focus on Building Physics*, Vienna: Holzforschung, Austria
- [105] “The WELL Building Standard”, (2014), Version 1.0, New York: International Well Building Institute: Delos Living LLC
- [106] Tzempelikos, A., Bessoudo, M., Athienitis A.K., Zmeureanu, R., (2010). *Indoor thermal environmental conditions near glazed facades with shading devices – Part II: Thermal comfort simulation and impact of glazing and shading properties*, Building and Environment, Volume 45, Issue 11, 2010, Pages 2517-2525
- [107] Walner-Novak, Markus, Josef Koppelhuber and Kurt Pock, (2014), *Cross-Laminated Timber Structural Design Basic design and engineering principles according to Eurocode*, Austria: proHolz
- [108] WCTE, (2016), World Conference on Timber Engineering, August 22-25, 2016, Viena, Austria. *Research Outcomes: A contribution to the timber building development*, Vienna

- [109] White R. L, (2007), *Glass as a structural material* by B.S., Kansas State University, Report submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree Master of science, Department of Architectural Engineering and Construction Science, College of Engineering, Kansas state university, Manhattan, Kansas
- [110] Wigginton M, (1997), *Glas in der Architektur*, Deutsche Verglas – Anstalt Stuttgart, Hong Kong
- [111] Wei L., Yu W., Haodong C., Lin J., Qiangling D., Mi L., Qingsong W., Jinhua S., (2018), Investigation of the thermal response and breakage mechanism of point-supported glass facade under wind load, *Construction and Building Materials*, Volume 186, 2018, Pages 635-643
- [112] Wurm J, (2007), *Glass structures - design and construction of self-supporting skins*, Birkhauser Verlag AG, Basel-Boston-Berlin
- [113] Yuanqing W., Zongyi W., Kang X., Yongjiu S. and Xinxi D., (2019), Experimental and numerical studies on the static and the dynamic behaviors of embedded cable support (ECS) glass facade system, *Engineering Structures*, Volume 178, 2019, Pages 521-533.
- [114] Zavargo, Zoltan, ed, (2009), *Održive tehnologije Sustainable technologies*, Novi Sad: Faculty of Technology
- [115] Zegarac L. V., Premrov M., (2011), An approach in architectural design of energy-efficient timber buildings with a focus on the optimal glazing size in the south-oriented façade, *Energy and Buildings*, Elsevier Ltd.
- [116] Čenejac, Aleksandra, (2012), *Povećanje energetske efikasnosti građevinskih objekata unapređenjem njihovih energetskih performansi i upotrebom obnovljivih izvora energije*. Diss. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka
- [117] Думова Е, *Кодови за асеизмичко проектирање (предавање)*, Асеизмичко проектирање I
- [118] Милошевска, М., (2015). *Стаклото како конструктивен материјал и негова примена во високоградбата*. Магистерска Теза. Градежен Факултет, Скопје
- [119] МКС EN 12153: 2011 *Стаклени фасади - Пропустливост на воздух - Методи на испитување (EN 12153:2000, IDT) Curtain walling – Air permeability – Test method*, 2011, Институт за стандардизација на Република Македонија.
- [120] МКС EN 12155: 2011 *Стаклени фасади - Водонепропустливост – Лабораториско испитување под статичен притисок (EN 12155:2000, IDT) Curtain walling – Water tightness – Laboratory test under static pressure*, 2011, Институт за стандардизација на Република Македонија.
- [121] МКС EN 12179: 2011 *Стаклени фасади – Отпорност на притисок од ветер – Методи на испитување (EN 12179:2000, IDT) Curtain walling – Resistance to wind load – Test method*, 2011, Институт за стандардизација на Република Македонија.
- [122] Министерство за економија, Република Македонија, (2011), *„Прв акционен план за енергетска ефикасност во Република Македонија до 2018 година“*
- [123] Самарџиоска, Тодорка, (2009), *„Градежна физика“ печатени предавања*, Градежен Факултет, УКИМ, Скопје

- [124] Стојков Т, (2011), *Practicum I Светлосни отвори во архитектонски објекти Прозорци и балконски врати (Збирка на работни цртежи и архитектонски детали)*, Архитектонски конструкции 2
- [125] Службен Лист на СФРЈ бр. 31 (1981), „Правилник за технички нормативи за изградба на објекти на високоградба во сеизмички активни подрачја“, 05.07.1981 година, стр. 844-855
- [126] Службен Лист на СФРЈ бр. 49 (1982), „Правилник измена на правилникот за технички нормативи за изградба на објекти на високоградба во сеизмички активни подрачја“, 13.08.1982 година, стр. 1249-1251
- [127] Службен Лист на СФРЈ бр. 29 (1983), „Правилник измени и дополненија на правилникот за технички нормативи за изградба на објекти на високоградба во сеизмички активни подрачја“, 10.06.1983 година, стр. 869-870
- [128] Службен Весник на РМ бр. 143 (2010), „Стратегија за унапредување на енергетската ефикасност во Република Македонија до 2020 година“, 29.10.2010 година, стр. 1-138
- [129] Службен Весник на РМ бр. 16 (2011), „Закон за енергетика“, 10.02.2011 година, стр. 1-128
- [130] Службен Весник на РМ бр. 94 (2013), „Правилник за енергетска контрола“, 04.07.2013 година, стр. 2-229
- [131] Службен Весник на РМ бр. 94 (2013), „Правилник за енергетски карактеристики на зградите“, 04.07.2013 година, стр. 229-288
- [132] ФИЛИПОВСКИ А, (2012), *Алуминиумски конструкции во градежништвото*, Завод за испитување на материјали и развој на нови технологии „Скопје“, Скопје



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“
ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ**



**МАРИЈА
МИЛОШЕВСКА
ЈАНАКИЕСКА**

**КНИГА 2
ПРИЛОЗИ**

**ВЛИЈАНИЕ НА
СТАКЛЕНИТЕ ФАСАДИ ВРЗ
ОДРЕДЕНИ ПАРАМЕТРИ
НА ОДРЖЛИВОСТ
НА ЗГРАДИТЕ**

**GLASS FACADES` INFLUENCE
ON CERTAIN PARAMETERS
OF SUSTAINABILITY
OF BUILDINGS**

**ДОКТОРСКА
ДИСЕРТАЦИЈА**

Скопје, 2019

Ментор:

Проф. д-р Кирил Граматиков
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Екстерен ментор:

Проф. д-р Manja Kitek Kuzman
Biotechnical Faculty, University of Ljubljana

Членови на комисија:

Проф. д-р Кирил Граматиков
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Проф. д-р Manja Kitek Kuzman
Biotechnical Faculty, University of Ljubljana

Проф. д-р Петар Цветановски
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Проф. д-р Тодорка Самарџиоска
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Проф. д-р Тони Аранѓеловски
Градежен Факултет – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Содржина

Прилог 1 - Табели со основни карактеристики за различни типови на стакла

- SGG PLANICLEAR 4mm;
- SGG PLANITHERM 4S EVOLUTION 4mm;
- SGG PLANITHERM XH 4mm

Прилог 2 - Табела за анализа на административни објекти во Македонија

Прилог 3 - Онлајн анкета за влијанието на стаклените фасади врз комфорот на живеење во административните објекти во Македонија - Прашалник на англиски јазик

Прилог 4 - Опис на Стандарди за тестирање на стаклена фасада (преведени од англиски јазик)

- МКС EN 12153: 2011 (превземен од EN 12153:2000) Curtain walling - Air permeability - Test method – Стаклени фасади - Пропустливост на воздух - Методи на испитување;
- МКС EN 12155: 2011 (превземен од EN 12155:2000) Curtain walling – Water tightness - Laboratory test under static pressure – Стаклени фасади - Водонепропустливост – Лабораториско испитување под статичен притисок;
- МКС EN 12179: 2011 (превземен EN 12179:2000) Curtain walling - Resistance to wind load - Test method – Стаклени фасади - Отпорност на притисок од ветер - Методи на испитување.

Прилог 5 - Резултати од лабораториски испитувања на стаклени фасади за пропустливост на воздух, водонепропустливост и отпорност на притисок од ветер

- Модел 1
- Модел 2
- Модел 3

Прилог 6 - Дел од Основен Проект; Фаза: Архитектура за објект: Хотел + Администрација со технички број 05/17-2

А. Текстуален дел
Технички опис

Б. Графички дел

1. Ситуација со петта фасада
2. Ситуација со отворено приземје
3. Основа на темели
4. Основа на подрум -2
5. Основа на подрум -1
6. Основа на приземје
7. Основа на први кат
8. Основа на втори кат
9. Основа на трети кат
10. Основа на четврти кат
11. Основа на петти кат
12. Основа на лифт куќа
13. Основа на петта фасада
14. Пресек 1-1
15. Пресек 2-2
16. Источна фасада
17. Северна фасада
18. Западна фасада

Прилог 1 – Табели со основни карактеристики за стаклата

SGG PLANICLEAR 4mm

Основни карактеристики	AVCP Systems	Перформанси
Безбедност при пожар		
Отпорност на пожар	1	Не е одредено
Реакција на пожар	3.4	A1
Надворешна отпорност на пожар	3.4	Не е одредено
Отпорност на куршум и експлозија		
Отпорност на куршум	1	Не е одредено
Отпорност на експлозија	1	Не е одредено
Општа безбедност		
Отпорност на провала	3	Не е одредено
Отпорност на наизменични удари	3	Не е одредено
Отпорност на ненадејни температурни промени	4	40K
Отпорност на ветер, снег и други натоварувања	4	4
Редукција на бучава		
Директна звучна изолација	3	30 (-2; -2)
Зачувување на енергија		
Емисија	3	0.89
U - вредност	3	Не е одредено
Пренос на светлина	3	0.91
Рефлексија на светлина	3	0.08/0.08
Директна сончева преносливост	3	0.87
Директна сончева рефлексија	3	0.08/0.08
g - вредност	3	0.88
Трајност	3	PASS

Табела П.1: Основни карактеристики на обично стакло PLANICLEAR 4.00mm
 Assessment and Verification of Constancy of Performance (AVCP)
 Систем на проценка и верификација на постојаност на изведба
 според [Saint Gobain, 2016]

SGG PLANITHERM 4S EVOLUTION 4mm

Основни карактеристики	AVCP Systems	Перформанси
Безбедност при пожар		
Отпорност на пожар	1	Не е одредено
Реакција на пожар	3.4	A1
Надворешна отпорност на пожар	3.4	Не е одредено
Отпорност на куршум и експлозија		
Отпорност на куршум	1	Не е одредено
Отпорност на експлозија	1	Не е одредено
Општа безбедност		
Отпорност на провала	3	Не е одредено
Отпорност на наизменични удари	3	Не е одредено
Отпорност на ненадејни температурни промени	4	40K
Отпорност на ветер, снег и други натоварувања	4	4
Редукција на бучава		
Директна звучна изолација	3	30 (-2; -2)
Зачувување на енергија		
Емисија	3	0.01
U -вредност	3	Не е одредено
Пренос на светлина	3	0.66
Рефлексија на светлина	3	0.22/0.19
Директна сончева преносливост	3	0.41
Директна сончева рефлексија	3	0.47/0.37
g - вредност	3	0.43
Трајност	3	PASS







Табела П.2: Основни карактеристики на обично стакло PLANICLEAR 4.00mm со премаз
 PLANITHERM 4S Assessment and Verification of Constancy of Performance (AVCP)
 Систем на проценка и верификација на постојаност на изведба
 според [Saint Gobain, 2016]






SGG PLANITHERM XN 4mm

Основни карактеристики	AVCP Systems	Перформанси
Безбедност при пожар		
Отпорност на пожар	1	Не е одредено
Реакција на пожар	3.4	A1
Надворешна отпорност на пожар	3.4	Не е одредено
Отпорност на куршум и експлозија		
Отпорност на куршум	1	Не е одредено
Отпорност на експлозија	1	Не е одредено
Општа безбедност		
Отпорност на провала	3	Не е одредено
Отпорност на наизменични удари	3	Не е одредено
Отпорност на ненадејни температурни промени	4	40K
Отпорност на ветер, снег и други натоварувања	4	4
Редукција на бучава		
Директна звучна изолација	3	30 (-2; -2)
Зачувување на енергија		
Емисија	3	0.03
U -вредност	3	Не е одредено
Пренос на светлина	3	0.90
Рефлексија на светлина	3	0.05/0.06
Директна сончева преносливост	3	0.67
Директна сончева рефлексија	3	0.26/0.23
g - вредност	3	0.69
Трајност	3	PASS








Табела П.3: Основни карактеристики на обично стакло PLANICLEAR 4.00mm со премаз
 PLANITHERM XN Assessment and Verification of Constancy of Performance (AVCP)
 Систем на проценка и верификација на постојаност на изведба
 според [Saint Gobain, 2016]

Прилог 2: Табела за анализа на административни објекти во Македонија

Building	Photo	Type of building	Architect, Architectural biro	Year of constr.	Characteristics of facade	Facade producer	East Façade (m ²)		South Façade (m ²)		West Façade (m ²)		North Façade (m ²)		Solar control			East Façade (%)		South Façade (%)		West Façade (%)		North Façade (%)	
							G	O	G	O	G	O	G	O	F	P	N	G	O	G	O	G	O	G	O
1			Mirko Andonovski and Nikola Boshku	2011	Double glazing	Prototip	85	611	709	649	65	204	347	1010		P		12%	88%	52%	48%	24%	76%	26%	74%
2			Jovica Stefanovski	2009	Double glazing with laminated glass	Torax	320	397	825	383	469	165	825	383			Z	45%	55%	68%	32%	74%	26%	68%	32%
3			Chalovski	2010	Double glazing	Torax	216	402	216	402	216	402	216	402			Z	35%	65%	35%	65%	35%	65%	35%	65%
4			Meto Stojchevski and Shenol Islam	2007	Double glazing	Torax	157	315	соед	соед	472	0	соед	соед		P		33%	67%	50%	50%	100%	0%	50%	50%
5			Ljubisha Gjorgjevikj	2010	Double glazing: - Rw = 31dB - Thickness: 24 mm - Weight: 20 kg/m ² - Ug = 1.4 W/(m ² .K) - g=0.45		220	146	285	91	0	70	285	91		P		60%	40%	76%	24%	0%	100%	76%	24%
6			Kristijan Jordanov, Jani Vozelj, Lita Kjiric and Aneta Nikolova	2010	Double glazing	Prototip	400	306	331	253	400	306	331	253		P		57%	43%	57%	43%	57%	43%	57%	43%

15	Vero Center		Angel Anastasov, “Inter Ingeneering”	2010	Double glazing	Torax	288	1153	1076	1076	1127	313	1796	356			N	20%	80%	50%	50%	78%	22%	83%	17%
16	Capitol Mall and Residence		Güven Gumrah	2014	Double glazing: - Rw = 30dB - Thickness: 24 mm - Weight: 20 kg/m2 - Ug = 1.0 W/(m2.K)	Inter Al-Pin	269	1129	383	1562	383	1562	105	1840			N	19%	81%	20%	80%	20%	80%	5%	95%
17	Airport “Alexander the great”		Hristovi engineering, Tomislav Hristov / GMW Mimarlik Ve Danismanlik Ltd – Istanbul2010	2010		Torax	3067	0	1590	0	2045	1022	1590	0		F		100%	0%	100%	0%	67%	33%	100%	0%
18	Soravia Center		Gjoko Radovanovikj, Savo Simovski, Pako Radovanovikj and Slobodan Zhivkovski	1994- 2007		Torax	924	299	967	300	924	299	967	300		P		76%	24%	76%	24%	76%	24%	76%	24%
19	Hotel “Marriot”		Draft project: Viena, Oliver Massabi Basic project: Skopje, Marija Chavkovska, Nikola Tomeski, Maja Savova, Natalija Zhelkova, Ksenija Lazikj and Brankica Kachurkova	2016	Double glazing: - Rw = 30dB - Thickness: 24 mm - Weight: 20 kg/m2 - Ug = 1.0 W/(m2.K) - g=0.39	Torax	130	1125	130	2193	130	1125	130	2193		F		10%	90%	6%	94%	10%	90%	6%	94%






20	“Boris Trajkovski” Sport Centre			Liljana Dubrovska	2003		Prototip	1414	639	345	382	1414	639	78	0			Z	69%	31%	47%	53%	69%	31%	100%	0%
21	“Jane Sandanski” Sport Centre			Gjoko Radovanovikj, Goran Todorovikj Savo Simovski and Maja Kirikj Radovanovikj	2014		Torax	774	1657	838	640	774	1657	0	893			Z	32%	68%	57%	43%	32%	68%	0%	100%
22	House of Football			P. Andonov, B. Mucha and N. Mincheva	2012		Torax	395	90	312	127	395	90	312	127		F		81%	19%	71%	29%	81%	19%	71%	29%
23	Administrative building for Procredit Banka				2016		Torax	93	310	316	398	0	403	188	526		F		23%	77%	44%	56%	0%	100%	26%	74%
24	Administrative building and saloon “Merkur” Skopje				2006	Double glazing	Torax	40	639	40	451	40	639	126	365			Z	6%	94%	8%	92%	6%	94%	26%	74%
25	Hospital Sante Plus				2011	Double curved glazing	Torax	0	182	0	386	0	182	143	243			Z	0%	100%	0%	100%	0%	100%	37%	63%
26	Building “Corner” Skopje				2007	Double glazing	Torax	соед	соед	250	750	120	76	597	432			Z	50%	50%	25%	75%	61%	39%	58%	42%
27	Macedonian Philharmonic			Viktor Mihajlov	2018	Double glazing	Torax	506	82	253	41	506	82	424	70		F		86%	14%	86%	14%	86%	14%	86%	14%

28	Administrative Building Food Bazaar Skopje			2010	Double glazing: - Rw = 30dB - Thickness: 24 mm - Weight: 20 kg/m2 - Ug = 1.0 W/(m2.K) - g=0.39	Inter Al-Pin	88	175	28	1007	28	235	28	1007			Z	33%	67%	3%	97%	11%	89%	3%	97%	
29	Administrative Building Inter Al-Pin Skopje			2011	Triple glazing: - Rw = 29dB - Thickness: 40mm - Weight: 30 kg/m2 - Ug = 0.6 W/(m2.K) - g=0.35	Inter Al-Pin	599	1120	238	0	0	1719	112	328			Z	35%	65%	100%	0%	0%	100%	25%	75%	
30	University FON			2004	Double glazing: - Rw = 31dB - Thickness: 24 mm - Weight: 20 kg/m2 - Ug = 1.3 W/(m2.K) - g=0.42	Inter Al-Pin	1428	140	100	1671	548	877	1682	150			Z	91%	9%	6%	94%	38%	62%	92%	8%	
31	Busines center "MEGI" Skopje			2010	Double glazing: - Rw = 30dB - Thickness: 24 mm	Prototip	1071	0	495	0	1071	0	сосед	сосед	F				100%	0%	100%	0%	100%	0%	50%	50%
32	Administrative building Telekabel, Aerodrom			2007			0	396	580	591	0	396	0	1171			Z	0%	100%	50%	50%	0%	100%	0%	100%	
33	Administrative building of Municipality of Aerodrom, Aerodrom			2005			0	323	333	774	0	323	0	1107			Z	0%	100%	30%	70%	0%	100%	0%	100%	
34	Administrative building VERO, Aerodrom			2005			95	182	229	335	95	182	229	335			Z	34%	66%	41%	59%	34%	66%	41%	59%	
							16089	16681	14634	18650	15224	17695	12782	20357				44%	56%	49%	51%	44%	56%	43%	57%	
							132112																			

Прилог 2 - Табела за анализа на административни објекти во Македонија

Legend:

G = glazed surface
O = opaque surface
F = fully
P = partially
N = none

	Administrative buildings
	Educational institutions
	National institutions
	Sport Centres
	Commercial buildings
	Museums

Прилог 3: Online survey: The influence of the glass façade on the living comfort in office buildings

Select your gender:
- Male
- Female
How many years of professional experience do you have?
- Less than 5 years
- 5 to 15 years
- 15 to 25 years
- More than 25 years
On the scale from 1 to 5 (1 being the least and 5 being the most influential) how these different aspects influence the living comfort?
- Thermal comfort
- Daylight
- Humidity
- Natural ventilation and indoor air quality
- Acoustic comfort
- Safety and risk prevention
- Functionality
- Aesthetics
- Visual comfort
- Health and well-being
How important is natural daylight for achieving living comfort and healthy environment in the buildings?
- Extremely important
- Very important
- Somewhat important
- Not so important
- Not at all important
Which of these aspects influences the most on the living comfort in summer?
- Thermal comfort
- Daylight
- Humidity
- Natural ventilation and indoor air quality
Which of these aspects influences the most on the living comfort in winter?
- Thermal comfort
- Daylight
- Humidity
- Natural ventilation and indoor air quality
Which type of buildings are most suitable for using glass façade?
- Office buildings
- Industrial buildings
- Residential buildings
Do you think that glass facades have a positive impact on the living comfort of the buildings?
- Yes
- No
Which parameter can contribute the most in achieving living comfort in office building when using glass facade?
- The size of the glazing
- The orientation
- The characteristics of the glass
- The devices for solar control
On the scale from 1 to 5 (1 having the least and 5 having the most positive impact) in which aspect the glass facade can have positive impact on the living comfort in the office building?
- Gaining heat from sun radiation in winter and reducing the costs for heating
- Natural daylight and reducing the costs for electricity

<ul style="list-style-type: none"> - Connection with outer space - Health and well-being of the users - Natural ventilation (if some of the parts of the façade are not fixed)
<p>In which aspect the glass facade has the most negative impact on the living comfort in the office building?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Losing heat in winter - Overheating in summer and need for mechanical cooling - Too much daylight, glowing and reflection (difficulties in computer work...) - Bad sight view - Weak air tightness and too much air flow
<p>What is the main problem for failing to achieve living comfort in the buildings? (more answers are possible)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Knowledge - Technology - Contractors - Regulation - Finance
<p>Do you think that living comfort could be achieved in office buildings with glass façade without using devices for solar control?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Yes - No
<p>Which devices for solar control can achieve best protection from sun radiation in summer? (more answers are possible)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Pergolas, canopies - Vegetation - External fixed shading devices - External operable shading devices: roll down blinds... - Internal shading devices
<p>There are several ways of getting information about glass facades. On the scale from 1 to 5 (1 being the least and 5 being the most) which of these ways of getting information is important?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Internet - Building companies - Manufactures - Architect's associations - Users
<p>What kind of information would you like to have? (more answers are possible)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Technical - Visits to build objects - Visit to building sites - Direct contact with manufactures
<p>In your opinion, is there increased use of glass facades in your country in the last 5 years?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Yes - No
<p>What influence the most in the decision of the architects to use glass façade in designing buildings?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Knowledge - Experience - Problems with maintenance - Products quality - Too few producers
<p>What is the major problem in the functioning of a glass façade building?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Cleaning of the glass - Air tightness - Water penetration - Overheating in summer

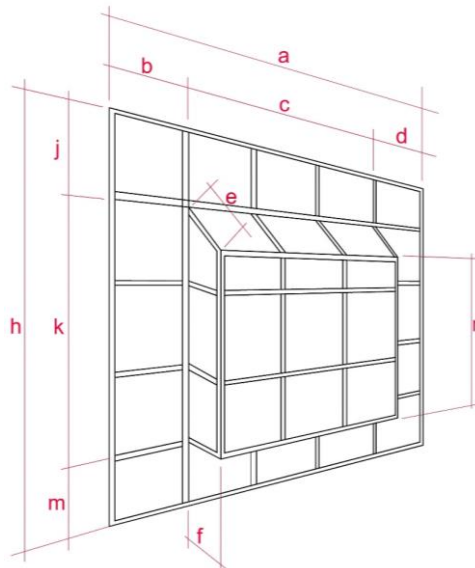
Прилог 4: Опис на Стандарди за тестирање на стаклена фасада (преведени од англиски)

МКС EN 12153: 2011 (превземен од EN 12153:2000) Curtain walling - Air permeability - Test method – Стаклени фасади - Пропустливост на воздух - Методи на испитување

Овој стандард го дефинира методот што треба да се користи за да се одреди пропустливоста на воздух низ стаклена фасада, составена од фиксни и отворени делови. Тој опишува како примерокот ќе се тестира под позитивен и негативен воздушен притисок. Стандардот може да се примени за било која стаклена фасада, дефинирана со стандардот EN 13830:2000.

За целта на овој стандард, дефинирани се неколку термини:

- тест притисок – диференцијален притисок помеѓу двете страни на примерокот, изразен во паскали (Pa);
- позитивен притисок – се јавува кога надворешната површина на примерокот е изложена на повисок притисок во споредба со внатрешната површина;
- негативен притисок – кога внатрешната површина на примерокот е изложена на повисок притисок во споредба со надворешната површина;
- пропустливост на воздух – преминување на воздух низ конструкцијата на стаклената фасада, кога е изложена на воздух пуштен во правец кон неа; обемот на пропуштениот воздух се изразува во кубни метри на час (m^3/h), што е во корелација со целокупната површина на стаклената фасада или алтернативно, може да биде во корелација со должината (m) на поврзувањето меѓу поединечните делови (стакла), кај стаклената фасада;
- фиксно поврзување – ги опфаќа сите поврзувања, освен оние кај деловите (панелите) што се отвораат кај стаклените фасади;
- должина на фиксно поврзување – збир од сите периметри на сите фиксни делови на примерокот, имајќи ја предвид позицијата на главната воздушна бариера;
- должина на поврзувањето меѓу панелите кои се отвораат – збир од сите периметри на сите делови од стаклената фасада кои се отвораат.
- целокупна површина – збир од сите површини на сите лица на примерокот, кои се затворени со комората за тестирање, измерени паралелено со сите рамнини, изразена во квадратни метри (m^2).



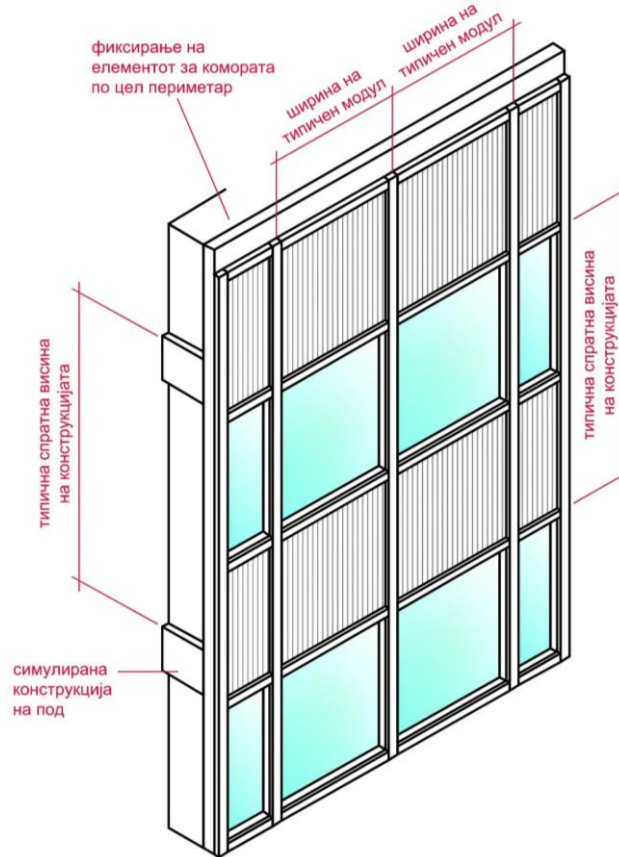
$$\text{Вкупна површина} = (a * j) + (a * m) + (b * k) + (d * k) + (c * n) + (c * e) + (c * f) + 2(f * n) + (\{k-n\} * f)$$

Слика: Пресметување на целокупна површина на примерок

Принципот на тестирање се базира на зголемување и намалување на притисокот (позитивен или негативен) на воздухот, при што се врши мерење на протокот на воздух за секој тест, односно секое зголемување или намалување.

Потребни елементи за изведба на овој тест се:

- Комора – ѕид за тестирање, кој се состои од отворен дел, каде примерокот може да биде прицврстен. Оваа комора треба да има доволна цврстина и крутост да го издржи притисокот на воздух за време на тестот. Истата не смее да се свиткува под дејство на притисокот до степен кој би влијаел на тестирањето на примерокот.



Слика: Прицврстување на моделот за комората

Неопходно е да се постават конструктивни потпори, со кои примерокот ќе биде поврзан со комората. Комората треба да биде конструирана така што пропустливоста на воздух преку неа, при максимален воздушен притисок, нема да го надминува дозволеният пропуст на воздух низ примерокот за ист притисок;

- Уред за пуштање контролиран воздух под позитивен или негативен притисок кон примерокот;
- Уред со кој може брзо да се контролираат промени на притисокот;
- Уред за мерење на протокот на воздух во комората со точност од $\pm 5\%$, со цел да се овозможи пропустливоста на воздух низ примерокот да се одреди со точност од 10% ;
- Уред за мерење на позитивен или негативен притисок, во мирување или движење, калибриран со точност од $\pm 5\%$;
- Привремени уреди за прицврстување на рабовите на примерокот додека трае тестирањето.

Примерокот треба да биде доставен во целосно оперативна состојба, спремен за користење и поставување на комората. Притоа, примерокот треба да биде составен од барем две типични единици (полиња) во ширина и висина, со цел да се обезбеди испитување на барем еден типичен вертикален и хоризонтален спој. Комората не смее да му обезбедува додатна крутост на примерокот. Висината на примерокот мора да биде целосна висина помеѓу две прицврстувања за примарната конструкција на објектот.

За специјално дизајнирани примероци на стаклена фасада или други специјални елементи, примерокот треба да биде со соодветни димензии кои ќе бидат адекватни за да ја прикажат целата комплексност со сите специфични барања.

Сите делови на примерокот треба да бидат во реален размер 1:1, со исти материјали, детали, методи на конструкција и фиксирање, како што би се користеле и на реален објект. Условите за поврзување треба да симулираат поврзување кое што би се остварило и на реален

објект, што е можно поточно и попрецизно. Стандардот не може да се примени на периметарот каде се поврзуваат примерокот со комората за тестирање или примерокот со конструкцијата на објектот.

Откако ќе се донесе примерокот во лабораторијата, тој треба да се фиксира на комората за тестирање, под прав агол, вертикално поставен, без никакви видливи искривувања и свиткувања, како резултат на фиксирањето. Сите елементи за заштита при транспортот (заштитни обвивки и пакувања), мора да се отстранат. Сите отвори за вентилација или други намени, неопходно е убаво да се затворат. Поврзувањето помеѓу примерокот и комората мора да биде целосно и правилно изведено. Исто така, примерокот мора да е чист.

Со цел да се направи класификација, најпрво мора да се одреди максималниот притисок P_{max} согласно EN 12152:1999. Пред да се почне со тестирањето, најпрво се пушта тест притисок со постепено наголемување за 50Pa, па се до постигнување на 300Pa, а потоа наголемување за 150Pa се до максималниот тест притисок P_{max} .

Исто така, неопходно е најпрво да се одреди пропустливоста на воздух (Q_c) на самата комора, без да биде поставен примерокот. Овој тест е направен со претходни испитувања и е веќе внесен во системот. На тој начин, при пресметка на резултатот, пропустливоста на комората ќе се одземе од измерената пропустливост, со цел да се изолира само онаа пропустливост на примерокот.

Потоа херметички се затвора примерокот за да се изолира од комората.

Се пуштаат три пулсирања од позитивен притисок од 500Pa или притисок кој е за 10% поголем од максималниот притисок P_{max} , согласно EN 12152:1999, во зависност од тоа кој е поголем. Максималниот притисок за секое пулсирање мора да трае повеќе од 1 секунда, но не повеќе од 3 секунди. Потоа се нанесува позитивен тест притисок, во траење кое е подолго од 10 секунди, за секоја секвенца на притисок, односно за секое наголемување на притисокот се до постигнување на максималниот притисок P_{max} и се мери протокот на воздух во комората за секое тестирање. Кога примерокот се тестира на негативен притисок, се мери пропустливоста на воздух во комората, за соодветниот негативен притисок.

Откако ќе се заврши оваа постапка, се отстрануваат елементите за херметичко затворање на примерокот, а се користи специјална трака за да се запечатат сите елементи кои се отвораат кај примерокот.

Тест: Позитивен притисок: Фиксни елементи

Се пуштаат три пулсирања од позитивен притисок од 500Pa или притисок кој е за 10% поголем од максималниот притисок P_{max} , согласно EN 12152:1999, во зависност од тоа кој е поголем. Максималниот притисок за секое пулсирање мора да трае повеќе од 1 секунда, но не повеќе од 3 секунди.

Потоа се нанесува позитивен тест притисок, во траење кое е подолго од 10 секунди, за секоја секвенца на притисок, односно за секое наголемување на притисокот се до постигнување на максималниот притисок P_{max} и се мери протокот на воздух (Q_{fc}) во комората за секое тестирање.

Тест: Негативен притисок: Фиксни елементи

Истата процедура како за позитивен притисок се повторува, со тоа што сега се користи негативен притисок.

Тест притисок: Целосен примерок

Се отстранува траката од сите елементи кои се отвораат. Се отвораат и затвораат сите оперативни елементи 5 пати и се оставаат во затворена позиција. Се повторува постапката за позитивен и негативен притисок и се мери протокот на воздух во комората (Q_{tc}) за секој тест поединечно.

Читање резултати

Пропустливоста на воздух (Q_f) за фиксните панели и (Q_j) за панелите кои се отвораат, за секој тест, изразена во метри кубни на час (m^3/h), се одредува на следниот начин:

$$\text{За фиксни панели: } Q_f = Q_{fc} - Q_c$$

$$\text{За панели кои се отвораат: } Q_j = Q_{tc} - Q_{fc}$$

каде:

Q_c – Проток на воздух во комората, мерен со примерокот кој е херметички затворен;

Q_{fc} - Проток на воздух во комората, мерен со затворени панели кои се отвораат (затворени со специјална трака);

Q_{fc} - Проток на воздух во комората, мерен со панели кои се отвораат и кои не се затворени со специјална трака.

Се одредува целокупната површина (A) на примерокот и должината (L_o) на панелите кои се отвораат.

Се пресметува протокот на воздух на целокупната површина на фиксните панели (Q_v/A) во m^3/m^2h за секој тест и се даваат резултатите.

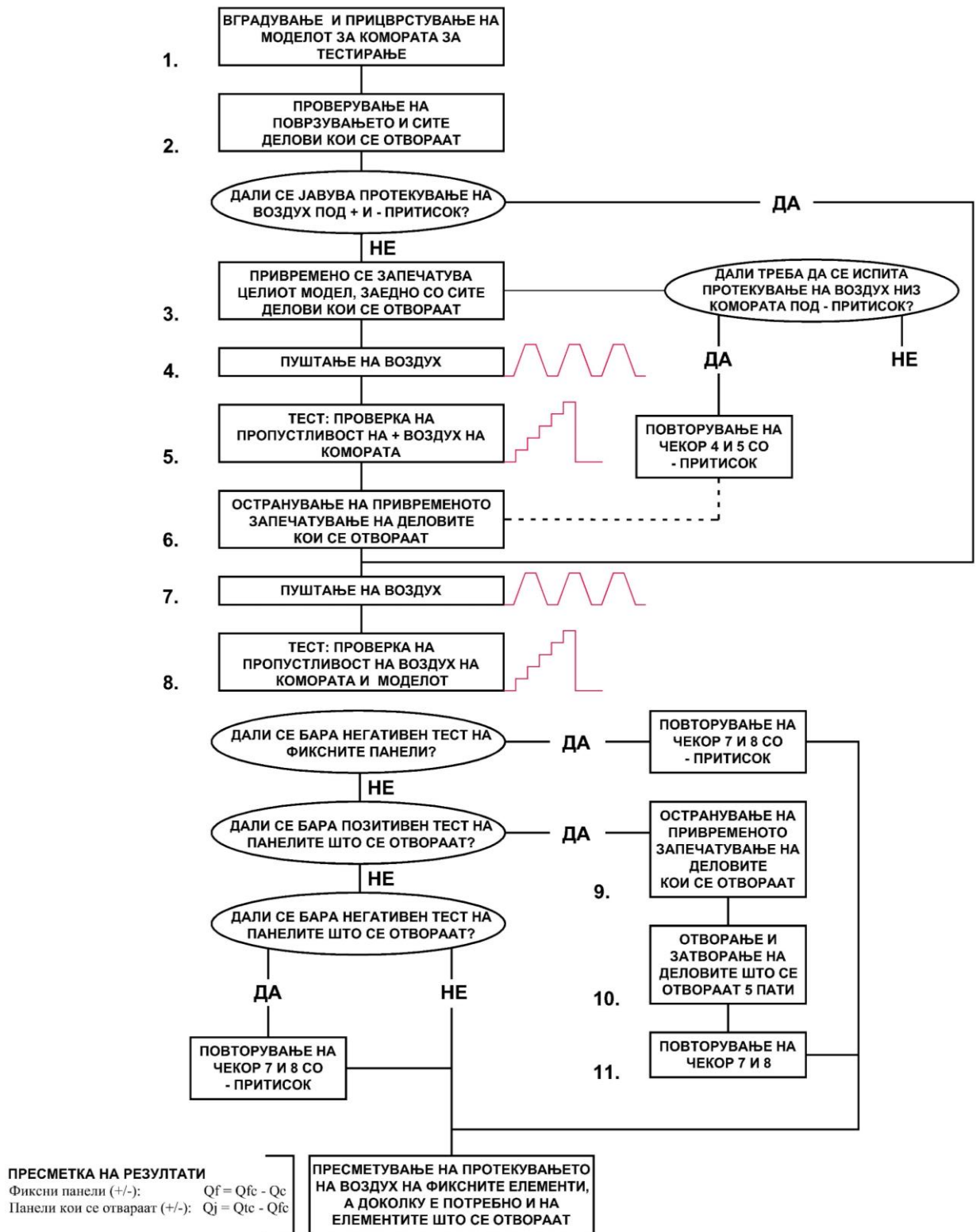
Се пресметува протокот на воздух на целокупната површина на панелите кои се отвораат (Q_j/L_o) во $m^3/m.h$ за секој тест и се даваат резултатите.

Алтернативно, се пресметува пропустливоста на воздух по должина на фиксните панели (Q_f/L_f) во $m^3/m.h$ за секој тест и се даваат резултатите.

Извештај за тест

Се подготвува извештај кој ги содржи следните информации:

- Опис на стандард;
- Име на институцијата која го вршела тестирањето;
- Име на личност или институција која побарала тестирање;
- Детали за примерокот: тип на конструкција, податоци за профили, потекло на материјали, тип на материјали, датум на производство и слично;
- Димензиониран цртеж од примерокот;
- Резултати од тестот;
- Ознака на производите од производителот;
- Податоци за состојбата на примерокот;
- Дата на тестирање;
- Дата на калибрација на комората и останатата опрема;
- Дата на извештајот;
- Поптис од личноста која го направила примерокот.



Графички приказ на тестот за пропустливост на воздух

МКС EN 12155: 2011 (превземен од EN 12155:2000) Curtain walling – Water tightness - Laboratory test under static pressure – Стаклени фасади - Водонепропустливост – Лабораториско испитување под статичен притисок

Овој стандард го дефинира методот за одредување на пропустливоста на вода на стаклената фасада, составена од фиксни и отворени делови. Тој опишува дека надворешната страна на примерокот треба да биде подложена на континуиран прилив со вода со позитивен статички воздушен притисок.

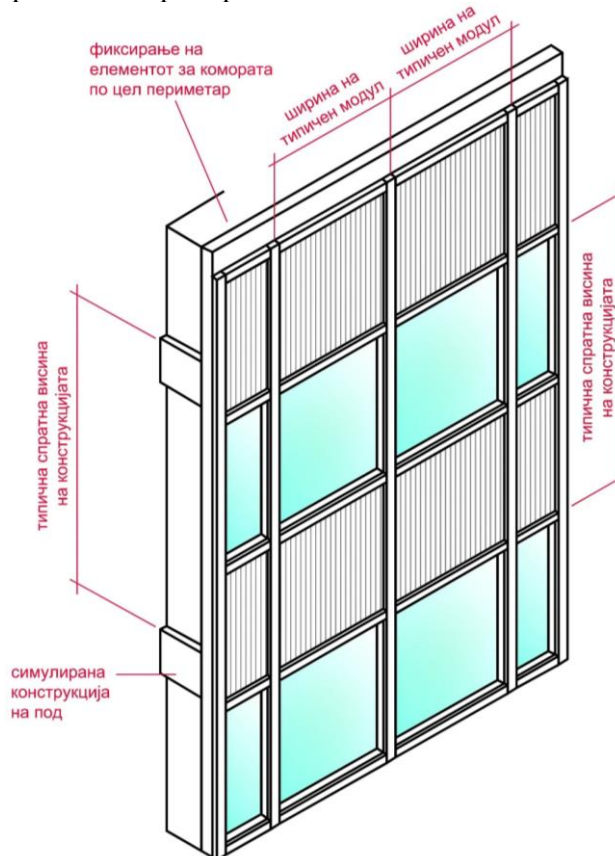
За целта на овој стандард, дефинирани се неколку термини:

- тест притисок – диференцијален притисок помеѓу двете страни на примерокот, изразен во паскали (Pa);
- позитивен притисок – се јавува кога надворешната површина на примерокот е изложена на повисок притисок во споредба со внатрешната површина;
- водонепропустливост – способност на стаклената фасада да не пропушти вода;
- истекување на вода – пенетрација на вода која континуирано или постојано ќе ја навлажнува внатрешната страна од примерокот или било кој елемент од примерокот кој треба да остане сув и не е дел од надворешниот систем за дренажа;
- граница на водонепропустливост – максимален тест притисок за кој примерокот останува водонепропусен за одредено време.

Принципот на тестирање се базира на константно и специфично количество вода насочено кон надворешната површина на примерокот со зголемување на позитивниот статички тест притисок во временски интервали. Уредот треба да јави кога и каде настанува проток на вода.

Потребни апарати за изведба на овој тест се:

- Комора со отворен дел, каде примерокот ќе биде прицврстен. Оваа комора треба да има доволна цврстина и крутост да го издржи притисокот на воздух за време на тестот. Истата не смее да се свиткува под дејство на притисокот до степен кој би влијаел на тестирањето на примерокот.



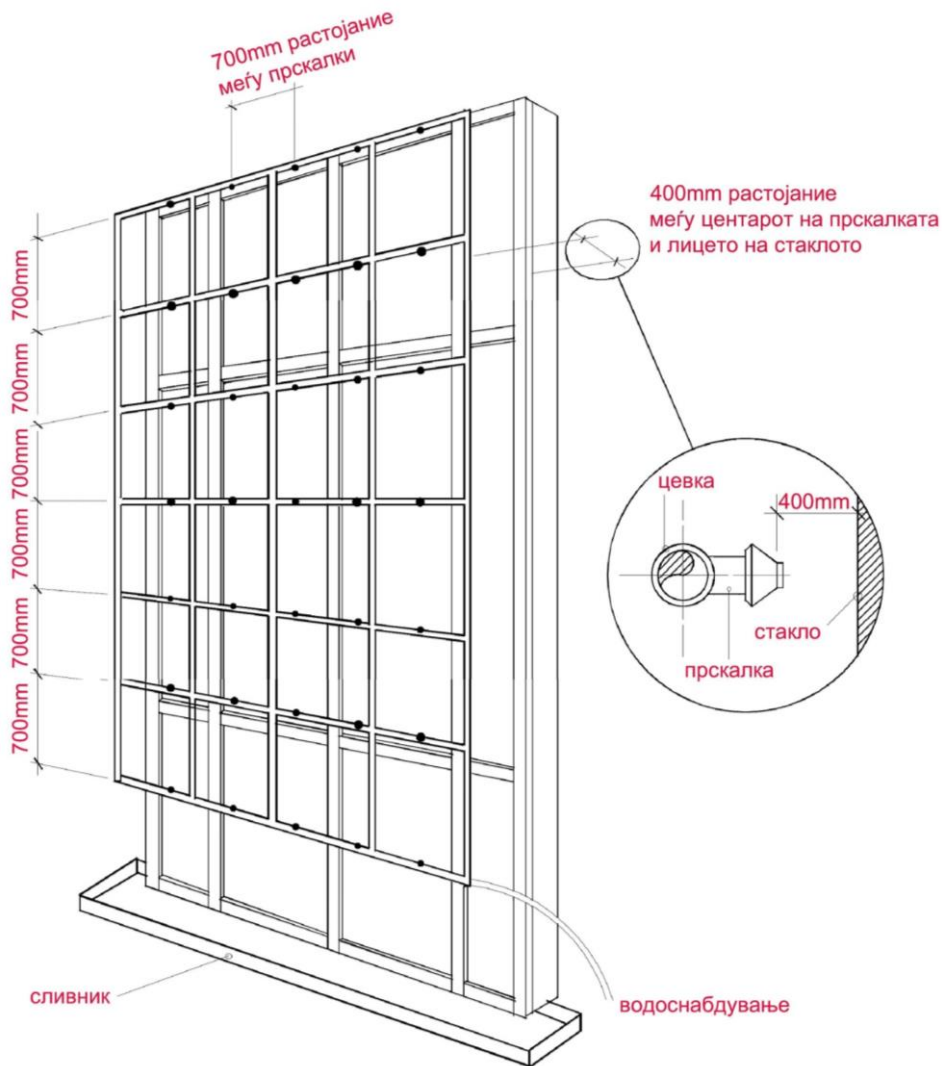
Слика: Прицврстување на моделот за комората

Неопходно е да се постават конструктивни потпори, со кои примерокот ќе биде поврзан со комората. Комората треба да биде конструирана така што пропустливоста на воздух преку неа, при максимален воздушен притисок, нема да го надминува дозволеният пропуст на воздух низ примерокот за ист притисок;

- Уред за пуштање контролиран воздух под позитивен притисок кон примерокот;
- Уред со кој може брзо да се контролираат промени на притисокот;
- Уред за мерење на протокот на воздух во комората со точност од $\pm 5\%$;
- Прилагодлив уред за прскање на вода $2 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$ со што ќе се овозможи контантен и постојан прилив на вода кон надворешната страна на примерокот. Овој уред треба да содржи прскалки поставени на правилна мрежа и соодветно растојание од примерокот. Распоредот на мрежата на прскалките низ површината на моделот не е

значаен, при што може да се применат алтернативни распореди со поинакви растојанија, но треба да се внимава прскањето да биде континуирано по целата површина на моделот. Локалното водоснабдување е прифатлив извор на вода, со тоа што водата треба да биде доволно чиста за да се овозможи правилно функционирање на прскалките. Прскалките треба да ги имаат следните карактеристики:

- кружно целосно прскање во форма на конус;
 - агол на прскање: минимален 90° , а максимален 120° ;
 - притисок помеѓу 2 и 3 бари во зависност од спецификацијата од производителот;
- Уред за мерење на вкупната количина на вода која е испрскана со точност од 10%.
 - Одвод со кој испрсканата вода нема да влијае на дренажниот систем на елементот.



Слика: Пример на поставување на прскалки

Примерокот треба да биде доставен во целосно оперативна состојба, спремен за користење и поставување на комората. Притоа, примерокот треба да биде составен од барем две типични единици (полиња) во ширина и висина, со цел да се обезбеди испитување на барем еден типичен вертикален и хоризонтален спој. Комората не смее да му обезбедува додатна крутост на примерокот. Висината на примерокот мора да биде целосна висина помеѓу две прицврстувања за примарната конструкција на објектот.

За специјално дизајнирани примероци на стаклена фасада или други специјални елементи, примерокот треба да биде со соодветни димензии кои ќе бидат адекватни за да ја прикажат целата комплексност со сите специфични барања.

Сите делови на примерокот треба да бидат во реален размер 1:1, со исти материјали, детали, методи на конструкција и фиксирање, како што би се користеле и на реален објект. Условите за поврзување треба да симулираат поврзување кое што би се остварило и на реален

објект, што е можно поточно и попрецизно. Стандардот не може да се примени на периметарот каде се поврзуваат примерокот со комората за тестирање или примерокот со конструкцијата на објектот.

Овој тест се извршува после тестот за пропустливост на воздух, па така, нема потреба од никакви други подготвувања.

Со цел да се направи класификација, најпрво мора да се одреди максималниот притисок P_{max} согласно EN 12154:1999.

Се пуштаат три пулсирања од позитивен притисок од 500Pa или притисок кој е за 10% поголем од максималниот притисок P_{max} , согласно EN 12152:1999, во зависност од тоа кој е поголем. Максималниот притисок за секое пулсирање мора да трае повеќе од 1 секунда, но не повеќе од 3 секунди. Потоа се пуштаат прскалките со 0Pa тест притисок со тоа што вкупниот проток да биде $2l/m^2.m$, пресметано во однос на површината на примерокот кој се тестира. По 15 минути прскање без никаков притисок, се отпочнува со прскање под притисок се до постигнување на максималниот тест притисок P_{max} .

При извршување на тестот, се додека трае прскањето, постојано мора да се надгледува внатрешната површина на примерокот со цел да се детектира било какво капење или протекување на вода. Доколку се јави протекување, мора точно да се означи времето и местото каде што се јавило течењето или капењето.

Читање резултати

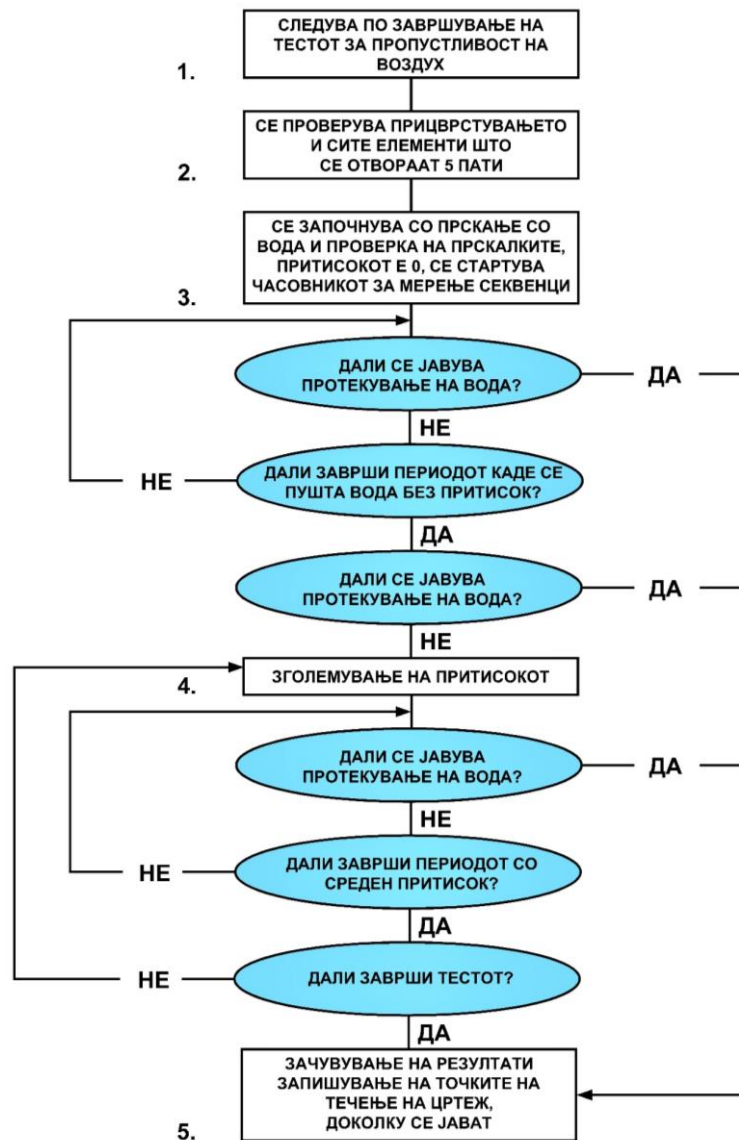
Доколку течењето се јави пред постигнување на максималниот тест притисок P_{max} , мора да се означи точното време и место каде истото се јавило. Локацијата на течењето со соодветни броеви (доколку течењето е на повеќе места) треба да се означи на соодветен цртеж во размер од примерокот.

Извештај за тест

Се подготвува извештај кој ги содржи следните информации:

- Опис на стандард;
- Име на институцијата која го вршела тестирањето;
- Име на личност или институција која побарала тестирање;
- Детали за примерокот: тип на конструкција, податоци за профили, потекло на материјали, тип на материјали, датум на производство и слично;
- Димензиониран цртеж од примерокот;
- Резултати од тестот;
- Ознака на производите од производителот;
- Податоци за состојбата на примерокот;
- Дата на тестирање;
- Дата на калибрација на комората и останатата опрема;
- Дата на извештајот;

Поптис од личноста која го направила примерокот [МКС EN 12155, 2011].



Графички приказ на тестот за пропустливост на вода

МКС EN 12179: 2011 (превземен EN 12179:2000) Curtain walling - Resistance to wind load - Test method – Стаклени фасади - Отпорност на притисок од ветер - Методи на испитување

Овој стандард го дефинира методот за одредување на отпорноста на притисок од ветер на стаклената фасада составена од фиксни и отворени делови, под позитивен и негативен статички воздушен притисок. Стандардот се применува за било која стаклена фасада, дефинирана со EN 13830:2000.

За целта на овој стандард, дефинирани се неколку термини:

- тест притисок – диференцијален притисок помеѓу двете страни на примерокот, изразен во паскали (Pa);
- позитивен притисок – се јавува кога надворешната површина на примерокот е изложена на повисок притисок во споредба со внатрешната површина;
- негативен притисок – кога внатрешната површина на примерокот е изложена на повисок притисок во споредба со надворешната површина;
- проектирано оптоварување на ветер – оптоварување кое е пресметано според процедура согласно ENV 1991-2-4 и применето во овој тест со позитивен и негативен тест притисок на примерокот;
- зголемено натоварување – (безбедносно натоварување) зголемување на проектираното оптоварување на ветер за 1,5 пати изразено во паскали;

- останато поместување – промена во формата или димензиите, која не исчезнува кога тест притисокот престанува
- фронтално поместување – максимално фронтално поместување на елемент, минус половина од збирот на фронталното поместување на крајот од секој елемент.

Принципот на тестирање се базира на примена на низа притисоци на тестирање (позитивни и негативни) при што се мерат поместувањата за секој притисок.

Потребни апарати за изведба на овој тест се:

- Комора со отворен дел, каде примерокот ќе биде прицврстен. Оваа комора треба да има доволна цврстина и крутост да го издржи притисокот на воздух за време на тестот. Истата не смее да се свиткува под дејство на притисокот до степен кој би влијаел на тестирањето на примерокот. Неопходно е да се постават конструктивни потпори, со кои примерокот ќе биде поврзан со комората. Комората треба да биде конструирана така што пропустливоста на воздух преку неа, при максимален воздушен притисок, нема да го надминува дозволениот пропуст на воздух низ примерокот за ист притисок;
- Уред за пуштање контролиран воздух под позитивен или негативен притисок кон примерокот;
- Уред со кој може брзо да се контролираат промени на притисокот;
- Уред за мерење на протокот на воздух во комората со точност од $\pm 5\%$;
- Уред за мерење на позитивен или негативен притисок, во мирување или движење, калибриран со точност од $\pm 5\%$;
- Уреди за мерење на поместувања со точност од $\pm 1\text{mm}$;
- Уреди за позиционирање на уредите за мерење на фронтални поместувања кај елементите од примерокот;
- Уреди за снимање на поместувањата додека трае тестот.

Примерокот треба да биде доставен во целосно оперативна состојба, спремен за користење и поставување на комората. Притоа, примерокот треба да биде составен од барем две типични единици (полиња) во ширина и висина, со цел да се обезбеди испитување на барем еден типичен вертикален и хоризонтален спој. Комората не смее да му обезбедува додатна крутост на примерокот. Висината на примерокот мора да биде целосна висина помеѓу две прицврстувања за примарната конструкција на објектот.

За специјално дизајнирани примероци на стаклена фасада или други специјални елементи, примерокот треба да биде со соодветни димензии кои ќе бидат адекватни за да ја прикажат целата комплексност со сите специфични барања.

Сите делови на примерокот треба да бидат во реален размер 1:1, со исти материјали, детали, методи на конструкција и фиксирање, како што би се користеле и на реален објект. Условите за поврзување треба да симулираат поврзување кое што би се остварило и на реален објект, што е можно поточно и попрецизно. Стандардот не може да се примени на периметарот каде се поврзуваат примерокот со комората за тестирање или примерокот со конструкцијата на објектот.

Примерокот е поставен на комората, а потоа се поставуваат уреди за мерење на максималните фронтални поместувања за соодветната стаклена фасада за да се постигнат карактеристики согласно EN 13116: 1997. Локацијата каде ќе се постави секој уред, односно точките каде ќе се мерат деформациите, треба да бидат означени на соодветен цртеж од примерокот. Останати подготовки не се потребни, бидејќи тестот се изведува после тестот за пропустливост на воздух и водонепропустливост.

Сите делови што се отвораат од примерокот, треба да се отворат и затворат 5 пати. Потоа потребно е добро да се затворат. Најпрво се испитува отпорноста на позитивен притисок, а потоа на негативен притисок.

Тест: Позитивен притисок

Се пуштаат три пулсирања со притисок од 50% од проектираното оптоварување на ветер или 500 Pa, во зависност од тоа кој е поголем. Краткиот период во кој се пушта притисок мора да трае повеќе од 1 секунда, но не повеќе од 3 секунди.

Сите уреди за мерење треба да бидат подесени на 0. Сите промени кај примерокот треба добро да се надгледуваат. Примерокот треба да биде подложен на притисок во 4 фази, за

минимален период од $15s \pm 5s$ за секоја фаза на проектирано оптоварување на ветер, на пример 25%, 50%, 75% и 100% проектирано оптоварување на ветер. За секој тест притисок се мерат фронталните поместувања и деформации согласно EN 13116:1997. Се мери и останатото поместување. Ова мерење не смее да се прави во период подолг од еден час по завршување на тестот.

Тест: Негативен притисок

Истата процедура како за позитивен притисок се повторува, со тоа што сега се користи негативен притисок.

Тест: Зголемено оптоварување

Овој тест не е задолжителен. Доколку е побарано, се нанесува тест притисок од 150% од проектираното оптоварување на ветер согласно EN 13116:1997 за минимум период од $15s \pm 5s$. Сите промени кај примерокот треба добро да се надгледуваат.

Читање резултати

Се наведуваат мерењата на фронталните поместувања за секој тест притисок и се пресметуваат фронталните деформации, кои се презентираат графички. Се наведува останатото поместување, како и одредени оштетувања кои се означуваат на цртеж од примерокот. Се споредуваат фронталните поместувања и останати деформации со максималните дозволени вредности според EN 13116:1997. Исто така, се наведуваат резултатите од тестот со зголемено оптоварување, вклучувајќи и состојби на оштетување на примерокот.

Извештај за тест

Се подготвува извештај кој ги содржи следните информации:

- Опис на стандард;
- Име на институцијата која го вршела тестирањето;
- Име на личност или институција која побарала тестирање;
- Детали за примерокот: тип на конструкција, податоци за профили, потекло на материјали, тип на материјали, датум на производство и слично;
- Димензиониран цртеж од примерокот;
- Резултати од тестот;
- Ознака на производителот од производителот;
- Податоци за состојбата на примерокот;
- Дата на тестирање;
- Дата на калибрација на комората и останатата опрема;
- Дата на извештајот;
- Поппис од личноста која го направила примерокот.

Test record

Order data

Order number	
Test number	1
Examiner	Dime
Date	21.05.2018

Characteristics of the element

Outside dimensions (WxH)	2.050 m	1.840 m	Sash mullion?	Seam length
Sash dimension 1 (WxH)	0.950 m	0.850 m	ja	2.750 m
Window surface	3.790 m ²		Seam length	12.740 m

Characteristics of the element

Type of the element:	Marija model 1 Aluminijska fasade Reynaers
Opening type:	4 fiksni prozorci

Reference of the profiles

Frame:	Reynaers	Sill connector:	////////
Sash:	167 x50	Top:	////////
Sash mullion:	275 x 50	Glazing bead:	////////
Seal:	Fiksni krila	Weather leg:	////////
Reinforcement:	Nema	Diverse:	////////
Base height:	Aluminium	Number of closing points:	////////
Mounting:	Elektrostatski farban aluminium	Number of turning points:	Nema

Glazing

Type:	Termopan	General strength:	////////
Glass measure:	Vozduh	Glass surface:	////////
Parapet panel:	975 x 870 mm x 4	Panel surface:	////////

Notes

Aluminijska fasada 4 fiksni prozorci 2055 x 1847mm

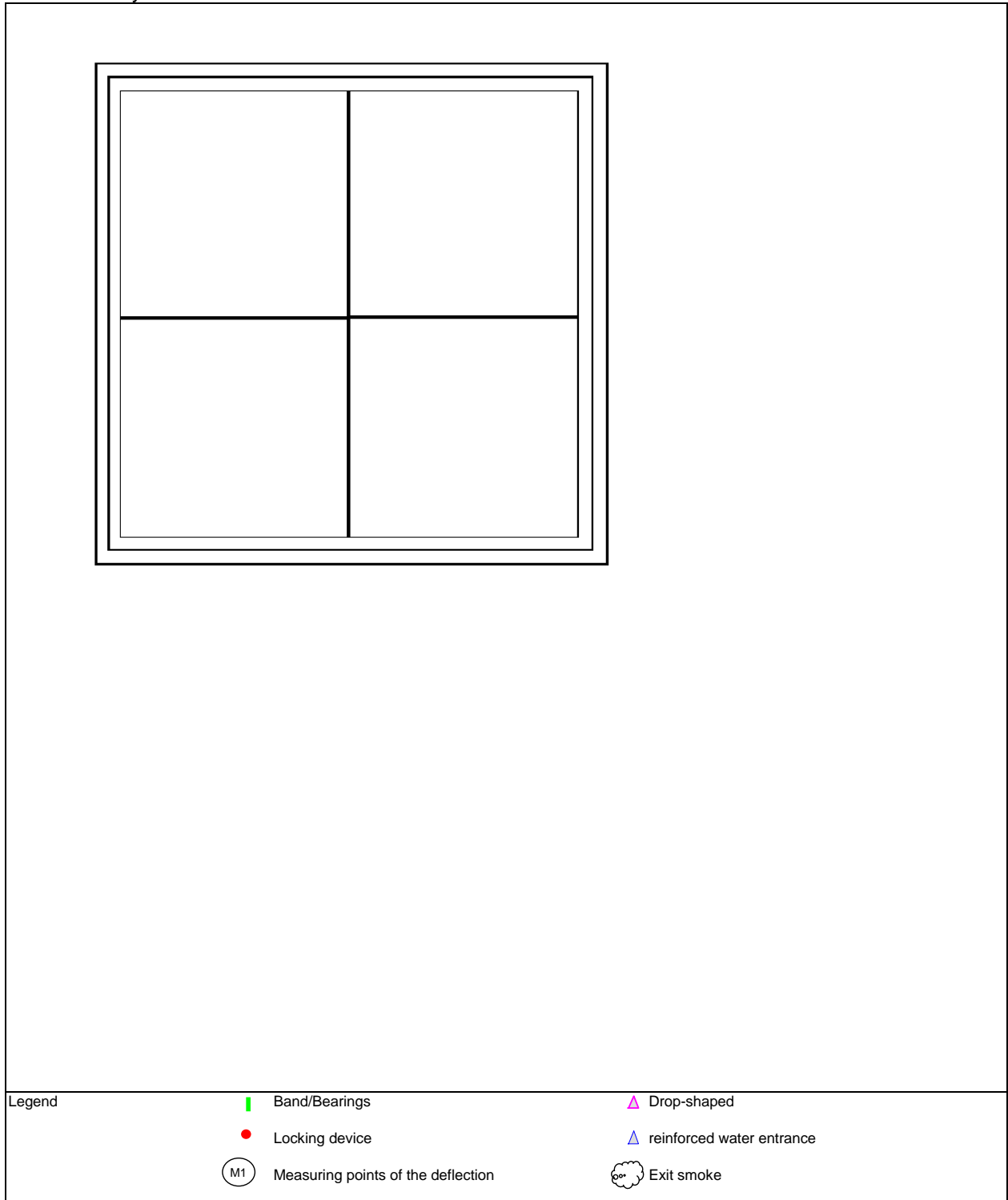
Air loss EN 12207	Class 3
average value EN 14350-1 / EN 12207	Class 3
Water EN 12208	Class ND
Wind load EN 12210	Class 4C
repetition of the air permeability EN 12207	Class 3
average value EN 14350-1 / EN 12207	Class 3

Date: 21.05.2018

Examiner: Dime

Signature of the examiner

Picture 1 test body view



1: Air permeability - test after EN 1026

Seam length **12.74 m**

Window surface **3.79 m²**

Table 1.0 Classification values air permeability EN 12207

Corner data classification	Pressure difference in Pa		10	50	100	150	200	250	300	450	600
	_____	Class 1	surface m ³ /(h/m ²)	10.77	31.50	50.00	65.52				
length m ³ /(h/m)			2.69	7.87	12.50	16.38					
Class 2		surface m ³ /(h/m ²)	5.82	17.01	27.00	35.38	42.86	49.73	56.16		
		length m ³ /hm	1.45	4.25	6.75	8.85	10.71	12.43	14.04		
Class 3		surface m ³ /(h/m ²)	1.94	5.67	9.00	11.79	14.29	16.58	18.72	24.53	29.72
		length m ³ /hm	0.48	1.42	2.25	2.95	3.57	4.14	4.68	6.13	7.43
Class 4		surface m ³ /(h/m ²)	0.65	1.89	3.00	3.93	4.76	5.53	6.24	8.18	9.91
		length m ³ /hm	0.16	0.47	0.75	0.98	1.19	1.38	1.56	2.04	2.48

3 Pressure strikes a **660Pa** nettled Temperature **23 °C** air humidity **50 %lf** air pressure **1021.298 hPa**

Table 1.1 1 measuring air loss pressure

Measuring values pressure	Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class
	Pa actual		49	100	151	202	252	305	463	610	
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Air permeability		10.98	16.27	19.59	21.78	23.68	25.44	29.31	31.85	
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.86	1.28	1.54	1.71	1.86	2.00	2.30	2.50	
	Class		3	3	3	3	3	3	3	3	
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	2.90	4.29	5.17	5.75	6.25	6.71	7.73	8.40	
	Class		3	3	3	3	3	3	4	3	
	General class pressure										

3 Pressure strikes a **-660Pa** nettled Temperature **23 °C** air humidity **50 %lf** air pressure **1021.787 hPa**

Table 1.2 1st measuring air loss suction

Measuring values suction	Pa nominal		-50	-100	-150	-200	-250	-300	-450	-600	General class
	Pa actual		-49	-100	-149	-200	-250	-301	-450	-599	
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Air permeability		10.93	16.52	20.62	24.16	27.28	30.15	37.90	44.70	
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.86	1.30	1.62	1.90	2.14	2.37	2.97	3.51	
	Class		3	3	3	3	3	3	3	3	
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	2.88	4.36	5.44	6.38	7.20	7.96	10.00	11.79	
	Class		3	3	3	3	3	3	3	3	
	General class suction										

Table 1.3 1 measuring air loss average value

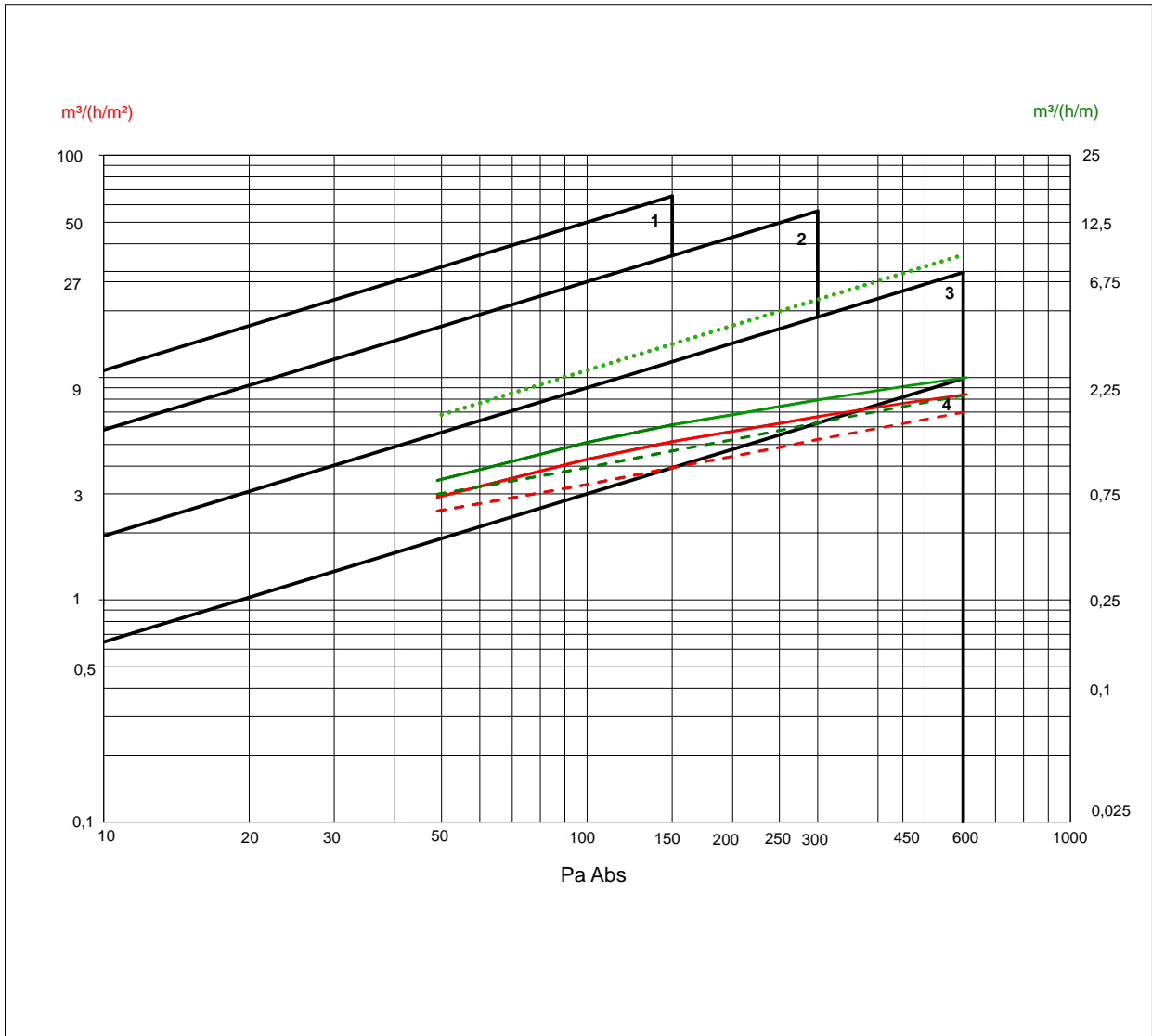
Average value from prssure and suction	Absolute in Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class
	Absolute in Pa actual		49	100	150	201	251	303	457	605	
	Air permeability	m ³ /h	10.96	16.39	20.11	22.97	25.48	27.80	33.60	38.27	
	Seam length		0.86	1.29	1.58	1.80	2.00	2.18	2.64	3.00	
	Class	m ³ /(h/m)	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Window surface		2.89	4.33	5.31	6.06	6.72	7.33	8.87	10.10	
	Class	m ³ /(h/m ²)	3	3	3	3	3	3	3	3	
	General class average value										

General classification EN 12207
 General class pressure **3**
 General class suction **3**
 General class pressure and suction **3**

General classification En 14351-1
 Average value : **3**

ND= Test not carried out

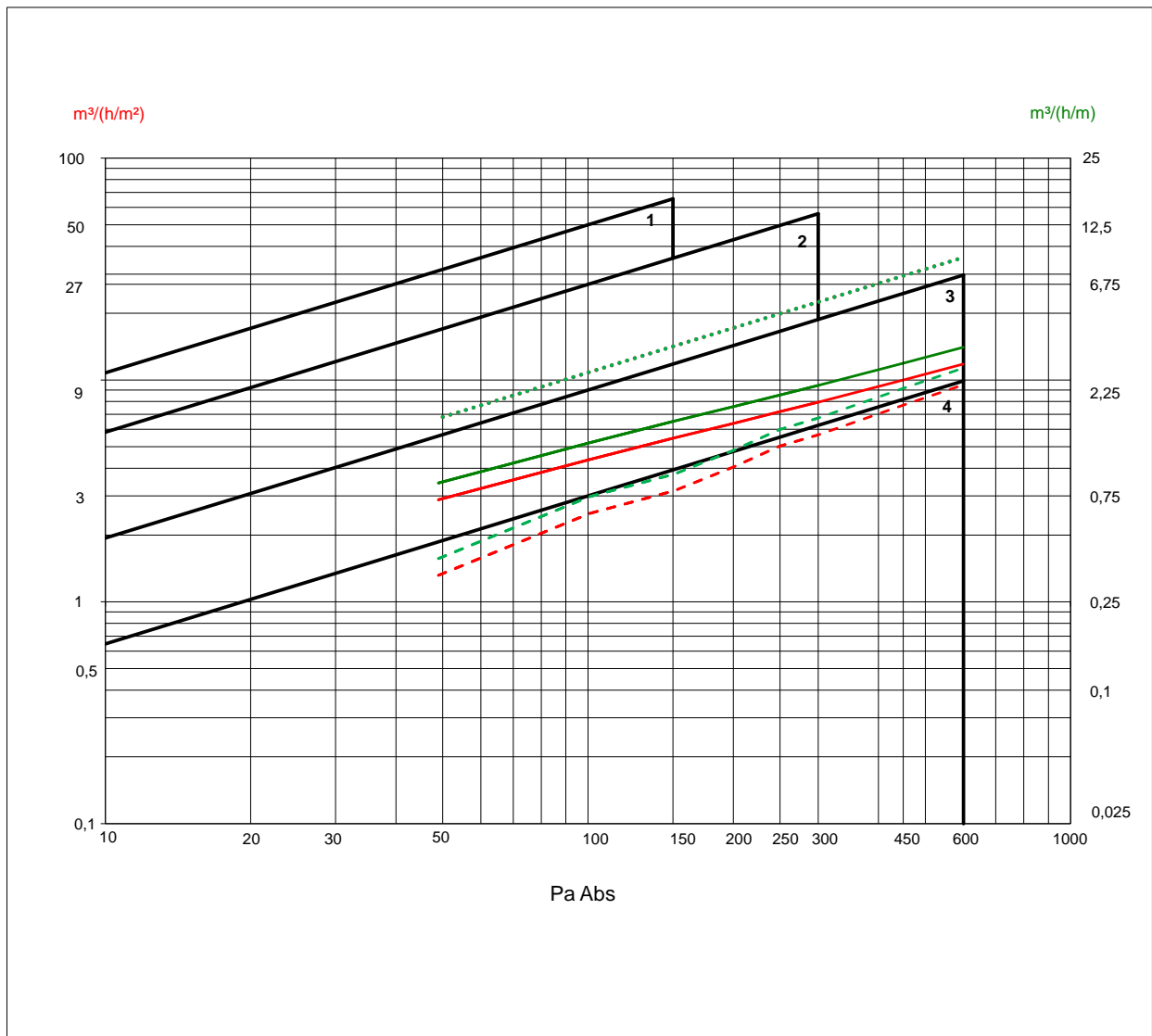
Diagram 1.0: Air permeability pressure EN 12207



Legend

— (solid black)	Corner data classification
— (solid red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 1st measuring
— (solid green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 1st measuring
- - - (dashed red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - - (dashed green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 2nd measuring
⋯ (dotted red)	Limit 2nd measuring Window surface
⋯ (dotted green)	Limit 2nd measuring Seam length

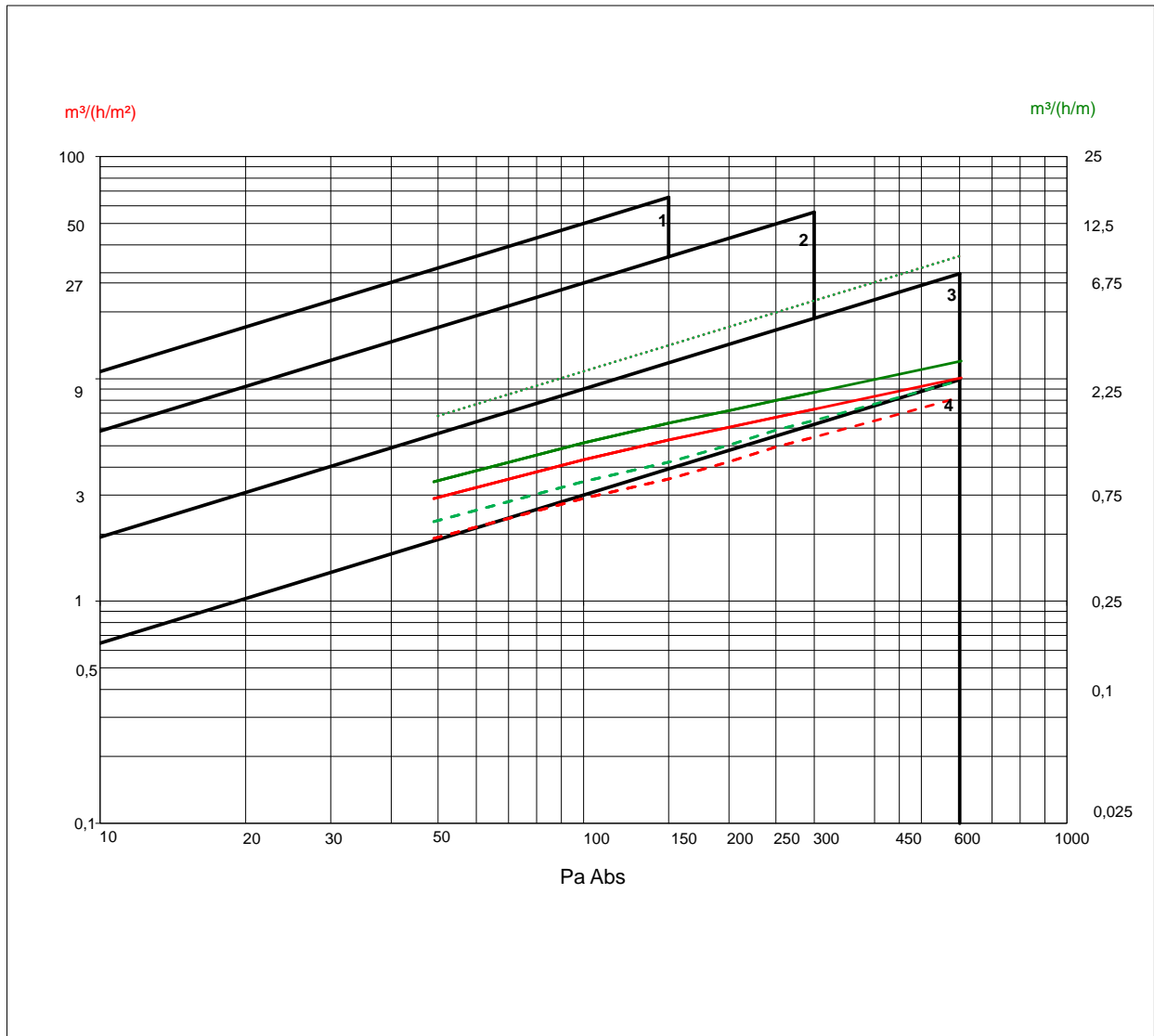
Diagram 2.0: Air permeability suction EN 12207



Legend

— (black)	Corner data classification
— (red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 1st measuring
— (green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 1st measuring
- - - (red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - - (green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 2nd measuring
..... (red)	Limit 2nd measuring Window surface
..... (green)	Limit 2nd measuring Seam length

Diagram 3.0: Air permeability average value of pressure and suction EN 14351



Legend

— (black)	Corner data classification
— (red)	$m^3/(h \cdot m^2)$ Window surface 1st measuring
— (green)	$m^3/(h \cdot m)$ Seam length 1st measuring
- - - (red)	$m^3/(h \cdot m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - - (green)	$m^3/(h \cdot m)$ Seam length 2nd measuring
..... (red)	Limit 2nd measuring Window surface
..... (green)	Limit 2nd measuring Seam length

2: Resistance at wind load - test after EN 12211

2.1: Displacement pressure suction

Testing pressure P1 Nom.: 1600Pa Act.: 1601Pa Nom.: -1600Pa Act.: -1604Pa
 Rest displacement measured at Nom.: 0Pa Act.: 0Pa Nom.: 0Pa Act.: 0Pa

Table 2.1 Maximum deflection to the classification at the base width

Class		max. relative deflection				
		group 1	group 2	group 3	group 4	group 5
		[1(a)-3(c)]	[4(d)-6(f)]	[7(g)-9(i)]	[10(j)-12(l)]	[13(m)-15(o)]
		1805 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
A	1/ 150	12.03	0.00	0.00	0.00	0.00
B	1/ 200	9.03	0.00	0.00	0.00	0.00
C	1/ 300	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00

3 Pressure strikes a 1757Pa

3 Pressure strikes a -1748Pa

Table 2.2 Measuring results of the frontal deflection in mm suction /pressure

Pa	Way 1(a)	Way 2(b)	Way 3(c)	f in mm	1/	Class
1601Pa	0.22	0.36	0.07	0.22	8395	C
0Pa	0.01	0.00	0.01	0.01	180500	
-1604Pa	0.29	0.46	0.11	0.26	6942	C
0Pa	0.07	0.06	0.02	0.02	120333	

Legend P1 Test pressure
 Way 1,2,3 frontal changing of the situation on the measuring points M1, M2, M3
 f frontal deflection

Classification after EN 12210 pressure	Class	C	4
Classification after EN 12210 suction	Class	C	4
Classification after EN 12210 *	Class	C	4

* For the classification, the smallest measurement of wind pressure and wind suction is authoritative.
 ND= Test not carried out

Notes

2.2: Test at pressure-suction-reverse load

Test pressure P2 Nominal absolute 800Pa

There are 50 Cycles of plus -810Pa Minus 811Pa done

Tabelle 2.3 Measuring result of the pressure-suction-reverse load

Class	1	2	3	4	5	Ex
Absolute pressure	200Pa	400Pa	600Pa	800Pa	1000Pa	
Absolute pressure actual				800Pa		
System test sustained						

Classification after EN 12210	Class	ND
--------------------------------------	--------------	-----------

ND= Test not carried out

Notes

3: repetition of the air permeability - test after EN 1026

Seam length 12.74 m

Window surface 3.79 m²

Table 3.0 Classification values air permeability EN 12207

Corner data classification	Pressure difference in Pa		10	50	100	150	200	250	300	450	600	
	Class 1	surface	m ³ /(h/m ²)	10.77	31.50	50.00	65.52					
length		m ³ /(h/m)	2.69	7.87	12.50	16.38						
Class 2		surface	m ³ /(h/m ²)	5.82	17.01	27.00	35.38	42.86	49.73	56.16		
		length	m ³ /(h/m)	1.45	4.25	6.75	8.85	10.71	12.43	14.04		
Class 3		surface	m ³ /(h/m ²)	1.94	5.67	9.00	11.79	14.29	16.58	18.72	24.53	29.72
		length	m ³ /(h/m)	0.48	1.42	2.25	2.95	3.57	4.14	4.68	6.13	7.43
Class 4		surface	m ³ /(h/m ²)	0.65	1.89	3.00	3.93	4.76	5.53	6.24	8.18	9.91
		length	m ³ /(h/m)	0.16	0.47	0.75	0.98	1.19	1.38	1.56	2.04	2.48

Table 3.1 2nd measuring air loss pressure

3 Pressure strikes a 660Pa nettled Temperature 24 °C air humidity 49 %lf air pressure 1014.121 hPa

Measuring values pressure	Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class	
	Pa actual		49	99	149	201	252	303	458	605		
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Air permeability	m ³ /h	9.51	12.47	14.85	16.79	18.48	20.05	23.72	26.54		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.75	0.98	1.17	1.32	1.45	1.57	1.86	2.08		
	Class	m ³ /(h/m)	3	3	3	3	3	3	4	4		3
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	2.51	3.29	3.92	4.43	4.87	5.29	6.26	7.00		
	Class	m ³ /(h/m ²)	3	3	4	4	4	4	4	4		3
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	General class pressure											3

Table 3.2 2nd measuring air loss suction

3 Pressure strikes a -660Pa nettled Temperature 24 °C air humidity 49 %lf air pressure 1014.902 hPa

Measuring values suction	Pa nominal		-50	-100	-150	-200	-250	-300	-450	-600	General class	
	Druckdifferenz in Pa		-49	-101	-151	-200	-249	-300	-450	-601		
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Air permeability	m ³ /h	4.991	9.503	12.003	15.339	19.026	21.453	29.193	36.104		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.39	0.75	0.94	1.20	1.49	1.68	2.29	2.83		
	Class	m ³ /(h/m)	4	4	4	3	3	3	3	3		3
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.32	2.51	3.17	4.05	5.02	5.66	7.70	9.53		
	Class	m ³ /(h/m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4		4
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	General class suction											4

Table 3.3 2nd measuring air loss average value

Average value from prssure and suction	Absolute in Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class	
	Absolute in Pa actual		49	100	150	201	251	302	454	603		
	Air permeability total	m ³ /h	7.25	10.99	13.43	16.06	18.75	20.75	26.46	31.32		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.57	0.86	1.05	1.26	1.47	1.63	2.08	2.46		
	Class	m ³ /(h/m)	3	3	3	3	3	3	3	4		3
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.91	2.90	3.54	4.24	4.95	5.48	6.98	8.26		
	Class	m ³ /(h/m ²)	3	4	4	4	4	4	4	4		3
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	General class average value											3

General classification EN 12206 after the second measuring

	Class	20% requirement
General class pressure	3	OK
General class suction	4	OK
General class pressure and suction	3	

Maximum allow increase= <20% above the reach class

The requirements were fulfilled

General classification EN 14351-1 after the second measuring

Maximum allow increase= <20% above the reach class

Average value : 3 OK

The requirements were fulfilled

ND= Test not carried out

Notes

The air permeability after the tests of the resistance against wind with the test pressures p1 and p2 may not stride the upper limit of the indicated class after EN 12207 for more than 20%.

4: Water tightness - test after EN 1027

Number of spraying nozzles 1st row 5 of 2 l/min. Spraying method A
 Number of spraying nozzles 2nd row 0 of 0 l/min. Spraying angle 24 Degree
 Water quantity 10 l/min. 600 l/h

Table 4.0

Class	Pressure in Pa		Time	Water entrance		Observation
	Nom.:	Act.:		Dripping	Flowing	
A1	0	-20	0:15:00	0:00:00	0:07:28	
A2	50	50	0:05:00	0:01:26	0:00:00	
A3	100	100	0:05:00	0:00:00	0:00:00	
A4	150	150	0:05:00	0:00:00	0:00:00	
A5	200	200	0:05:00	0:00:00	0:00:00	
A6	250	252	0:05:00	0:00:00	0:00:00	
A7	300	300	0:05:00	0:00:00	0:00:00	
A8						
A9						

No water entry at Pa

Classification after EN 12208	Class	
--------------------------------------	--------------	--

ND= Test not carried out

Notes

5: Resistance at wind load - test after EN 12211/ Safety test

Test pressure P3 Nom.: -2400Pa Act.: -2401Pa
 Nom.: 2400Pa Act.: 2429Pa

Table 5.0 Measuring results of the safety test

Class	Pressure						Suction					
	1	2	3	4	5	Ex	1	2	3	4	5	Ex
Absolute pressure	600Pa	1200Pa	1800Pa	2400Pa	3000Pa		-600Pa	-1200Pa	-1800Pa	-2400Pa	-3000Pa	
Absolute pressure actual				2400Pa						-2400Pa		
Safety test sustained												

Notes

Classification after EN 12210	Pressure	Class	ND
	Suction	Class	ND
		Class	ND

ND= Test not carried out

General classification after EN 12210

Deflection at test pressure P1	± 1600Pa	Class	C	4
Test at reated pressure with P2 at	± 800Pa	Class	C	ND
Safety test with P3 at	± 2400Pa	Class	C	ND
General classification resistance at wind load		Class	C	4

Test record

Order data

Order number	
Test number	1
Examiner	Dime
Date	18.05.2018

Characteristics of the element

Outside dimensions (WxH)	2.030 m	1.900 m	Sash mullion?	Seam length
Sash dimension 1 (WxH)	0.930 m	0.870 m	ja	2.730 m
Window surface	3.850 m ²		Seam length	12.700 m

Characteristics of the element

Type of the element:	Marija Model 2 Aluminijska fasada Schuc
Opening type:	4 fiksni krila

Reference of the profiles

Frame:	Aluminijska fasada Schuco	Sill connector:	Nema
Sash:	100 x 50 mm	Top:	Nema
Sash mullion:	270 x 50 mm	Glazing bead:	Nema
Seal:	Fiksni krila	Weather leg:	Nema
Reinforcement:	Nema	Diverse:	Nema
Base height:	Aluminium	Number of closing points:	Fiksni krila
Mounting:	Elektrostatski farban profil	Number of turning points:	Nema

Glazing

Type:	Termopan	General strength:	/////////
Glass measure:	Argon	Glass surface:	//////////
Parapet panel:	9500	Panel surface:	//////////

Notes

Marija Model 2 Aluminijska fasada Schuco 2030 x 1900 so 4 fiksni krila

Air loss EN 12207	Class 4
average value EN 14350-1 / EN 12207	Class 4
Water EN 12208	Class A7
Wind load EN 12210	Class 4C
repetition of the air permeability EN 12207	Class 4
average value EN 14350-1 / EN 12207	Class 4

Date: 18.05.2018

Examiner: Dime

Signature of the examiner

Picture 1 test body view

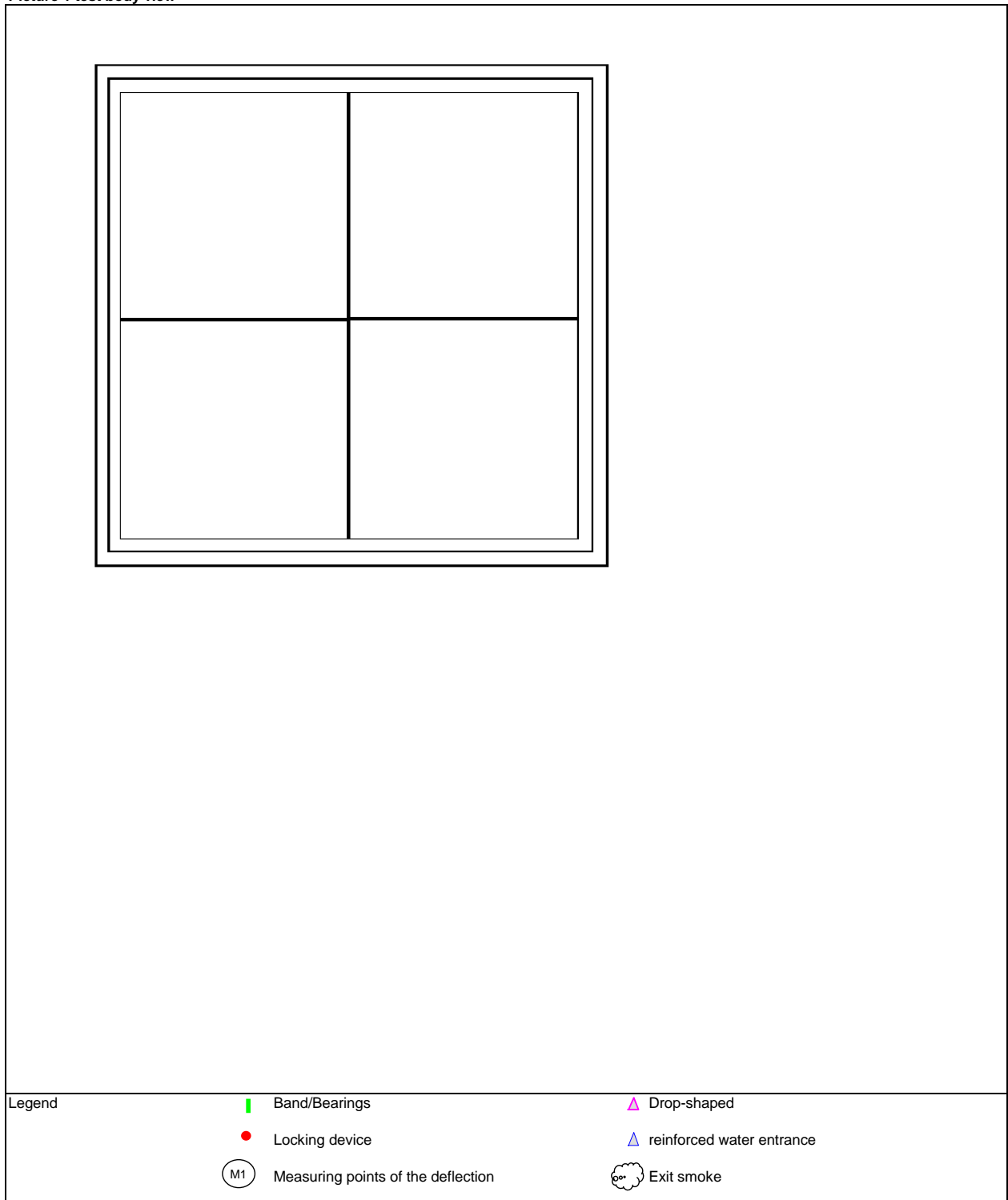
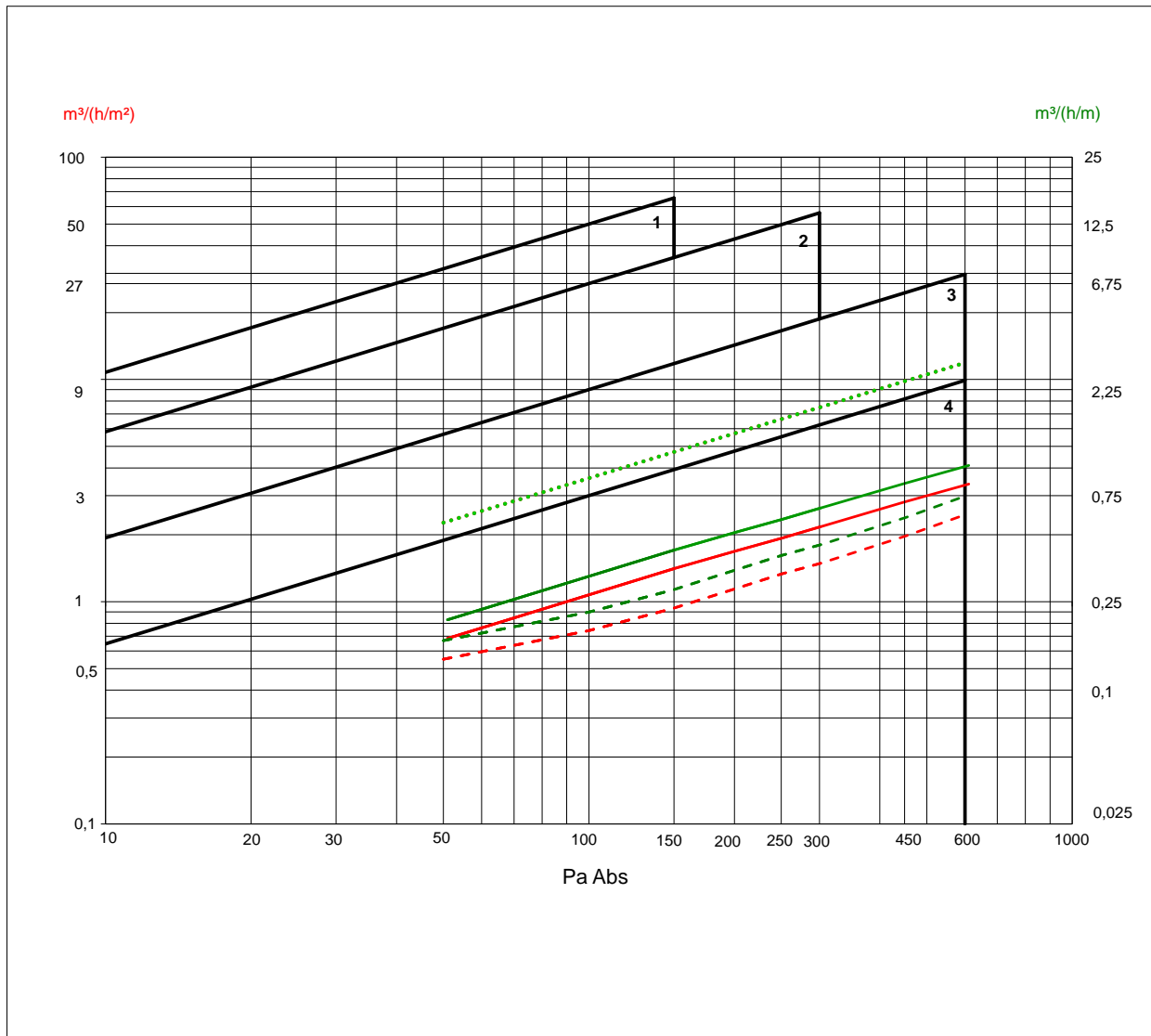
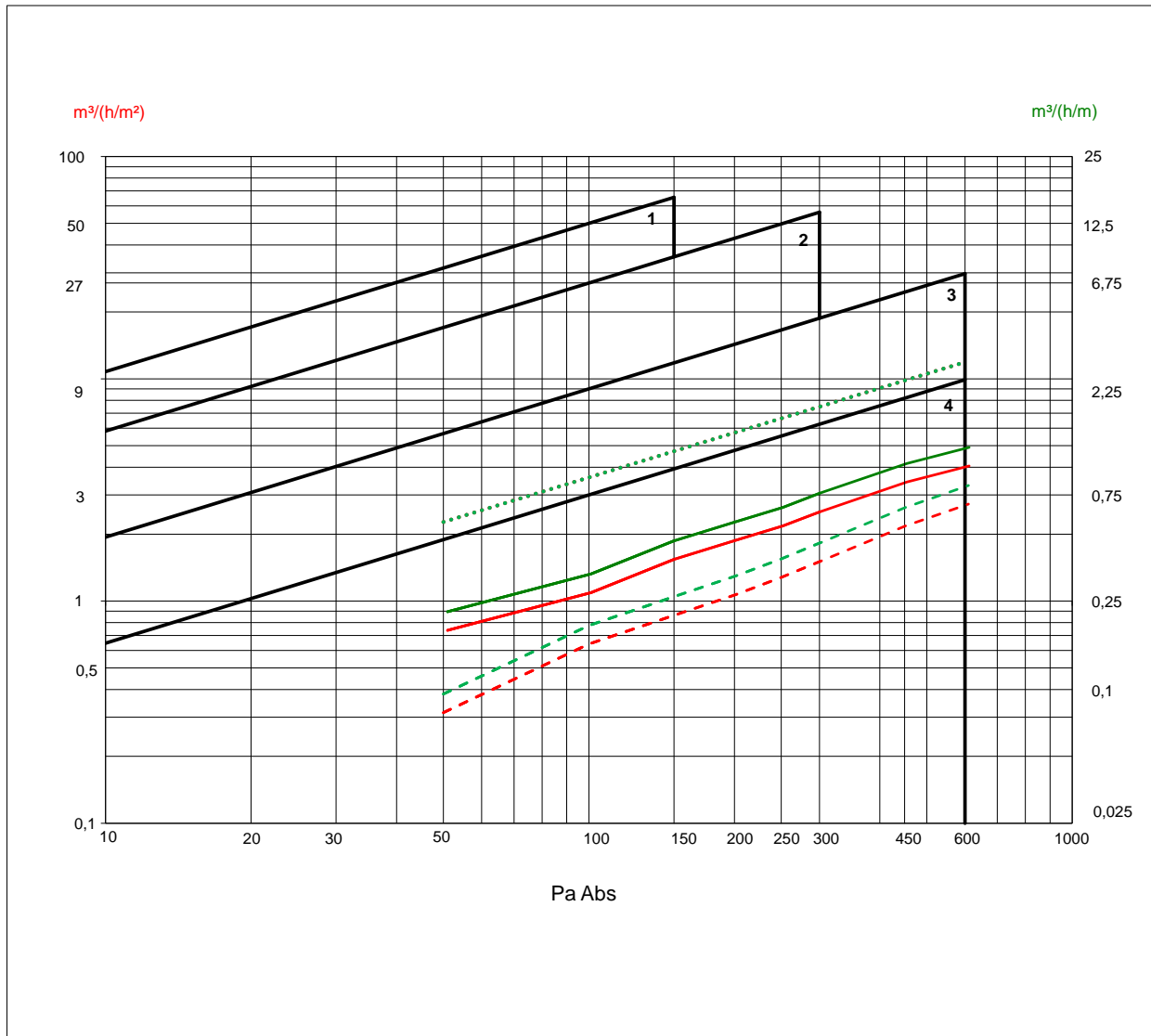


Diagram 1.0: Air permeability pressure EN 12207



Legend	
— (solid black)	Corner data classification
— (solid red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 1st measuring
— (solid green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 1st measuring
- - - (dashed red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - - (dashed green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 2nd measuring
..... (dotted red)	Limit 2nd measuring Window surface
..... (dotted green)	Limit 2nd measuring Seam length

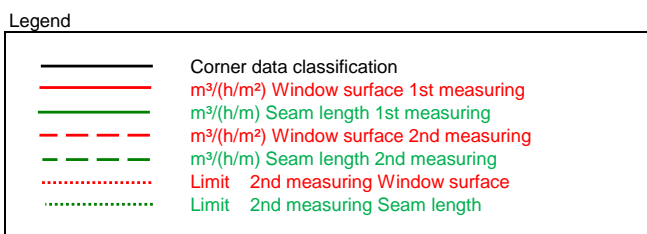
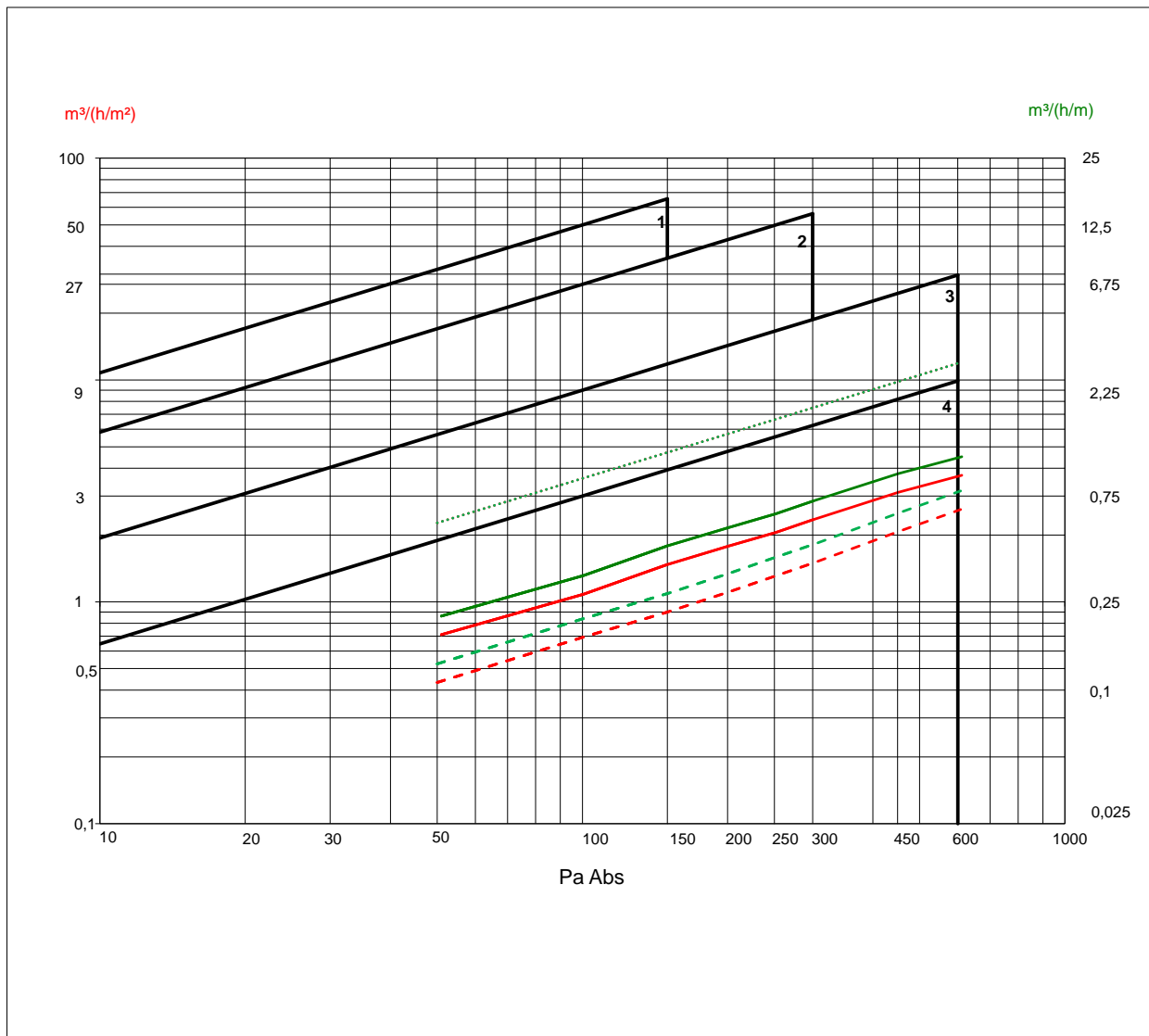
Diagram 2.0: Air permeability suction EN 12207



Legend

—	Corner data classification
—	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 1st measuring
—	$m^3/(h/m)$ Seam length 1st measuring
- - -	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - -	$m^3/(h/m)$ Seam length 2nd measuring
.....	Limit 2nd measuring Window surface
.....	Limit 2nd measuring Seam length

Diagram 3.0: Air permeability average value of pressure and suction EN 14351



2: Resistance at wind load - test after EN 12211

2.1: Displacement pressure suction

Testing pressure P1 Nom.: 1600Pa Act.: 1604Pa Nom.: -1600Pa Act.: -1609Pa
 Rest displacement measured at Nom.: 0Pa Act.: 0Pa Nom.: 0Pa Act.: -9Pa

Table 2.1 Maximum deflection to the classification at the base width

Class		max. relative deflection				
		group 1	group 2	group 3	group 4	group 5
		[1(a)-3(c)]	[4(d)-6(f)]	[7(g)-9(i)]	[10(j)-12(l)]	[13(m)-15(o)]
		1850 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
A	1/ 150	12.33	0.00	0.00	0.00	0.00
B	1/ 200	9.25	0.00	0.00	0.00	0.00
C	1/ 300	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00

3 Pressure strikes a 1773Pa

3 Pressure strikes a -1758Pa

Table 2.2 Measuring results of the frontal deflection in mm suction /pressure

Pa	Way 1(a)	Way 2(b)	Way 3(c)	f in mm	1/	Class
1604Pa	0.26	0.64	0.06	0.48	3854	C
0Pa	0.01	0.00	0.00	0.01	370000	
-1609Pa	0.16	0.56	0.05	0.46	4066	C
-9Pa	0.01	0.01	0.01	0.00	0	

Legend P1 Test pressure
 Way 1,2,3 frontal changing of the situation on the measuring points M1, M2, M3
 f frontal deflection

Classification after EN 12210 pressure	Class	C	4
Classification after EN 12210 suction	Class	C	4
Classification after EN 12210 *	Class	C	4

* For the classification, the smallest measurement of wind pressure and wind suction is authoritative.
 ND= Test not carried out

Notes

2.2: Test at pressure-suction-reverse load

Test pressure P2 Nominal absolute 800Pa

There are 50 Cycles of plus -813Pa Minus 811Pa done

Tabelle 2.3 Measuring result of the pressure-suction-reverse load

Class	1	2	3	4	5	Ex
Absolute pressure	200Pa	400Pa	600Pa	800Pa	1000Pa	
Absolute pressure actual				800Pa		
System test sustained						

Classification after EN 12210	Class	ND
--------------------------------------	--------------	-----------

ND= Test not carried out

Notes

3: repetition of the air permeability - test after EN 1026

Seam length 12.7 m

Window surface 3.85 m²

Table 3.0 Classification values air permeability EN 12207

Corner data classification	Pressure difference in Pa		10	50	100	150	200	250	300	450	600	
	Class 1	surface	m ³ /(h/m ²)	10.77	31.50	50.00	65.52					
length		m ³ /(h/m)	2.69	7.87	12.50	16.38						
Class 2		surface	m ³ /(h/m ²)	5.82	17.01	27.00	35.38	42.86	49.73	56.16		
		length	m ³ /(h/m)	1.45	4.25	6.75	8.85	10.71	12.43	14.04		
Class 3		surface	m ³ /(h/m ²)	1.94	5.67	9.00	11.79	14.29	16.58	18.72	24.53	29.72
		length	m ³ /(h/m)	0.48	1.42	2.25	2.95	3.57	4.14	4.68	6.13	7.43
Class 4		surface	m ³ /(h/m ²)	0.65	1.89	3.00	3.93	4.76	5.53	6.24	8.18	9.91
		length	m ³ /(h/m)	0.16	0.47	0.75	0.98	1.19	1.38	1.56	2.04	2.48

Table 3.1 2nd measuring air loss pressure

3 Pressure strikes a 660Pa nettled Temperature 23 °C air humidity 49 %lf air pressure 994.882 hPa

Measuring values pressure	Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class	
	Pa actual		50	100	149	200	250	304	454	606		
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Air permeability		2.12	2.85	3.59	4.40	5.13	5.76	7.62	9.55		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.17	0.22	0.28	0.35	0.40	0.45	0.60	0.75		
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4		
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	0.55	0.74	0.93	1.14	1.33	1.50	1.98	2.48		
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4		
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	General class pressure											4

Table 3.2 2nd measuring air loss suction

3 Pressure strikes a -660Pa nettled Temperature 23 °C air humidity 49 %lf air pressure 991.66 hPa

Measuring values suction	Pa nominal		-50	-100	-150	-200	-250	-300	-450	-600	General class	
	Druckdifferenz in Pa		-50	-100	-151	-201	-251	-302	-452	-610		
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Air permeability		1.212	2.466	3.338	4.114	4.932	5.827	8.387	10.514		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.10	0.19	0.26	0.32	0.39	0.46	0.66	0.83		
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4		
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	0.31	0.64	0.87	1.07	1.28	1.51	2.18	2.73		
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4		
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	General class suction											4

Table 3.3 2nd measuring air loss average value

Average value from prssure and suction	Absolute in Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class	
	Absolute in Pa actual		50	100	150	201	251	303	453	608		
	Air permeability total	m ³ /h	1.67	2.66	3.46	4.25	5.03	5.79	8.00	10.03		
	Seam length		0.13	0.21	0.27	0.34	0.40	0.46	0.63	0.79		
	Class	m ³ /(h/m)	4	4	4	4	4	4	4	4		
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	0.43	0.69	0.90	1.11	1.31	1.50	2.08	2.61		
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4		
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	General class average value											4

General classification EN 12206 after the second measuring

	Class	20% requirement
General class pressure	4	OK
General class suction	4	OK
General class pressure and suction	4	

Maximum allow increase= <20% above the reach class

The requirements were fulfil

General classification EN 14351-1 after the second measuring

Maximum allow increase= <20% above the reach class

Average value : 4 OK

The requirements were fulfil

ND= Test not carried out

Notes

The air permeability after the tests of the resistance against wind with the test pressures p1 and p2 may not stride the upper limit of the indicated class after EN 12207 for more than 20%.

4: Water tightness - test after EN 1027

Number of spraying nozzles 1st row 5 of 2 l/min. Spraying method A
 Number of spraying nozzles 2nd row 0 of 0 l/min. Spraying angle 24 Degree
 Water quantity 10 l/min. 600 l/h

Table 4.0

Class	Pressure in Pa		Time	Water entrance		Observation
	Nom.:	Act.:		Dripping	Flowing	
A1	0	-19	0:15:00	0:00:00	0:00:00	OK
A2	50	50	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A3	100	99	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A4	150	151	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A5	200	200	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A6	250	250	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A7	300	301	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A8						
A9						

No water entry at 300 Pa

Classification after EN 12208	Class	A7
--------------------------------------	--------------	-----------

ND= Test not carried out

Notes

5: Resistance at wind load - test after EN 12211/ Safety test

Test pressure P3 Nom.: -2400Pa Act.: -2401Pa
 Nom.: 2400Pa Act.: 2409Pa

Table 5.0 Measuring results of the safety test

Class	Pressure						Suction					
	1	2	3	4	5	Ex	1	2	3	4	5	Ex
Absolute pressure	600Pa	1200Pa	1800Pa	2400Pa	3000Pa		-600Pa	-1200Pa	-1800Pa	-2400Pa	-3000Pa	
Absolute pressure actual				2400Pa						-2400Pa		
Safety test sustained												

Notes

Classification after EN 12210	Pressure	Class	ND
	Suction	Class	ND
		Class	ND

ND= Test not carried out

General classification after EN 12210

Deflection at test pressure P1	± 1600Pa	Class	C	4
Test at reated pressure with P2 at	± 800Pa	Class	ND	ND
Safety test with P3 at	± 2400Pa	Class	ND	ND
General classification resistance at wind load		Class	C	4

Test record

Order data

Order number	
Test number	1
Examiner	Marija
Date	17.05.2018

Characteristics of the element

Outside dimensions (WxH)	2.010 m	1.900 m	Sash mullion?	Seam length
Sash dimension 1 (WxH)	0.910 m	0.860 m	ja	2.680 m
Window surface	3.820 m ²		Seam length	12.480 m

Characteristics of the element

Type of the element:	MODEL 3 Aluminiuska fasada
Opening type:	Fiksni krila

Reference of the profiles

Frame:	Aluminiuska ramka -ELVIAL	Sill connector:	Nema
Sash:	50 mm x 55 mm	Top:	Nema
Sash mullion:	180 mm x 55 mm	Glazing bead:	////////
Seal:	Fiksno	Weather leg:	Nema
Reinforcement:	Elvial fiksni krila	Diverse:	////////
Base height:	Aluminium	Number of closing points:	Fiksni krila
Mounting:	Elektrostatsko farban	Number of turning points:	Nema

Glazing

Type:	Termopan 3 slojno staklo	General strength:	////////
Glass measure:	Argon	Glass surface:	//////////
Parapet panel:	925 x 870 mm x 4	Panel surface:	//////////

Notes

Aluminiuska fasada Model 3 so 4 fiksni prozorci

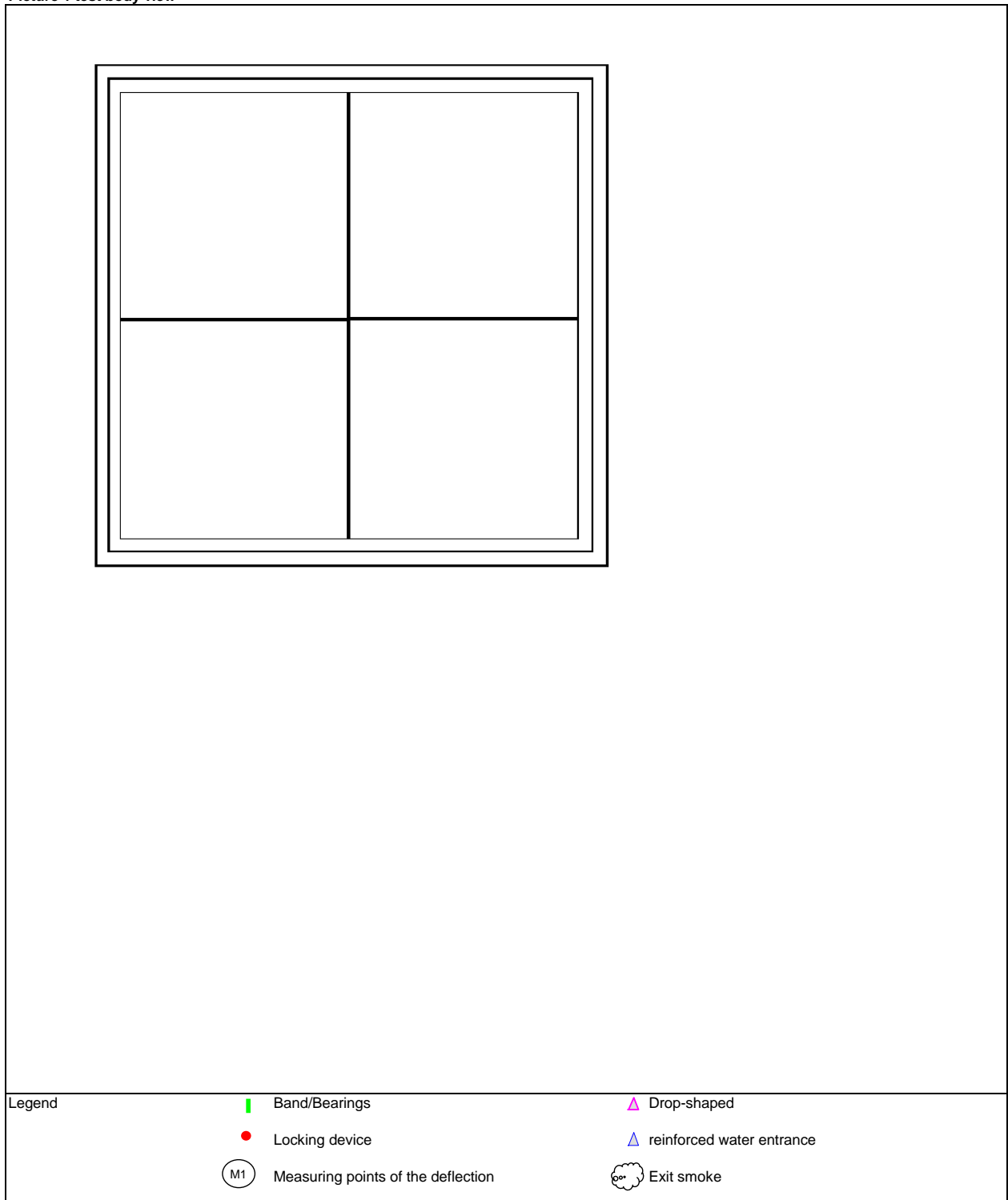
Air loss EN 12207	Class 4
average value EN 14350-1 / EN 12207	Class 4
Water EN 12208	Class A7
Wind load EN 12210	Class 4C
repetition of the air permeability EN 12207	Class 4
average value EN 14350-1 / EN 12207	Class 4

Date: 17.05.2018

Examiner: Marija

Signature of the examiner

Picture 1 test body view



1: Air permeability - test after EN 1026

Seam length **12.48 m**

Window surface **3.82 m²**

Table 1.0 Classification values air permeability EN 12207

Corner data classification	Pressure difference in Pa		10	50	100	150	200	250	300	450	600
	_____	Class 1	surface m ³ /(h/m ²)	10.77	31.50	50.00	65.52				
length m ³ /(h/m)			2.69	7.87	12.50	16.38					
Class 2		surface m ³ /(h/m ²)	5.82	17.01	27.00	35.38	42.86	49.73	56.16		
		length m ³ /hm	1.45	4.25	6.75	8.85	10.71	12.43	14.04		
Class 3		surface m ³ /(h/m ²)	1.94	5.67	9.00	11.79	14.29	16.58	18.72	24.53	29.72
		length m ³ /hm	0.48	1.42	2.25	2.95	3.57	4.14	4.68	6.13	7.43
Class 4		surface m ³ /(h/m ²)	0.65	1.89	3.00	3.93	4.76	5.53	6.24	8.18	9.91
		length m ³ /hm	0.16	0.47	0.75	0.98	1.19	1.38	1.56	2.04	2.48

3 Pressure strikes a **660Pa** nettled Temperature **22 °C** air humidity **49 %lf** air pressure **1004.062 hPa**

Table 1.1 1 measuring air loss pressure

Measuring values pressure	Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class
	Pa actual		50	100	150	202	251	302	455	604	
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Air permeability		6.32	9.68	12.21	14.49	16.42	18.22	22.93	26.93	
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.51	0.78	0.98	1.16	1.32	1.46	1.84	2.16	
	Class		3	3	4	4	4	4	4	4	
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.66	2.53	3.20	3.79	4.30	4.77	6.00	7.05	
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4	
	General class pressure										

3 Pressure strikes a **-660Pa** nettled Temperature **22 °C** air humidity **49 %lf** air pressure **1004.502 hPa**

Table 1.2 1st measuring air loss suction

Measuring values suction	Pa nominal		-50	-100	-150	-200	-250	-300	-450	-600	General class
	Pa actual		-50	-100	-150	-202	-253	-302	-454	-606	
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Air permeability		6.54	9.85	12.49	14.88	16.93	18.72	23.56	27.58	
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.52	0.79	1.00	1.19	1.36	1.50	1.89	2.21	
	Class		3	3	3	3	4	4	4	4	
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.71	2.58	3.27	3.89	4.43	4.90	6.17	7.22	
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4	
	General class suction										

Table 1.3 1 measuring air loss average value

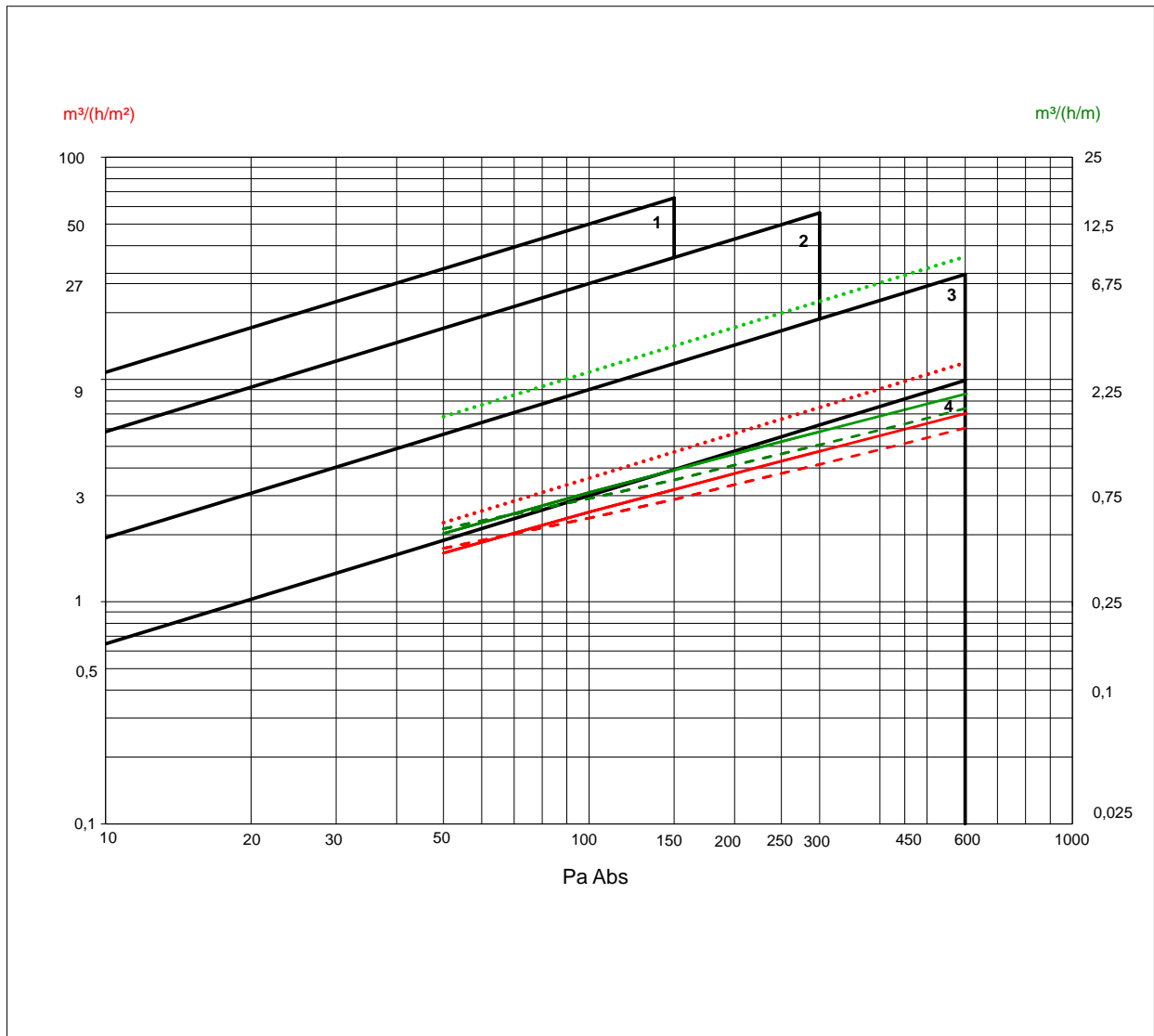
Average value from prssure and suction	Absolute in Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class	
	Absolute in Pa actual		50	100	150	202	252	302	455	605		
	Air permeability	m ³ /h	6.43	9.76	12.35	14.69	16.67	18.47	23.25	27.25		
	Seam length		0.52	0.78	0.99	1.18	1.34	1.48	1.86	2.18		
	Class	m ³ /(h/m)	3	3	3	4	4	4	4	4		3
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.68	2.56	3.23	3.84	4.36	4.83	6.09	7.13		
	Class		4	4	4	4	4	4	4	4		4
General class average value										4		

General classification EN 12207
 General class pressure **4**
 General class suction **4**
 General class pressure and suction **4**

General classification En 14351-1
 Average value : **4**

ND= Test not carried out

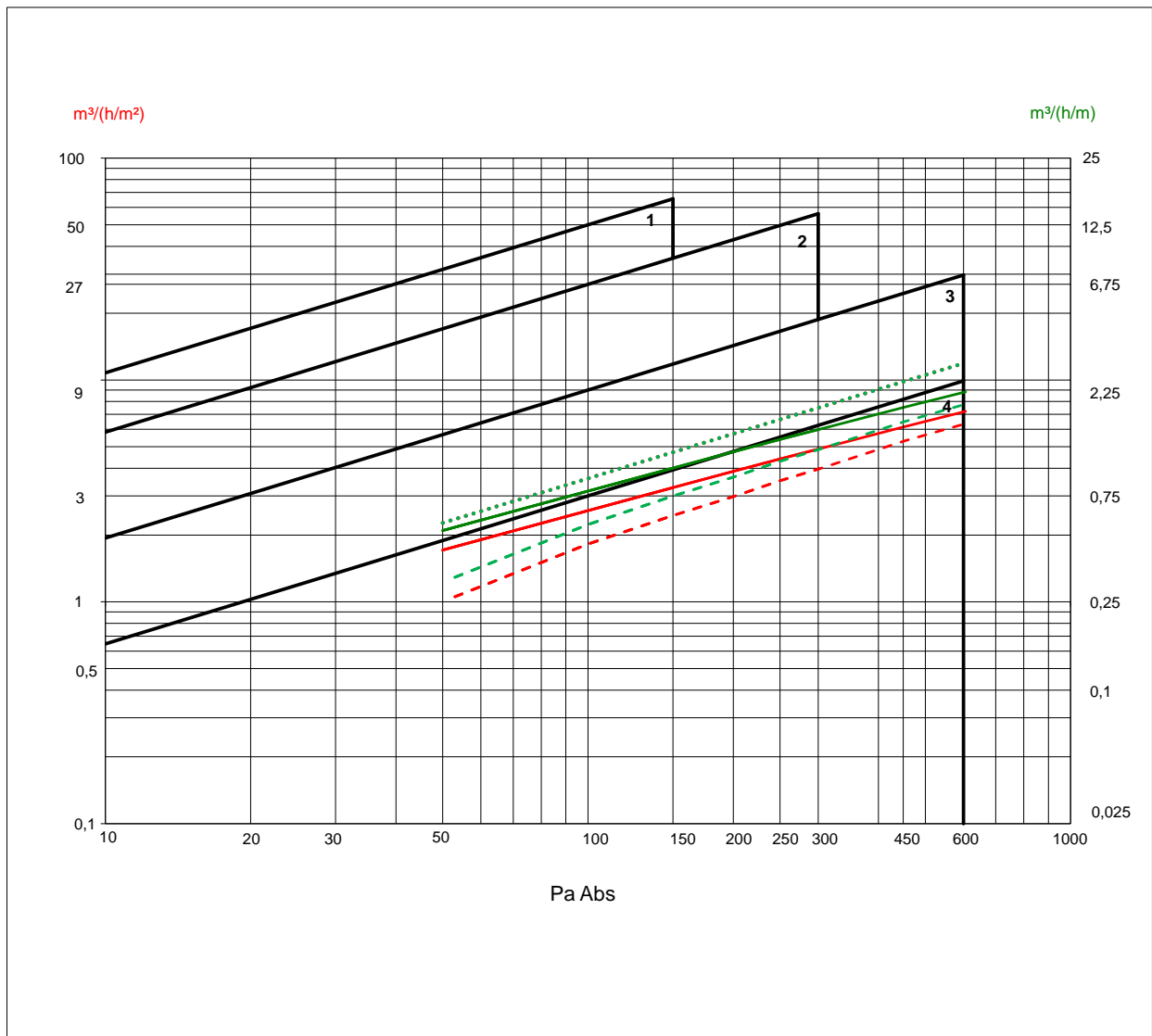
Diagram 1.0: Air permeability pressure EN 12207



Legend

—	Corner data classification
—	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 1st measuring
—	$m^3/(h/m)$ Seam length 1st measuring
- - -	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - -	$m^3/(h/m)$ Seam length 2nd measuring
.....	Limit 2nd measuring Window surface
.....	Limit 2nd measuring Seam length

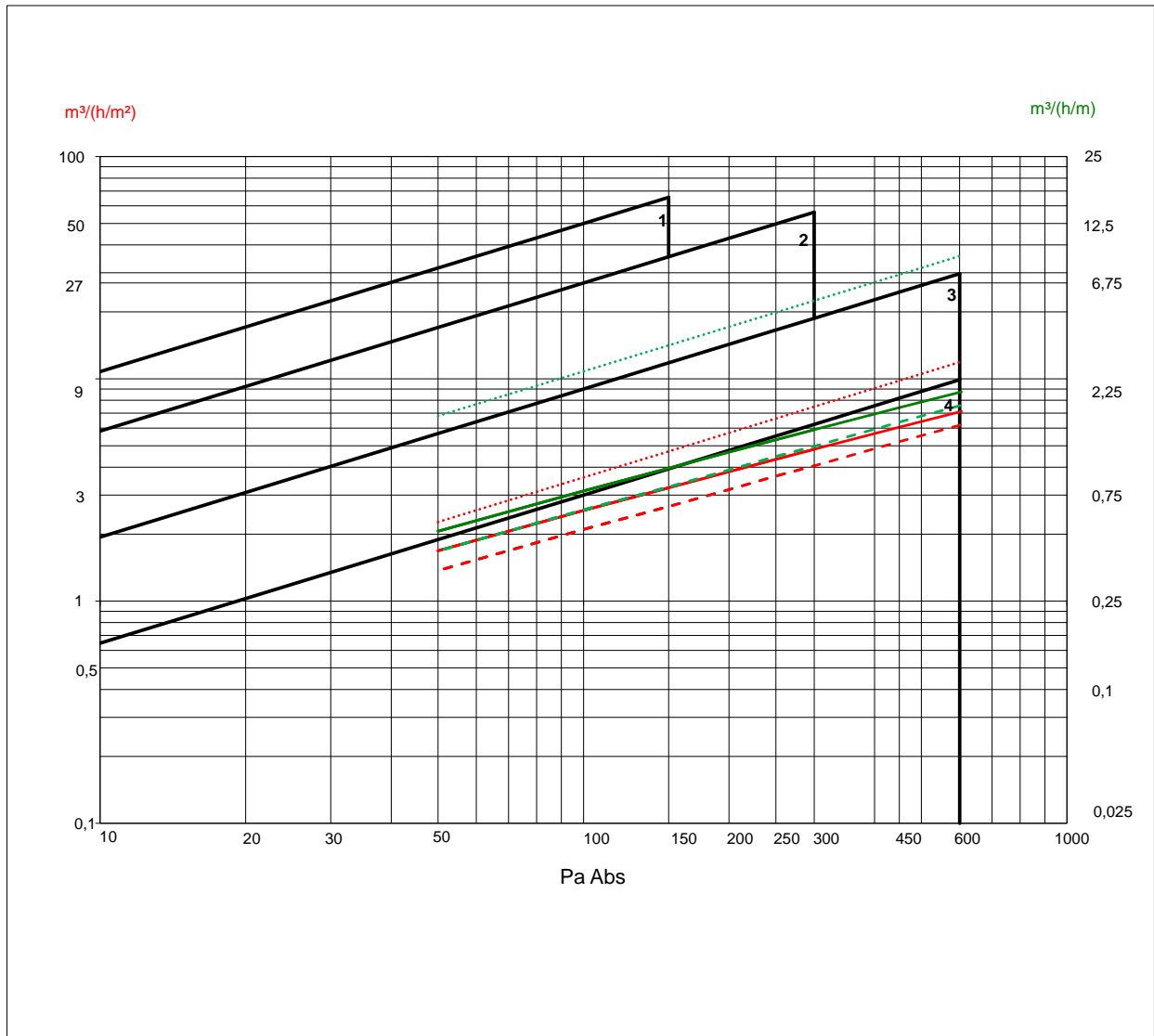
Diagram 2.0: Air permeability suction EN 12207



Legend

— (solid black)	Corner data classification
— (solid red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 1st measuring
— (solid green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 1st measuring
- - - (dashed red)	$m^3/(h/m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - - (dashed green)	$m^3/(h/m)$ Seam length 2nd measuring
⋯ (dotted red)	Limit 2nd measuring Window surface
⋯ (dotted green)	Limit 2nd measuring Seam length

Diagram 3.0: Air permeability average value of pressure and suction EN 14351



Legend

—	Corner data classification
— (red)	$m^3/(h \cdot m^2)$ Window surface 1st measuring
— (green)	$m^3/(h \cdot m)$ Seam length 1st measuring
- - - (red)	$m^3/(h \cdot m^2)$ Window surface 2nd measuring
- - - (green)	$m^3/(h \cdot m)$ Seam length 2nd measuring
⋯ (red)	Limit 2nd measuring Window surface
⋯ (green)	Limit 2nd measuring Seam length

2: Resistance at wind load - test after EN 12211

2.1: Displacement pressure suction

Testing pressure P1 Nom.: 1600Pa Act.: 1602Pa Nom.: -1600Pa Act.: -1609Pa
 Rest displacement measured at Nom.: 0Pa Act.: 0Pa Nom.: 0Pa Act.: 0Pa

Table 2.1 Maximum deflection to the classification at the base width

Class		max. relative deflection				
		group 1	group 2	group 3	group 4	group 5
		[1(a)-3(c)]	[4(d)-6(f)]	[7(g)-9(i)]	[10(j)-12(l)]	[13(m)-15(o)]
		1850 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
A	1/ 150	12.33	0.00	0.00	0.00	0.00
B	1/ 200	9.25	0.00	0.00	0.00	0.00
C	1/ 300	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00

3 Pressure strikes a 1762Pa

3 Pressure strikes a -1760Pa

Table 2.2 Measuring results of the frontal deflection in mm suction /pressure

Pa	Way 1(a)	Way 2(b)	Way 3(c)	f in mm	1/	Class
1602Pa	0.27	1.68	0.27	1.41	1312	C
0Pa	0.04	0.04	0.04	0.00	0	
-1609Pa	0.19	1.53	0.16	1.36	1365	C
0Pa	0.00	0.00	0.00	0.00	0	

Legend P1 Test pressure
 Way 1,2,3 frontal changing of the situation on the measuring points M1, M2, M3
 f frontal deflection

Classification after EN 12210 pressure	Class	C	4
Classification after EN 12210 suction	Class	C	4
Classification after EN 12210 *	Class	C	4

* For the classification, the smallest measurement of wind pressure and wind suction is authoritative.
 ND= Test not carried out

Notes

2.2: Test at pressure-suction-reverse load

Test pressure P2 Nominal absolute 800Pa

There are 50 Cycles of plus -811Pa Minus 814Pa done

Tabelle 2.3 Measuring result of the pressure-suction-reverse load

Class	1	2	3	4	5	Ex
Absolute pressure	200Pa	400Pa	600Pa	800Pa	1000Pa	
Absolute pressure actual				800Pa		
System test sustained						

Classification after EN 12210	Class	ND
--------------------------------------	--------------	-----------

ND= Test not carried out

Notes

3: repetition of the air permeability - test after EN 1026

Seam length 12.48 m

Window surface 3.82 m²

Table 3.0 Classification values air permeability EN 12207

Corner data classification	Pressure difference in Pa		10	50	100	150	200	250	300	450	600	
	Class 1	surface	m ³ /(h/m ²)	10.77	31.50	50.00	65.52					
length		m ³ /(h/m)	2.69	7.87	12.50	16.38						
Class 2		surface	m ³ /(h/m ²)	5.82	17.01	27.00	35.38	42.86	49.73	56.16		
		length	m ³ /(h/m)	1.45	4.25	6.75	8.85	10.71	12.43	14.04		
Class 3		surface	m ³ /(h/m ²)	1.94	5.67	9.00	11.79	14.29	16.58	18.72	24.53	29.72
		length	m ³ /(h/m)	0.48	1.42	2.25	2.95	3.57	4.14	4.68	6.13	7.43
Class 4		surface	m ³ /(h/m ²)	0.65	1.89	3.00	3.93	4.76	5.53	6.24	8.18	9.91
		length	m ³ /(h/m)	0.16	0.47	0.75	0.98	1.19	1.38	1.56	2.04	2.48

Table 3.1 2nd measuring air loss pressure

3 Pressure strikes a 660Pa nettled Temperature 24 °C air humidity 49 %lf air pressure 999.619 hPa

Measuring values pressure	Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class	
	Pa actual		50	100	151	200	249	301	454	607		
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Air permeability	m ³ /h	6.64	9.09	11.05	12.85	14.40	15.87	19.78	23.25		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.53	0.73	0.89	1.03	1.15	1.27	1.58	1.86		
	Class	m ³ /(h/m)	3	4	4	4	4	4	4	4		3
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.74	2.38	2.89	3.36	3.77	4.15	5.18	6.09		
	Class	m ³ /(h/m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4		4
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	General class pressure											4

Table 3.2 2nd measuring air loss suction

3 Pressure strikes a -660Pa nettled Temperature 24 °C air humidity 49 %lf air pressure 999.277 hPa

Measuring values suction	Pa nominal		-50	-100	-150	-200	-250	-300	-450	-600	General class	
	Druckdifferenz in Pa		-53	-100	-149	-201	-250	-302	-453	-605		
	Air permeability Qc	m ³ /h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Air permeability	m ³ /h	4.026	6.953	9.31	11.411	13.438	15.21	20.281	24.253		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.32	0.56	0.75	0.91	1.08	1.22	1.63	1.94		
	Class	m ³ /(h/m)	4	4	4	4	4	4	4	4		4
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.05	1.82	2.44	2.99	3.52	3.98	5.31	6.35		
	Class	m ³ /(h/m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4		4
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	General class suction											4

Table 3.3 2nd measuring air loss average value

Average value from prssure and suction	Absolute in Pa nominal		50	100	150	200	250	300	450	600	General class	
	Absolute in Pa actual		52	100	150	201	250	302	454	606		
	Air permeability total	m ³ /h	5.33	8.02	10.18	12.13	13.92	15.54	20.03	23.75		
	Seam length	m ³ /(h/m)	0.43	0.64	0.82	0.97	1.12	1.25	1.60	1.90		
	Class	m ³ /(h/m)	4	4	4	4	4	4	4	4		4
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	Window surface	m ³ /(h/m ²)	1.40	2.10	2.66	3.17	3.64	4.07	5.24	6.22		
	Class	m ³ /(h/m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4		4
	Deviation > 20% from measuring1		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK
	General class average value											4

General classification EN 12206 after the second measuring

	Class	20% requirement
General class pressure	4	OK
General class suction	4	OK
General class pressure and suction	4	

Maximum allow increase= <20% above the reach class

The requirements were fulfil

General classification EN 14351-1 after the second measuring

Average value : 4 OK

Maximum allow increase= <20% above the reach class

The requirements were fulfil

ND= Test not carried out

Notes

The air permeability after the tests of the resistance against wind with the test pressures p1 and p2 may not stride the upper limit of the indicated class after EN 12207 for more than 20%.

4: Water tightness - test after EN 1027

Number of spraying nozzles 1st row **5** of **2 l/min.** Spraying method **A**
 Number of spraying nozzles 2nd row **0** of **0 l/min.** Spraying angle **24 Degree**
 Water quantity **10 l/min.** **600 l/h**

Table 4.0

Class	Pressure in Pa		Time	Water entrance		Observation
	Nom.:	Act.:		Dripping	Flowing	
A1	0	-17	0:15:00	0:00:00	0:00:00	OK
A2	50	50	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A3	100	99	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A4	150	150	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A5	200	201	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A6	250	250	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A7	300	301	0:05:00	0:00:00	0:00:00	OK
A8						
A9						

No water entry at **300 Pa**

Classification after EN 12208	Class	A7
--------------------------------------	--------------	-----------

ND= Test not carried out

Notes

5: Resistance at wind load - test after EN 12211/ Safety test

Test pressure P3 Nom.: -2400Pa Act.: -2406Pa
 Nom.: 2400Pa Act.: 2415Pa

Table 5.0 Measuring results of the safety test

Class	Pressure						Suction					
	1	2	3	4	5	Ex	1	2	3	4	5	Ex
Absolute pressure	600Pa	1200Pa	1800Pa	2400Pa	3000Pa		-600Pa	-1200Pa	-1800Pa	-2400Pa	-3000Pa	
Absolute pressure actual				2400Pa						-2400Pa		
Safety test sustained												

Notes

Classification after EN 12210	Pressure	Class	ND
	Suction	Class	ND
		Class	ND

ND= Test not carried out

General classification after EN 12210

Deflection at test pressure P1	± 1600Pa	Class	C	4
Test at reated pressure with P2 at	± 800Pa	Class		ND
Safety test with P3 at	± 2400Pa	Class		ND
General classification resistance at wind load		Class	C	4

Прилог 6
ДЕЛ ОД ОСНОВЕН ПРОЕКТ
ФАЗА: **АРХИТЕКТУРА**

ОБЈЕКТ: **ХОТЕЛ + АДМИНИСТРАЦИЈА**

ЛОКАЦИЈА: ГП: 5.7; Ул."Букурешка" бр. 16; КП: 3007; 3006/15; КО: Карпош



ПРОЕКТАНТ:

Марија Милошевска Јанакиеска, дипл.инж.арх.

СОДРЖИНА**А ТЕКСТУАЛЕН ДЕЛ**

ТЕХНИЧКИ ОПИС

Б ГРАФИЧКИ ДЕЛ

1	СИТУАЦИЈА СО ПЕТТА ФАСАДА	M=1:320
2	СИТУАЦИЈА СО ОТВОРЕНО ПРИЗЕМЈЕ	M=1:320
3	ОСНОВА НА ТЕМЕЛИ	M=1:220
4	ОСНОВА НА ПОДРУМ -2	M=1:220
5	ОСНОВА НА ПОДРУМ -1	M=1:220
6	ОСНОВА НА ПРИЗЕМЈЕ	M=1:120
7	ОСНОВА НА ПРВИ КАТ	M=1:120
8	ОСНОВА НА ВТОРИ КАТ	M=1:120
9	ОСНОВА НА ТРЕТИ КАТ	M=1:120
10	ОСНОВА НА ЧЕТВРТИ КАТ	M=1:120
11	ОСНОВА НА ПЕТТИ КАТ	M=1:120
12	ОСНОВА НА ЛИФТ КУЌА	M=1:120
13	ОСНОВА НА ПЕТТА ФАСАДА	M=1:120
14	ПРЕСЕК 1-1	M=1:120
15	ПРЕСЕК 2-2	M=1:120
16	ИСТОЧНА ФАСАДА	M=1:120
17	СЕВЕРНА ФАСАДА	M=1:120
18	ЗАПАДНА ФАСАДА	M=1:120

ТЕХНИЧКИ ОПИС

Локацијата на објектот се наоѓа во општина Карпош, на ул. „Букурешка“ бр. 16 во градот Скопје (ГП: 5.7; Ул."Букурешка" бр. 16; КП: 3007; 3006/15; КО: Карпош). Објектот има спратност од приземје и пет ката, со максимална висина на венец 21.00 метри според „Детален урбанистички план за градска четврт 3 06, Општина Карпош“. Градежната линија на локацијата од три страни е повлечена од регулационата линија, односно од линијата на градежната парцела, додека пак од јужната страна има соседен објект со намена семејно домување во станбени згради, катност П+6+Пк и максимална висина на венец 21.70 метри. На западната страна се наоѓа ул. „Букурешка“, на северната страна има зеленило, додека пак на источната страна има соседна парцела со објект со намена семејно домување во станбени згради со спратност П+3+Пк и максимална висина на венец од 14.70 метри.



3Д приказ на објектот

Пристапот за возилата е од улица „Букурешка“ на јужната страна од соседната градежна парцела. Преку овој пристап се стигнува до рампа која исто така се наоѓа во соседната парцела, со која се стигнува пак до подземен паркинг. Подземниот паркинг е решен на две нивоа (подрум -1 и подрум -2). Подземниот паркинг е заеднички за двете соседни парцели, бидејќи и двата објекти имаат ист инвеститор. Тие имаат една заедничка рампа и се наоѓаат на исти висински коти. Во подрум -1 паркирањето е на платформи (паркинг еден врз друг), додека во подрум -2 паркирањето е регуларно.

Во објектот се остварени две различни намени (хотел и административен дел), па затоа има и повеќе влезови. Влезот во хотелот е од страната на улицата, односно од западната страна. Од северната страна има уште еден влез во хотелот, односно влез во ресторанот од хотелот. Влезот во административниот дел се наоѓа исто така на северната фасада. Сите влезови се подигнати за 0.15 метри од котата на тротоарот.

Слободните површини околу зградата се главно уредени со бекатон плочки, а во задниот дел се предвидува поставување на жардиниери, како и тревна површина со дрва. Решението на партерот е вклопено со целосниот изглед на зградата.

Овој објект претставува комплексна целина во која се вклопени две намени: хотел и административен објект. На секое ниво има две скалишни јадра, едното за хотелот со две лифтовски окна и едното за домот на културата. Содржини од хотелот има на приземје, први и втори кат, додека содржини од административниот дел има на приземје, трети, четврти и петти кат.

Зградата ги содржи следните содржини:

Подрумот -2 се наоѓа на кота -6.70м во однос на котата на приземје и до него се стигнува преку рампа која тргнува од подрум -1. На ова ниво се обезбедени 4 паркинг места, наменети за

администрација, внатрешна улица, како и повеќе подрумски простории. Бруто површината на подрум -2 е $269,10\text{m}^2$.

Подрумот -1 се наоѓа на кота -3.90м во однос на котата на приземје и до него се стигнува преку рампа која тргнува од котата на теренот и која се наоѓа соседната градежна парцела 5.8. Двата објекти се во сопственост на ист инвеститор, па поради тоа подрумите -1 и -2 на двата објекти се поврзани и се наоѓаат на исто ниво. Рампата е заедничка. Во подрум -1 се обезбедени 4 паркинг места за хотелот (со платформа) и 4 паркинг места за администрација (со платформа), внатрешна улица, електрособа, хидро и топлотна подстанција. Бруто површината на подрум -1 е $269,10\text{m}^2$.

Влезовите во зградата се подигнати за 0.15м од котата на тротоарот. Влезот во хотелот се наоѓа на западната страна. Во хотелот може да се влезе и преку ресторанот на средината од северната фасада. На северната страна се наоѓа и влезот за администрација.

Приземјето е подигнато за 0.15м во однос на котата на теренот. Во приземјето се сместени содржини и од хотелот и од администрацијата.

Хотелските содржини на приземје се состојат од скалишно јадро со ходник со скали и две лифтовски окна, како и влезен дел, рецепција, просторија за багаж, ресторан, кујна со мини бар, магацин за храна, предпростор, машки и женски тоалет и остава.

Административниот дел на приземје вклучува влезен дел, инфо пулт, ходник, скали и лифт.

Приземјето има бруто површина од $227,00\text{m}^2$.

Првиот и вториот кат се наменети за содржини на хотелот, а од административната намена на ова ниво се јавува само скалишното јадро кое се состои од ходник, скали и лифт.

Хотелските содржини на првиот и вториот кат се состојат од два апартмани, две соби, скалишно јадро, заеднички простор за седење, просторија за хигиеничарки и тоалет за хигиеничарки.

Катовите имаат бруто површина од $227,00\text{m}^2$ без еркери, односно $279,70\text{m}^2$ со еркери.

Третиот, четвртиот и петтиот кат се наменети за содржини на администрацијата, а од хотелот на ова ниво се јавува само скалишното јадро кое се состои од ходник, скали и два лифта.

На секој кат има предпростор, инфо пулт, машки и женски тоалети, канцеларија за раководител и канцеларии за вработени.

Третиот, четвртиот и петтиот кат имаат бруто површина од $227,00\text{m}^2$ без еркери, односно $279,70\text{m}^2$ со еркери.

Рамната тераса се наоѓа на кота 20.90м во однос на котата на приземјето. Оваа тераса е проодна и до неа се стигнува од двете скалишни јадра (од хотелот и администрацијата). Терасата се состои од патеки, средишен дел со маси за седење и зеленило. Терасата може да ја користат и гостите од хотелот и вработените во администрација.

Терасата има бруто површина од 73m^2 .

Конструктивниот систем на објектот е армирано бетонски скелетен систем, кој се состои само од периметрални греди, додека внатрешни греди нема заради инсталациите кои ќе поминуваат над спуштениот плафон. Темелите се решени како темелна плоча со $d=90\text{cm}$. Во подрумите и приземјето столбовите се со димензии $50/60\text{cm}$, додека на катовите се со димензии $50/50\text{cm}$. Катните плочи се со дебелина $d=22\text{cm}$. Армирано – бетонски платна има околу скалишните јадра и лифтовите со дебелина $d=25\text{cm}$.

Надворешните ѕидови (S1) се со дебелина од 33см, составени од шуплив керамички блок 25см и демит фасада од 8см од надворешната страна. Од внатрешната страна се малтерисани со малтер 2см. Таму каде што има армирано бетонско платно, од надворешна страна се поставува демит фасада со дебелина од 8см, а внатрешната страна се премачкува со слој од малтер со дебелина од 2см (S2). Во подрумите, во делот што е под земја, ѕидовите се од армиран бетон 20см, хидроизолација, стирпор и тefonд од надворешна страна (S3). Делот од ѕидовите во подрумот што излегува над земја, треба да биде обложен со демит фасада со дебелина од 8см.

Преградните ѕидови во посебните функционални целини (хотел и администрација) се со дебелина од 12см, составени од шуплив керамички блок 12см со по 2см малтер од двете страни (ПС 1), а преградните ѕидови помеѓу функционалните целини (хотел и администрација) се со дебелина 25см, составени од шуплив керамички блок 10см, термоизолација, шуплив керамички блок 10см и по 2 см малтер од двете страни (ПС 2). Овие ѕидови се користени и помеѓу собите и апартманите кај хотелот. Меѓу канцелариите во административниот дел се користат ѕидови ПС 1 и прегради од стакло.

Отворите во фасадата се состојат од прозорци и стаклена фасада. Прозорците се предвидени да бидат од PVC, изработени од пластифицирани алуминиумски профили, со термопан стакло (4+12+4)мм во црна боја. Вратите кон хотелот и администрацијата се лизгачки, додека во ресторанот од хотелот се двокрилни со отварање кон надвор и исто така се предвидени да бидат PVC, изработени од пластифицирани алуминиумски профили, со термопан стакло (4+12+4)мм во црна боја.

Стаклената фасада се јавува само на дел од објектот и таа е предвидена да биде од алуминиумски профили со двослојно обично стакло (4+16+4)мм. Просторот помеѓу стаклата е предвиден со дебелина од 16мм, исполнет со воздух. Стаклената фасада е прикажана на Слика х во основа, пресек и изглед. На први и втори кат има апартман, додека на трети четврти и петти кат има канцелариски простор.

Фасадата на објектот е демит фасада со дебелина 8см во крем боја. На централниот дел од северната фасада демитот има различна дебелина со цел да се направи декорација. На делови од фасадата има специјални фасадни плочи “thermstone“ (имитација на камен) на метална подконструкција исполнета со термоизолација. Овие фасадни плочи се отпорни на климатски и надворешни влијанија. Во металната подконструкција се скриени вертикалните олуци, со цел да не се наруши целокупниот изглед на фасадата.

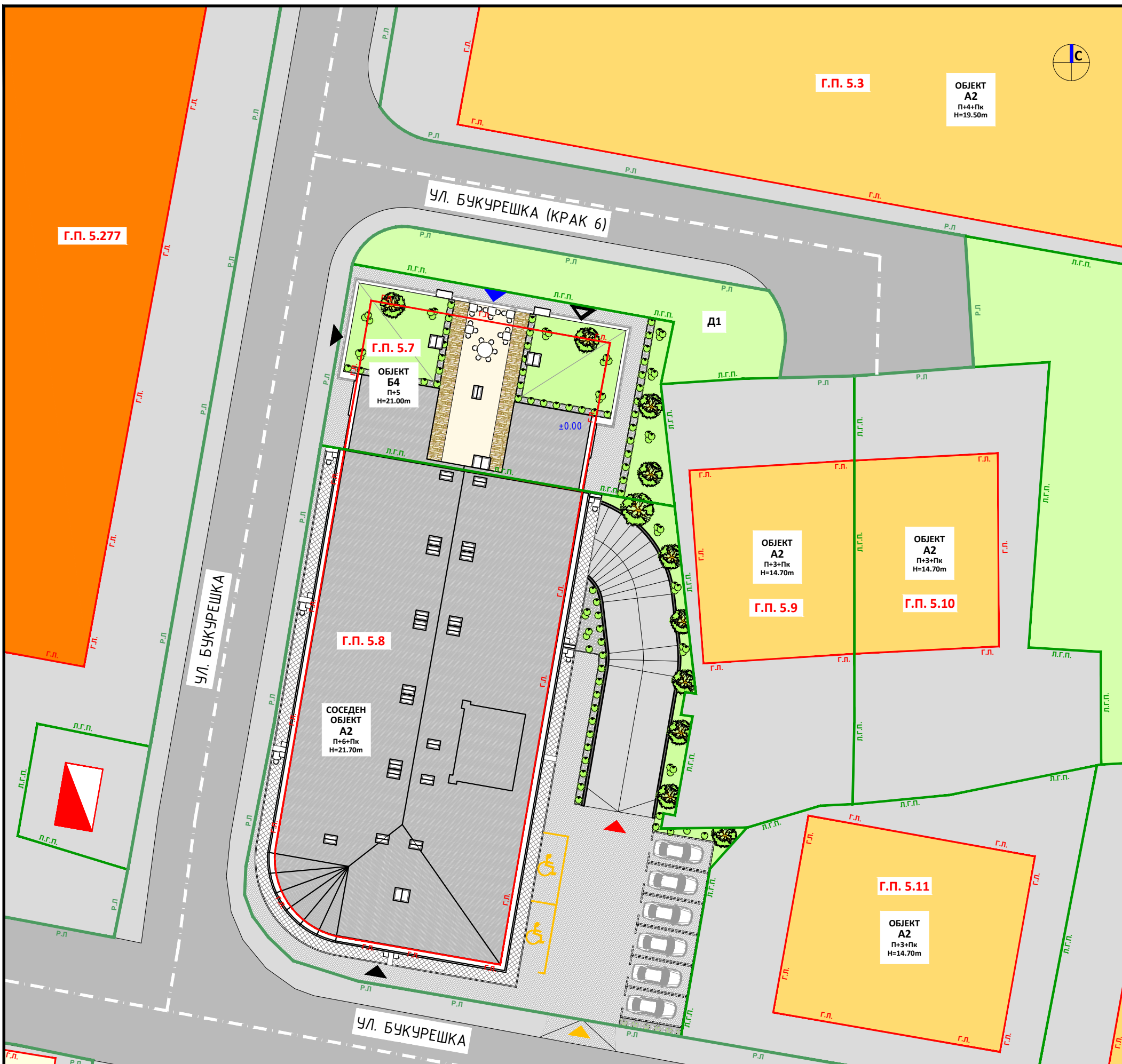
Делот на меѓукатните конструкции кој исто така е обложен со демит фасада излегува понапред од останатиот дел на фасадата и истиот е обоен во црна боја.

Скалишните јадра исто така се обложени со демит фасада и фасадни плочи “thermstone“.

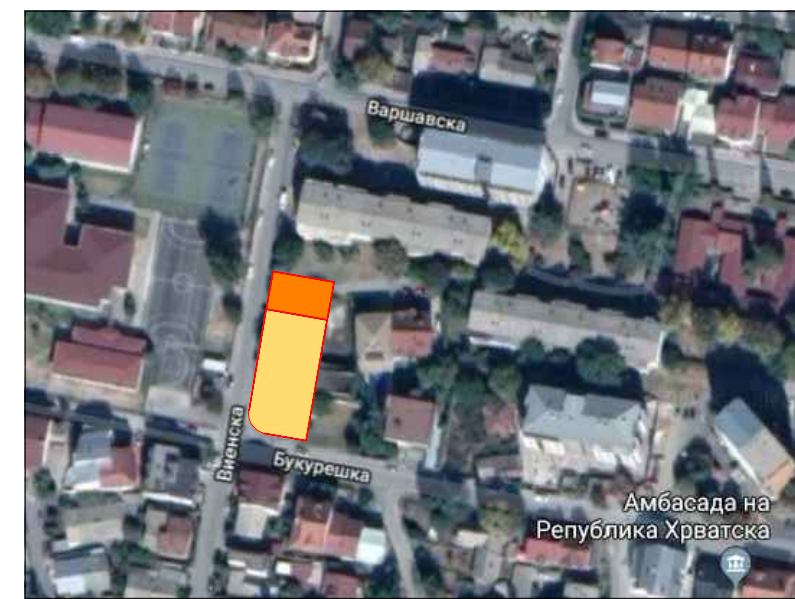
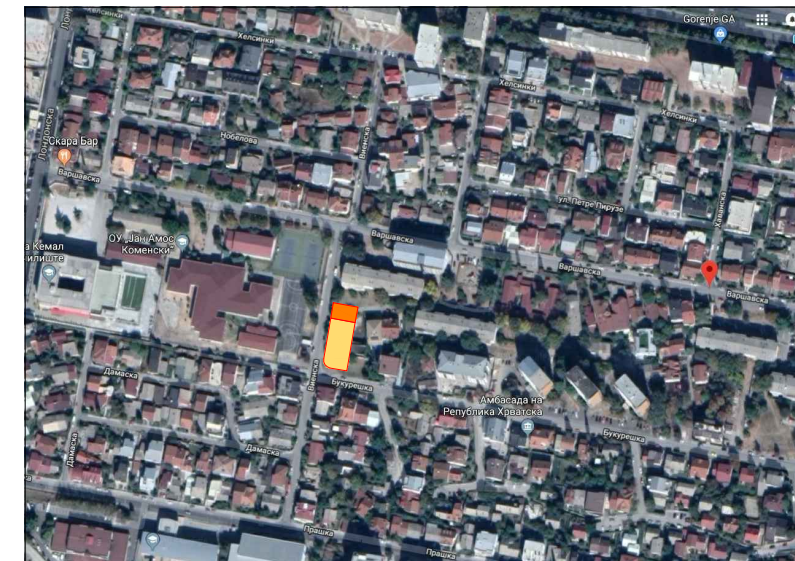
Оградите на рамната тераса се предвидува да бидат целосно застаклени со метален профил во долниот дел кој ќе биде скриен со демит фасадата.

Објектот по својата содржина и големина во целост ги задоволува потребите и желбите на инвеститорот, а е испроектиран според архитектонско урбанистичките услови на локацијата, според „Детален урбанистички план за градска четврт 3 06, Општина Карпош“, како и постојните прописи, стандарди и нормативи.

Со примена на соодветни градежни материјали со квалитетна обработка, естетски обликувана фасада и уредениот партер, како и архитектонската замисла се вклопува во урбанистичката локација, а по својата форма претставува современа архитектонско-естетска композиција.



ЛОКАЦИЈА



ПАРАМЕТРИ ОД ДУП

Катастарска општина	Нумерација на градежна парцела	Основна класа на намена	Компатибилна класа на намена на основата класа на намена	Катаст. висина	Максимална висина од заштитен венец	Површина на градежна парцела	Максимална површина за градба	Вкупна развиена површина
КО Карпош	5.7	Б4 Деловни простори	Б1-49%, Б2-49%, Б5-49%, В1-49%, В4-49%, Д3-49%	П+5	21	384м ²	229м ²	1374м ²

ПАРАМЕТРИ ОД НОВОПРОЕКТИРАНА СОСТОЈБА:

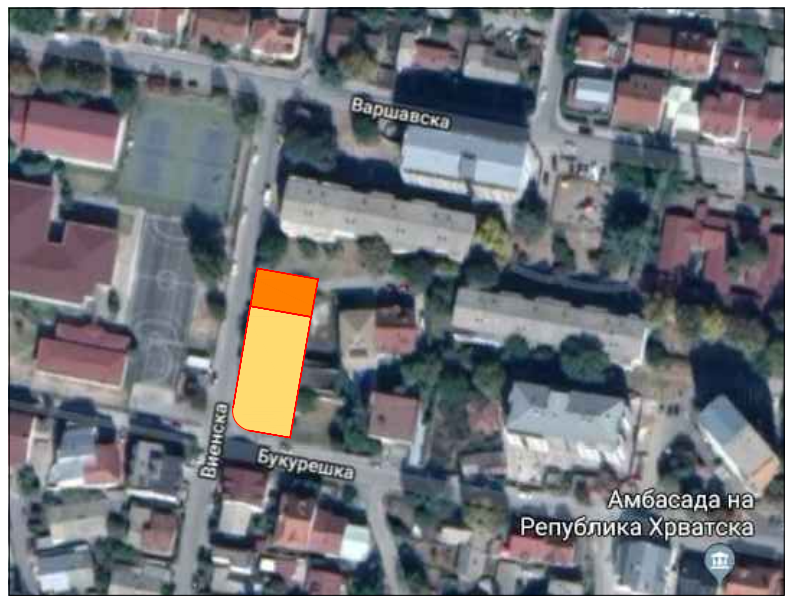
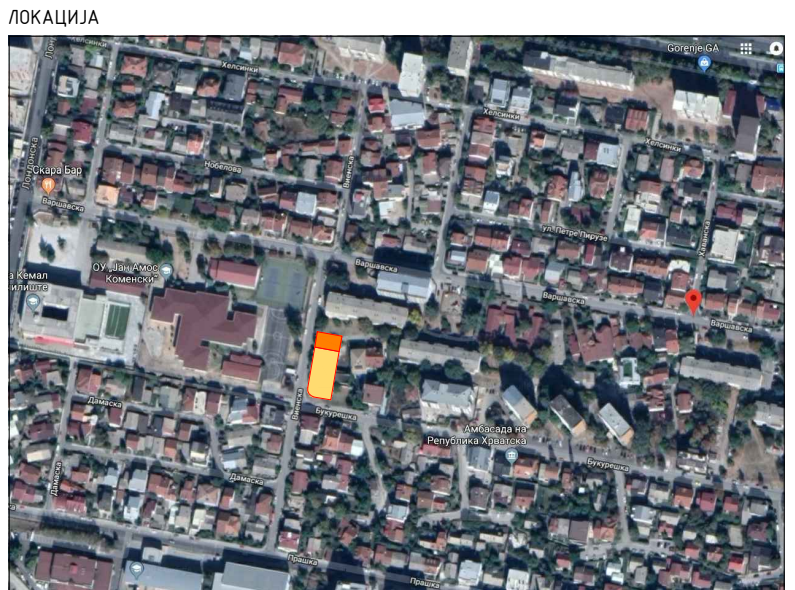
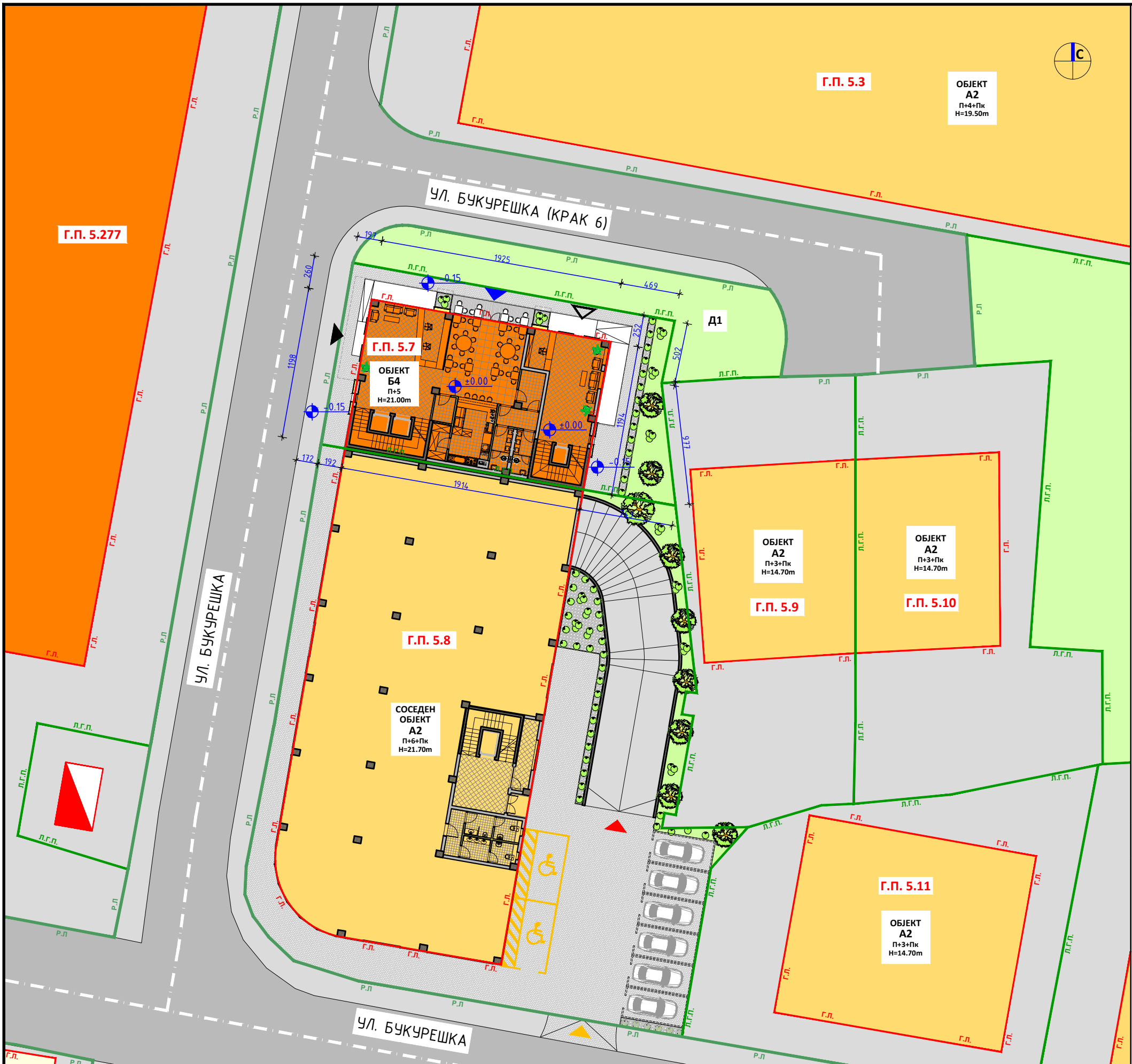
ПОВРШИН:	ХОТЕЛ И ДОМ НА КУЛТУРА						РАМНА ТЕРАСА	ВКУПНО
	ПРИЗЕМЈЕ	I КАТ	II КАТ	III КАТ	IV КАТ	V КАТ		
НЕТО ПОВРШИНА НА СОБИ И АПАРТМАНИ	/	150.60	150.60	/	/	/	301.20	
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИ	148.30	63.70	63.70	24.10	24.10	24.10	372.10	
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	29.40	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	148.30	214.30	214.30	24.10	24.10	24.10	673.30	
НЕТО ПОВРШИНА НА ПРОСТОРИ ЗА АДМИНИСТРАЦИЈА	/	/	/	177.70	177.70	177.70	533.10	
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИ	49.45	175.00	175.00	34.70	34.70	34.70	214.95	
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	11.90	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	49.45	175.00	175.00	212.40	212.40	212.40	748.05	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	197.75	231.80	231.80	236.50	236.50	236.50	1421.35	
БРУТО ПОВРШИНА БЕЗ ЕРЕКРИ	227.00	227.00	227.00	227.00	227.00	227.00	1435.00	
БРУТО ПОВРШИНА СО ЕРЕКРИ	227.00	279.70	279.70	279.70	279.70	279.70	1698.50	

ПОВРШИН:	ПО ПОВРШИНА	ПО ПОВРШИНА
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕД. ПРОСТОРИ	57.10	57.10
НЕТО ПОВРШИНА НА ПАРКИНГ ПРОСТОР	70.00	70.00
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	227.10	227.10
БРУТО ПОВРШИНА	249.10	249.10

ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ	РАЗМЕР
ПОВРШИНА НА ГРАДЕЖНА ПАРЦЕЛА	384.00
ПОВРШИНА НА ГРАДЕБА	227.00
ПРОЦЕНТ НА ИЗГРАДНОСТ	59%
ВКУПНА БРУТО ПОВРШИНА НА СИТЕ НИВОА	1698.50
ВКУПНА РАЗВИЕНА ПОВРШИНА БЕЗ ЕРЕКРИ	1435.00
КОЕФИЦИЕНТ НА ИСКОРИСТНОСТ	37%
ОСНОВНА КЛАСА НА НАМЕНА	Б4-52%
КОМПАТИБЕЛНА КЛАСА НА НАМЕНА	Б5-47%

ОБЈЕКТИ	РАЗМЕРНИК	РАЗМЕР
ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	0 3.5m 7m 14m	1:320

<p>Г.П. 5.7 НУМЕРАЦИЈА НА ГРАДЕЖНА ПАРЦЕЛА</p> <p>А1, А2, Б4 НАМЕНА</p> <p>П+5 ВИСИНА ПО КАТОВИ</p> <p>Н=21.00м ВИСИНА НА ВЕНЕЦ</p>	<p>▲ ВЛЕЗ ВО ХОТЕЛ</p> <p>▲ ВЛЕЗ ВО АДМИНИСТРАЦИЈА</p> <p>▲ ВЛЕЗ ВО РЕСТОРАН ОД ХОТЕЛ</p> <p>▲ ПРИСТАП КОН ПОДЗЕМНО ПАРКИРАЊЕ</p> <p>▲ ПРИСТАП ВО ПАРЦЕЛА СО КОЛА</p>	<p>Г.Л. ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА</p> <p>Р.Л. РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА</p> <p>Л.Г.П. ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА</p>	<p>■ А2- ДОМУВАЊЕ ВО СТАНБЕНИ ЗГРАДИ</p> <p>■ А1 - ДОМУВАЊЕ ВО СТАНБЕНИ КУЌИ</p> <p>■ АДМИНИСТРАЦИЈА</p> <p>■ УЛИЦИ</p> <p>■ ТРОТОАРИ</p>	<p>■ ЗЕЛЕНИЛО</p> <p>■ БЕКАТОН ПЛОЧКИ</p> <p>■ ЖАРДИНИЕРИ</p> <p>■ ТРАФОСТАНИЦА</p>
---	---	--	---	---



ПАРАМЕТРИ ОД ДУП

Катастарска општина	Нумерација на градежна парцела	Основна класа на намена	Комплатибилна класа на намена на основата на основната класа на намена	Катна висина	Максимална висина од заштитен венец	Површина на градежна парцела	Максимална површина на заградба	Вкупна развиена површина
КО Карпош	5.7	Б4 Деловни простори	Б1-49%, Б2-49%, Б5-49%, В1-49%, В4-49%, Д3-49%	П+5	21	384м ²	229м ²	1374м ²

ПАРАМЕТРИ ОД НОВОПРОЕКТИРАНА СОСТОЈБА:

ПОВРШИНИ:	ХОТЕЛ И ДОМ НА КУЛТУРА							ВКУПНО
	ПРИЗЕМЈЕ	I КАТ	II КАТ	III КАТ	IV КАТ	V КАТ	РАМНА ТЕРАСА	
НЕТО ПОВРШИНА НА СОБИ И АПАРТМАНИ	/	150.60	150.60	/	/	/	/	301.20
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИ	148.30	63.70	63.70	24.10	24.10	24.10	24.10	372.10
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	29.40
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	148.30	214.30	214.30	24.10	24.10	24.10	24.10	673.30
НЕТО ПОВРШИНА НА ПРОСТОРИ ЗА АДМИНИСТРАЦИЈА	/	/	/	177.70	177.70	177.70	/	533.10
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИ	49.45	175.0	175.0	34.70	34.70	34.70	26.40	214.95
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	11.90
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	49.45	175.0	175.0	212.40	212.40	212.40	26.40	748.05
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	197.75	231.80	231.80	236.50	236.50	236.50	50.50	1421.35
БРУТО ПОВРШИНА БЕЗ ЕРЕКРИ	227.00	227.00	227.00	227.00	227.00	227.00	73.00	1435.00
БРУТО ПОВРШИНА СО ЕРЕКРИ	227.00	279.70	279.70	279.70	279.70	279.70	73.00	1698.50

ПОВРШИНИ:	ПОВРШИНИ	ПОДРШНИ	ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕД. ПРОСТОРИ	57.10	57.10	ПОВРШИНА НА ГРАДЕЖНА ПАРЦЕЛА
НЕТО ПОВРШИНА НА ПАРКИНГ ПРОСТОР	70.00	70.00	ПОВРШИНА НА ГРАДЕБА
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	227.10	227.10	ПРОЦЕНТ НА ИЗГРАДНОСТ
БРУТО ПОВРШИНА	269.10	269.10	ВКУПНА БРУТО ПОВРШИНА НА СИТЕ НИВОА
			ВКУПНА РАЗВИЕНА ПОВРШИНА БЕЗ ЕРЕКРИ
			КОЕФИЦИЕНТ НА ИСКОРИСТНОСТ
			ОСНОВНА КЛАСА НА НАМЕНА
			КОМПАТИБИЛНА КЛАСА НА НАМЕНА

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16
 ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА
 РАЗМЕРНИК: 0 3.5m 7m 14m
 РАЗМЕР: 1:320
 ЛИСТ БР.: 02

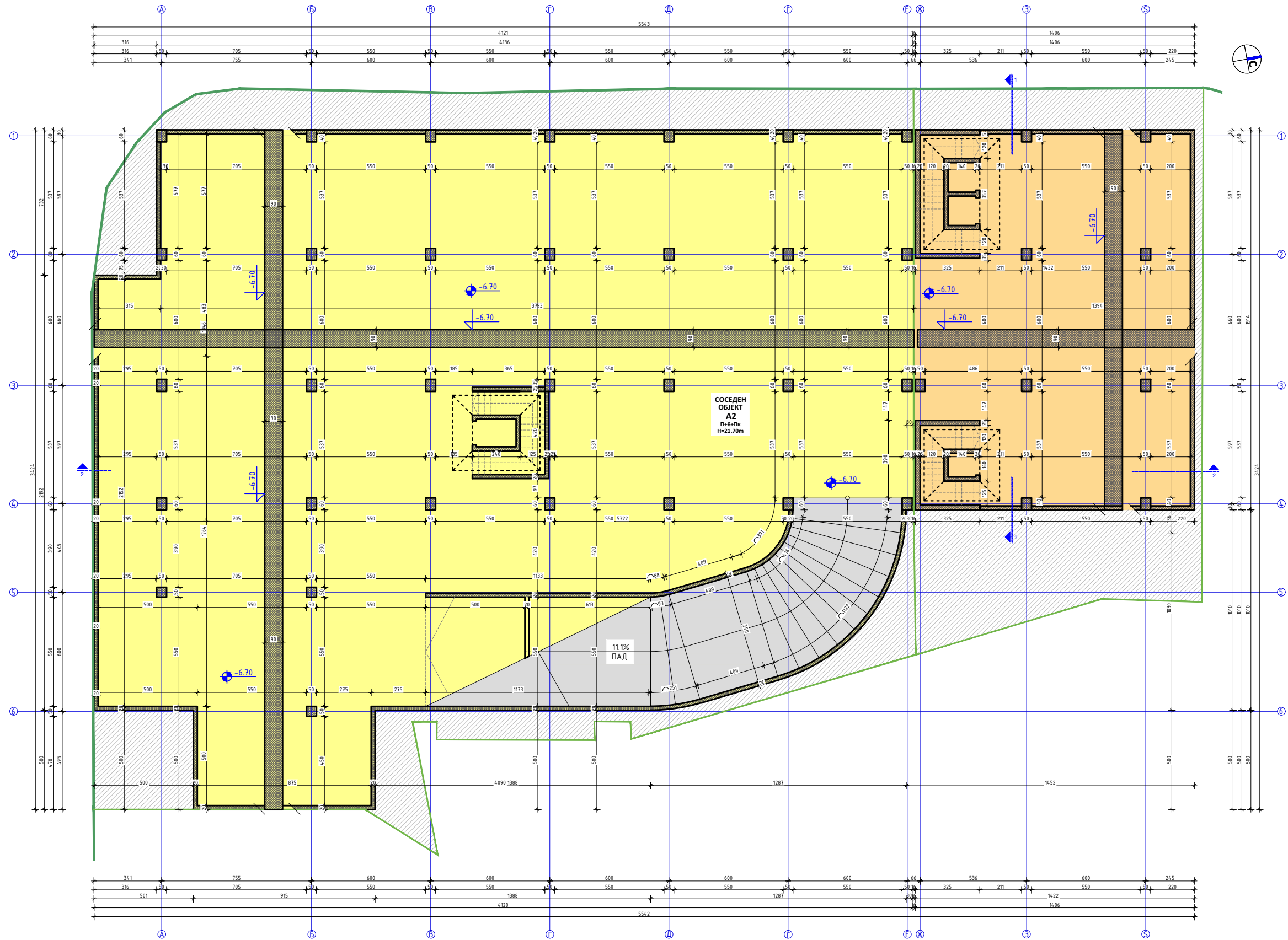
Г.П. 5.7 НУМЕРАЦИЈА НА ГРАДЕЖНА ПАРЦЕЛА
 А1, А2, Б4 НАМЕНА
 П+5 ВИСИНА ПО КАТОВИ
 Н=21.00м ВИСИНА НА ВЕНЕЦ

ВЛЕЗ ВО ХОТЕЛ
 ВЛЕЗ ВО АДМИНИСТРАЦИЈА
 ВЛЕЗ ВО РЕСТОРАН ОД ХОТЕЛ
 ПРИСТАП КОН ПОДЗЕМНО ПАРКИРАЊЕ
 ПРИСТАП ВО ПАРЦЕЛА СО КОЛА

ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА
 РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА
 ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА

А2- ДОМУВАЊЕ ВО СТАНБЕНИ ЗГРАДИ
 А1 - ДОМУВАЊЕ ВО СТАНБЕНИ КУЌИ
 АДМИНИСТРАЦИЈА
 УЛИЦИ
 ТРОТОАРИ

ЗЕЛЕНИЛО
 БЕКАТОН ПЛОЧКИ
 ЖАРДИНИЕРИ
 ПЛОЧКИ - ТЕРАСА
 ТРАФОСТАНИЦА



- Г.Л. ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА
- Р.Л. РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА
- Л.Г.П. ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА
- СОСЕДНА ПАРЦЕЛА БР. 5.8
- ПАРЦЕЛА БР. 5.7

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 0 2m 4m 8m	РАЗМЕР 1:220
ОСНОВА НА ТЕМЕЛИ			ЛИСТ БР. 03



ПОДРУМ -2 (-6.70)

ХОТЕЛ

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	15.50
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				27.00

АДМИНИСТРАЦИЈА

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	5.50
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
K4	ПОМОШНА ПРОСТОРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	4.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				19.30

ПАРКИНГ МЕСТА ЗА АДМИНИСТРАЦИЈА			
Р.БР.	ПАРКИНГ МЕСТО	ПОД	м ²
1	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 1	ПОДИНГ К	17.50
2	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 2	ПОДИНГ К	17.50
3	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 3	ПОДИНГ К	17.50
4	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 4	ПОДИНГ К	17.50
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА			70.00
ВК. БРОЈ НА ПАРКИНГ МЕСТА			4

ОБЈЕКТ

ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
O1	ПОДРУМСКА ПРОСТОРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	13.60
O2	ПОДРУМСКА ПРОСТОРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	13.60
O3	ВНАТРЕШНА УЛИЦА	ПОДИНГ К	ЕКО КОЛОР	83.60
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				110.80

ВКУПНО ПОВРШНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	227.10
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	5.90
БРУТО ПОВРШИНА	269.10

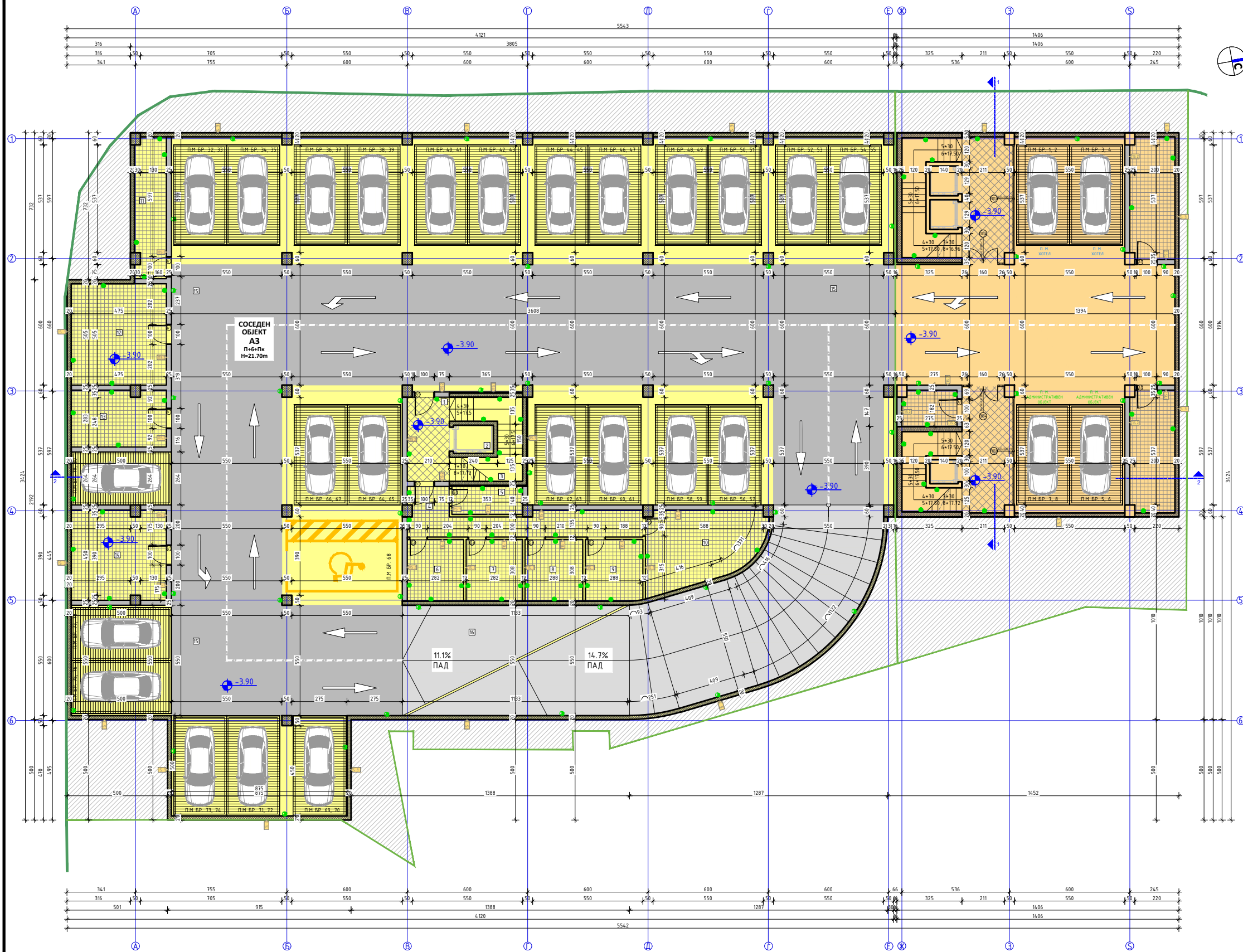
- Г.Л.** ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА
- Р.Л.** РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА
- Л.Г.П.** ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА
- СОСЕДНА ПАРЦЕЛА БР. 5.8
- ПАРЦЕЛА БР. 5.7

- ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ
- S.1** - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
 - S.2** - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
 - S.3** - АБ СИД 20 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
 - IS.1** - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
 - IS.2** - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
 - IS.3** - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

- ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ
- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
 - - ГЛЕТОВАНО
 - ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50m
 - ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош
 ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА
 РАЗМЕРНИК: 0 2m 4m 8m
 РАЗМЕР: 1:220

ОСНОВА НА ПОДРУМ -2



ПОДРУМ -1 (-3.90)

ХОТЕЛ

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	15.50
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				27.00

ПАРКИНГ МЕСТА ЗА ХОТЕЛ

Р.БР.	ПАРКИНГ МЕСТО	ПОД	м ²
1	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 1, 2	ПОДИНГ К, ПЛАТФОРМА	17.50
2	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 3, 4	ПОДИНГ К, ПЛАТФОРМА	17.50
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА			35.00
ВК. БРОЈ НА ПАРКИНГ МЕСТА			4

АДМИНИСТРАЦИЈА

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	5.50
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
K4	ЕЛЕКТРОСОБА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	4.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				19.30

ПАРКИНГ МЕСТА ЗА АДМИНИСТРАЦИЈА

Р.БР.	ПАРКИНГ МЕСТО	ПОД	м ²
1	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 5, 6	ПОДИНГ К, ПЛАТФОРМА	17.50
2	ПАРКИНГ МЕСТО БР. 7, 8	ПОДИНГ К, ПЛАТФОРМА	17.50
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА			35.00
ВК. БРОЈ НА ПАРКИНГ МЕСТА			4

ОБЈЕКТ

ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
O1	ТОПЛОТНА ПОДСТАНИЦА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	13.60
O2	ХИДРОПОДСТАНИЦА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	13.60
O3	ВНАТРЕШНА УЛИЦА	ПОДИНГ К	ЕКО КОЛОР	83.60
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				110.80

ВКУПНО ПОВРШНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	227.10
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	5.90
БРУТО ПОВРШИНА	269.10

- Г.Л.** ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА
- Р.Л.** РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА
- Л.Г.П.** ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА
- СОСЕДНА ПАРЦЕЛА БР. 5.8
- ПАРЦЕЛА БР. 5.7

- ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ
- S1** - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - S2** - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - S3** - АБ СИД 20 cm
 - S4** - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - S5** - ТЕФОНД
 - IS1** - МАЛТЕР 2 cm
 - IS2** - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - IS3** - МАЛТЕР 2 cm
 - IS4** - МАЛТЕР 2 cm
 - IS5** - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - IS6** - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - IS7** - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - IS8** - МАЛТЕР 2 cm
 - IS9** - МАЛТЕР 2 cm
 - IS10** - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - IS11** - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - IS12** - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - IS13** - МАЛТЕР 2 cm

- ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ
- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
 - - ГЛЕТОВАНО
 - ▲** - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50m
 - △** - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16
 КО: Карпош

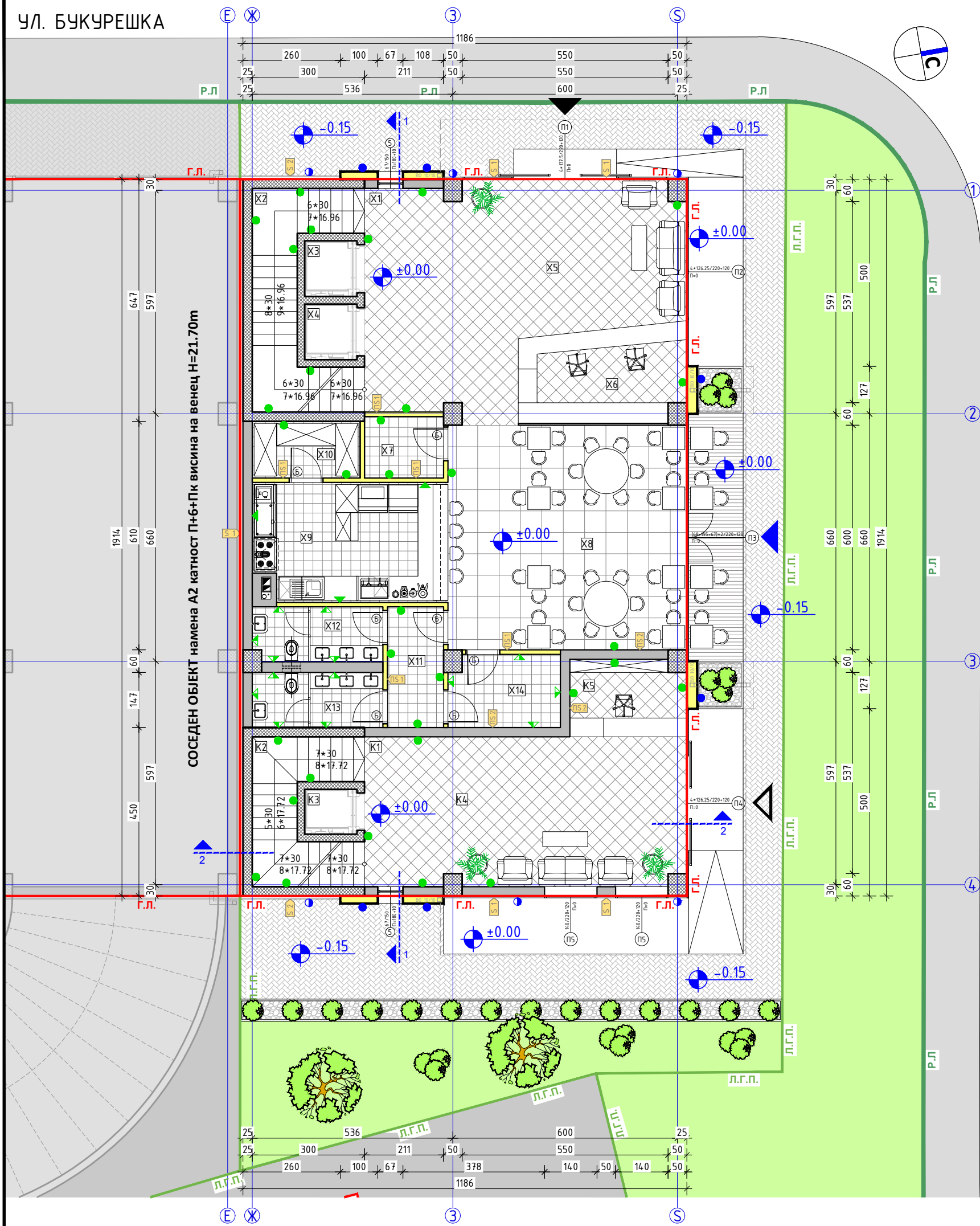
ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА

РАЗМЕРНИК: 0 2m 4m 8m

РАЗМЕР: 1:220

ЦРТЕЖ: **ОСНОВА НА ПОДРУМ -1**

ЛИСТ БР.: **05**



СОСЕДЕН ОБЈЕКТ намена А2 катност П+6+Пк висина на венец Н=21.70м

ПРИЗЕМЈЕ (±0.00)

ХОТЕЛ

**ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ
КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО**

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	12.60
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10

ДРУГИ ПРОСТОРИИ

X5	ВЛЕЗЕН ДЕЛ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	30.30
X6	РЕЦЕПЦИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.00
X7	ПРОСТОРИЈА ЗА БАГАЖ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.45
X8	РЕСТОРАН	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	38.30
X9	КУЈНА СО МИНИ БАР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	16.20
X10	МАГАЦИН ЗА ХРАНА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	4.30
X11	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	4.80
X12	МАШКИ ТОАЛЕТ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.05
X13	ЖЕНСКИ ТОАЛЕТ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.10
X14	ОСТАВА ЗА МЕБЕЛ / ХИГИЕНИЧАРКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				148.30

ХОТЕЛ ВКУПНО ПОВРШНИ:

ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	148.30
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ

**ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ
КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО**

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.40
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70

ДРУГИ ПРОСТОРИИ

K4	ВЛЕЗЕН ДЕЛ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	25.65
K5	ИНФО ПУЛТ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	6.30
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				49.45

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:

ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	49.45
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70

ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:

ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	197.75
БРУТО ПОВРШИНА	227.00

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- S 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 3**
 - АБ СИД 20 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
- PS 1**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 2**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 3**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ

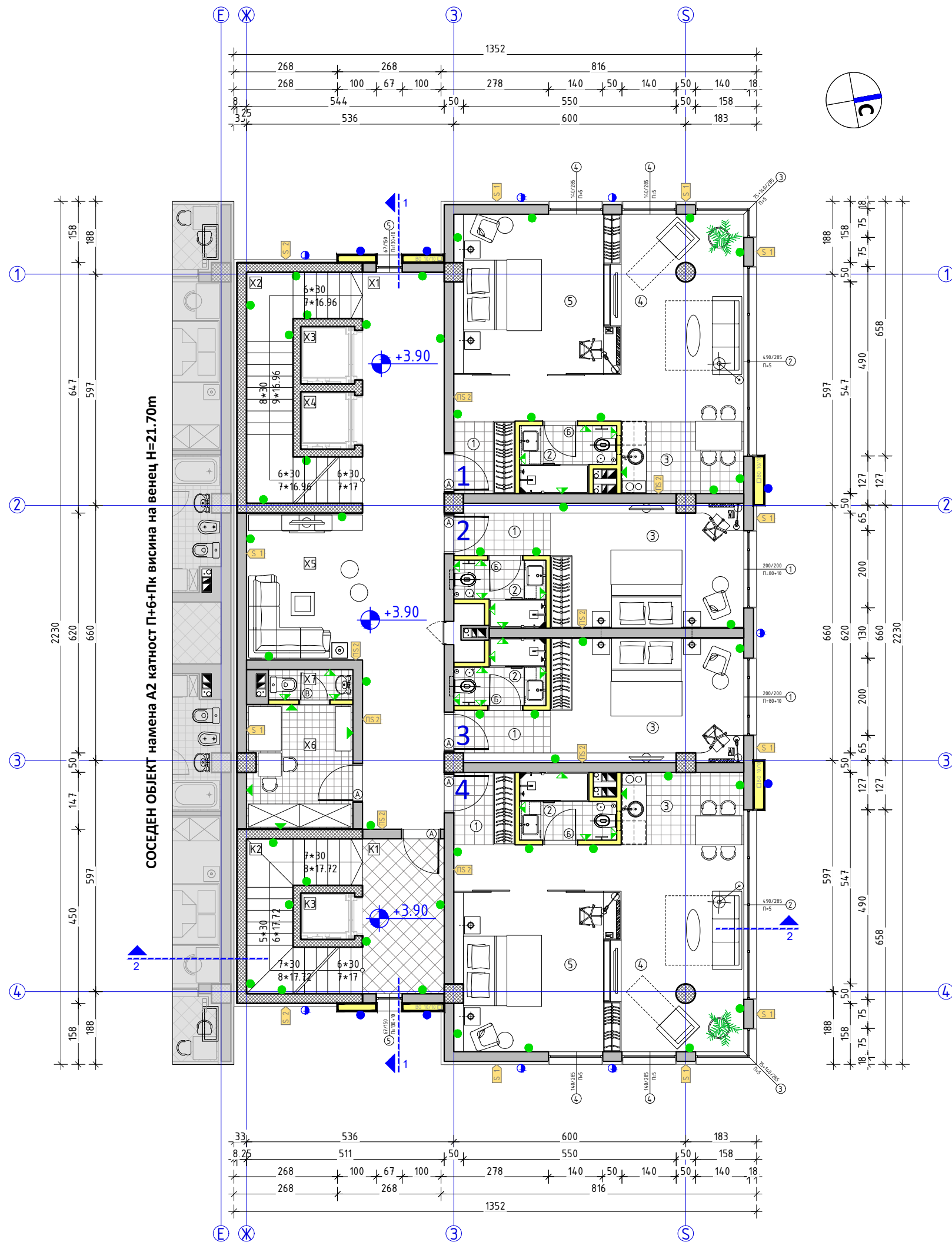
- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 150m
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СЛУШТЕН ПЛАФОН

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШНИ

- - THERMSTONE НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА
- ▲ - ВЛЕЗ ВО ХОТЕЛ
- ▲ - ВЛЕЗ ВО ДОМ НА КУЛТУРА
- ▲ - ВЛЕЗ ВО РЕСТОРАН ОД ХОТЕЛ

- Г.Л.** - ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА
- Р.Л.** - РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА
- Л.Г.П.** - ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА
- ▨ - БЕКАТОН ПЛОЧКИ
- ▨ - АСФАЛТ
- ▨ - ЗЕЛЕНИЛО
- ▨ - ЖАРДИНИЕРИ
- ▨ - ПЛОЧКИ - ТЕРАСА

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16
 КО: Карпош
 ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА
 РАЗМЕРНИК: 0 1m 2m 4m
 РАЗМЕР: 1:120
ОСНОВА НА ПРИЗЕМЈЕ
 ЛИСТ БР. 06



СОСЕДЕН ОБЈЕКТ намена А2 катност П+6+Пк висина на венец Н=21.70м

ПРВИ КАТ (+3.90)

ХОТЕЛ

1 АПАРТМАН				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.00
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.90
3	КУЈНА + ТРПЕЗАРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	5.90
4	ДНЕВЕН БОРАВОК	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	21.90
5	СПАЛНА СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	17.80
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				52.50

2 СОБА				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.30
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.50
3	СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	16.00
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				22.80

3 СОБА				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.30
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.50
3	СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	16.00
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				22.80

4 АПАРТМАН				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.00
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.90
3	КУЈНА + ТРПЕЗАРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	5.90
4	ДНЕВЕН БОРАВОК	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	21.90
5	СПАЛНА СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	17.80
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				52.50

ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	30.40
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ДРУГИ ПРОСТОРИИ				
X5	ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОР ЗА СЕДЕЊЕ	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	11.40
X6	ПРОСТОРИЈА ЗА ХИГИЕНИЧАРКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.70
X7	ТОАЛЕТ ЗА ХИГИЕНИЧАРКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	1.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				63.70

ХОТЕЛ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА НА СОБИ И АПАРТМАНИ	150.60
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ	63.70
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	214.30

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.40
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				17.50

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	17.50
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	17.50

ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	231.80
БРУЧО ПОВРШИНА СО ЕРКЕРИ	279.70

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- S 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 3**
 - АБ СИД 20 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
- PS 1**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 2**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 3**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

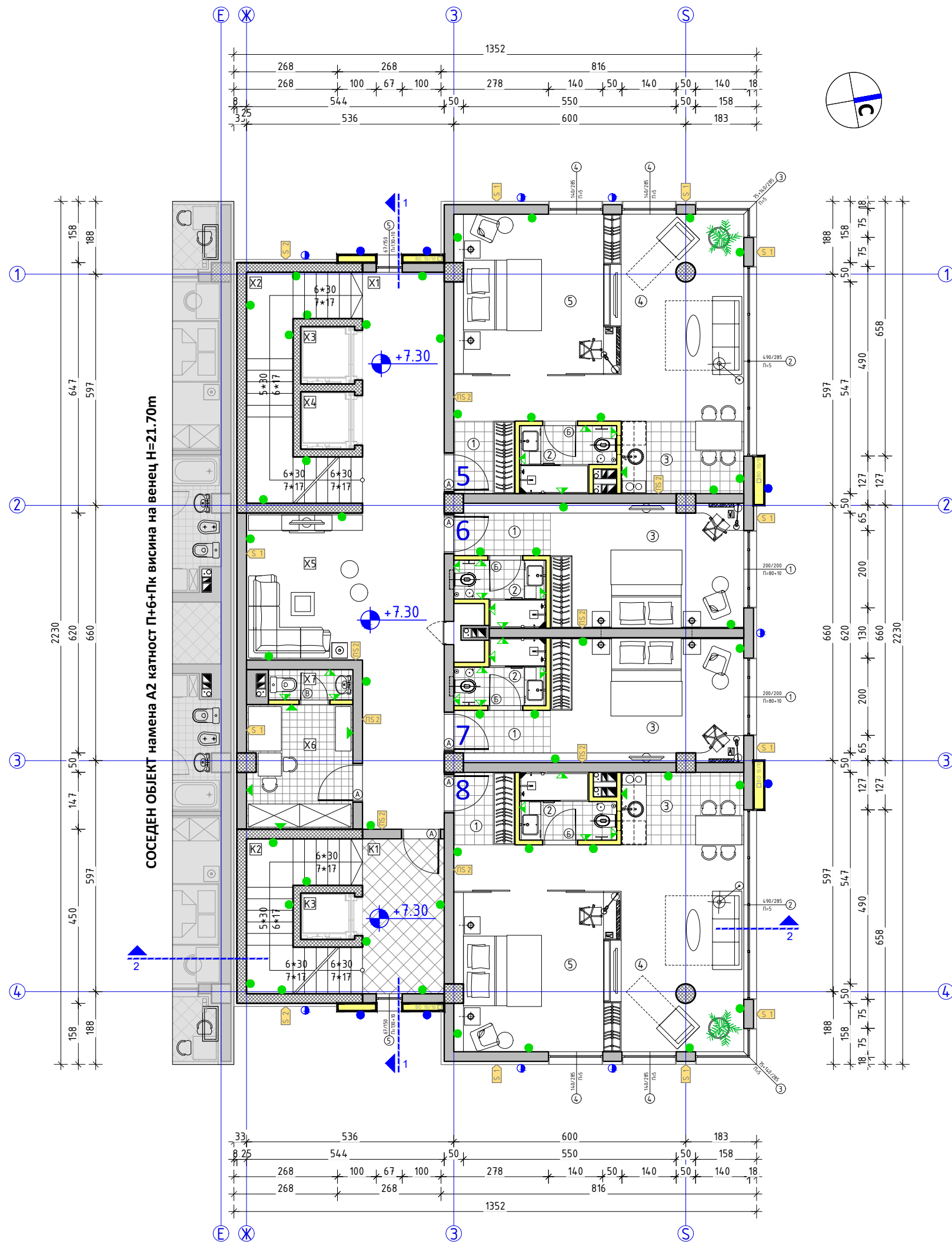
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ

- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50м
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШНИ

- - THERMSTONE НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

ЛОКАЦИЈА: Ул."Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР 1:120
ОСНОВА НА ПРВИ КАТ			ЛИСТ БР. 07



СОСЕДЕН ОБЈЕКТ намена А2 катност П+6+Пк висина на венец Н=21.70м

ВТОРИ КАТ (+7.30)

ХОТЕЛ

АПАРТМАН				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.00
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.90
3	КУЈНА + ТРПЕЗАРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	5.90
4	ДНЕВЕН БОРАВOK	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	21.90
5	СПАЛНА СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	17.80
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				52.50

СОБА				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.30
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.50
3	СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	16.00
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				22.80

СОБА				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.30
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.50
3	СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	16.00
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				22.80

АПАРТМАН				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	ПРЕДПРОСТОР	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	3.00
2	БАЊА	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.90
3	КУЈНА + ТРПЕЗАРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	5.90
4	ДНЕВЕН БОРАВOK	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	21.90
5	СПАЛНА СОБА	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	17.80
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				52.50

ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	30.40
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ДРУГИ ПРОСТОРИИ				
X5	ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОР ЗА СЕДЕЊЕ	ТЕПИСОН	ЕКО КОЛОР	11.40
X6	ПРОСТОРИЈА ЗА ХИГИЕНИЧАРКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.70
X7	ТОАЛЕТ ЗА ХИГИЕНИЧАРКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	1.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				63.70

ХОТЕЛ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА НА СОБИ И АПАРТМАНИ	150.60
НЕТО ПОВРШИНА НА ЗАЕДНИЧКИ ПРОСТОРИИ	63.70
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	214.30

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.40
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				17.50

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	17.50
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	17.50

ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	231.80
БРУЧО ПОВРШИНА СО ЕРКЕРИ	279.70

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- S 1 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
- ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
- МАЛТЕР 2 cm

S 2

- ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
- АБ ПЛАТНО 25 cm
- МАЛТЕР 2 cm

S 3

- АБ СИД 20 cm
- ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
- СТИРОПОР 2 cm
- ТЕФОНД

PS 1

- МАЛТЕР 2 cm
- ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
- МАЛТЕР 2 cm

PS 2

- МАЛТЕР 2 cm
- ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
- ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
- ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
- МАЛТЕР 2 cm

PS 3

- МАЛТЕР 2 cm
- ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
- АБ ПЛАТНО 20 cm
- МАЛТЕР 2 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА
НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ

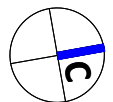
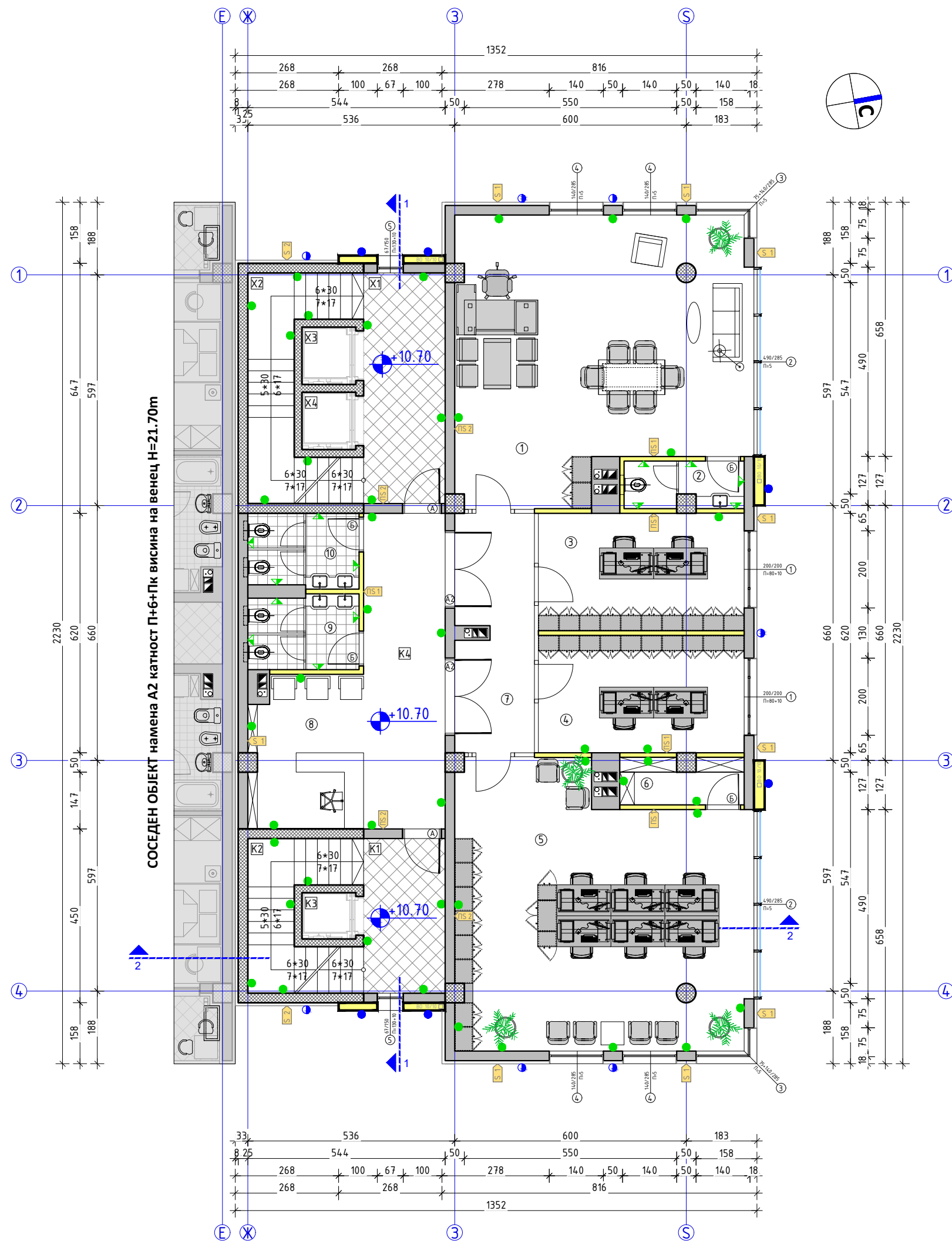
- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50м
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА
НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШНИ

- - THERMSTONE НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

ЛОКАЦИЈА: Ул."Букурешка" бр.16
 ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА
 РАЗМЕРНИК: 0 1m 2m 4m
 РАЗМЕР: 1:120
 ЦРТЕЖ: ЛИСТ БР. 08

ОСНОВА НА ВТОРИ КАТ



СОСЕДЕН ОБЈЕКТ намена А2 катност П+6+Пк висина на венец Н=21.70m

ТРЕТИ КАТ (+10.70)

ХОТЕЛ

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	12.60
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				24.10

ХОТЕЛ ВКУПНО ПОВРШНИ:

НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	24.10
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	24.10

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ

ПРОСТОРИИ ОД АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	КАНЦЕЛАРИЈА ЗА РАКОВОДИТЕЛ	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	51.50
2	ТОАЛЕТ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.60
3	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	16.20
4	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	16.20
5	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	51.50
6	ОСТАВА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	3.80
7	ПРЕДПРОСТОР	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	12.50
8	ИНФО ПУЛТ	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	11.40
9	ТОАЛЕТ МАШКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.50
10	ТОАЛЕТ ЖЕНСКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.50
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				177.70

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.40
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
K4	ХОДНИК	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	17.20
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				34.70

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:

НЕТО ПОВРШИНА НА ПРОСТОРИИ ОД АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ	177.70
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	34.70
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	212.40

ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:

ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	236.50
БРЧТО ПОВРШИНА СО ЕРКЕРИ	279.70

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- S 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 3**
 - АБ СИД 20 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
- PS 1**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 2**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 3**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

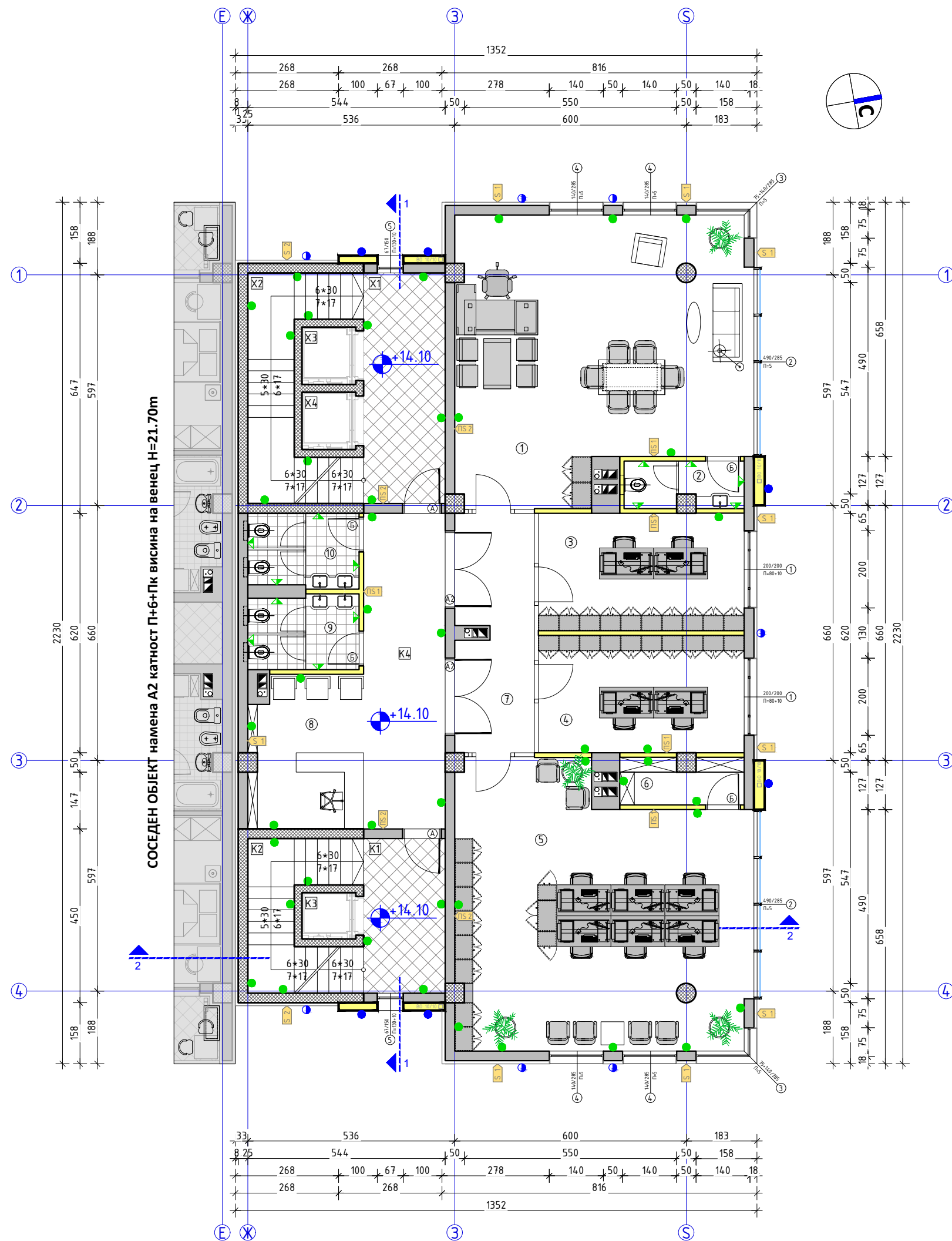
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ

- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50m
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

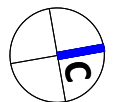
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШНИ

- - ТHERMSTONE НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК: 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР: 1:120
ОСНОВА НА ТРЕТИ КАТ			ЛИСТ БР. 09



СОСЕДЕН ОБЈЕКТ намена А2 катност П+6+ПК висина на венец Н=21.70м



ЧЕТВРТИ КАТ (+14.10)

ХОТЕЛ

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	12.60
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				24.10

ХОТЕЛ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	24.10
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	24.10

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ

ПРОСТОРИИ ОД АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	КАНЦЕЛАРИЈА ЗА РАКОВОДИТЕЛ	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	51.50
2	ТОАЛЕТ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.60
3	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	16.20
4	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	16.20
5	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	51.50
6	ОСТАВА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	3.80
7	ПРЕДПРОСТОР	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	12.50
8	ИНФО ПУЛТ	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	11.40
9	ТОАЛЕТ МАШКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.50
10	ТОАЛЕТ ЖЕНСКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.50
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				177.70

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.40
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
K4	ХОДНИК	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	17.20
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				34.70

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
НЕТО ПОВРШИНА НА ПРОСТОРИИ ОД АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ	177.70
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	34.70
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	212.40

ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	236.50
БРЧТО ПОВРШИНА СО ЕРКЕРИ	279.70

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- S 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 3**
 - АБ СИД 20 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
- PS 1**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 2**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 3**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

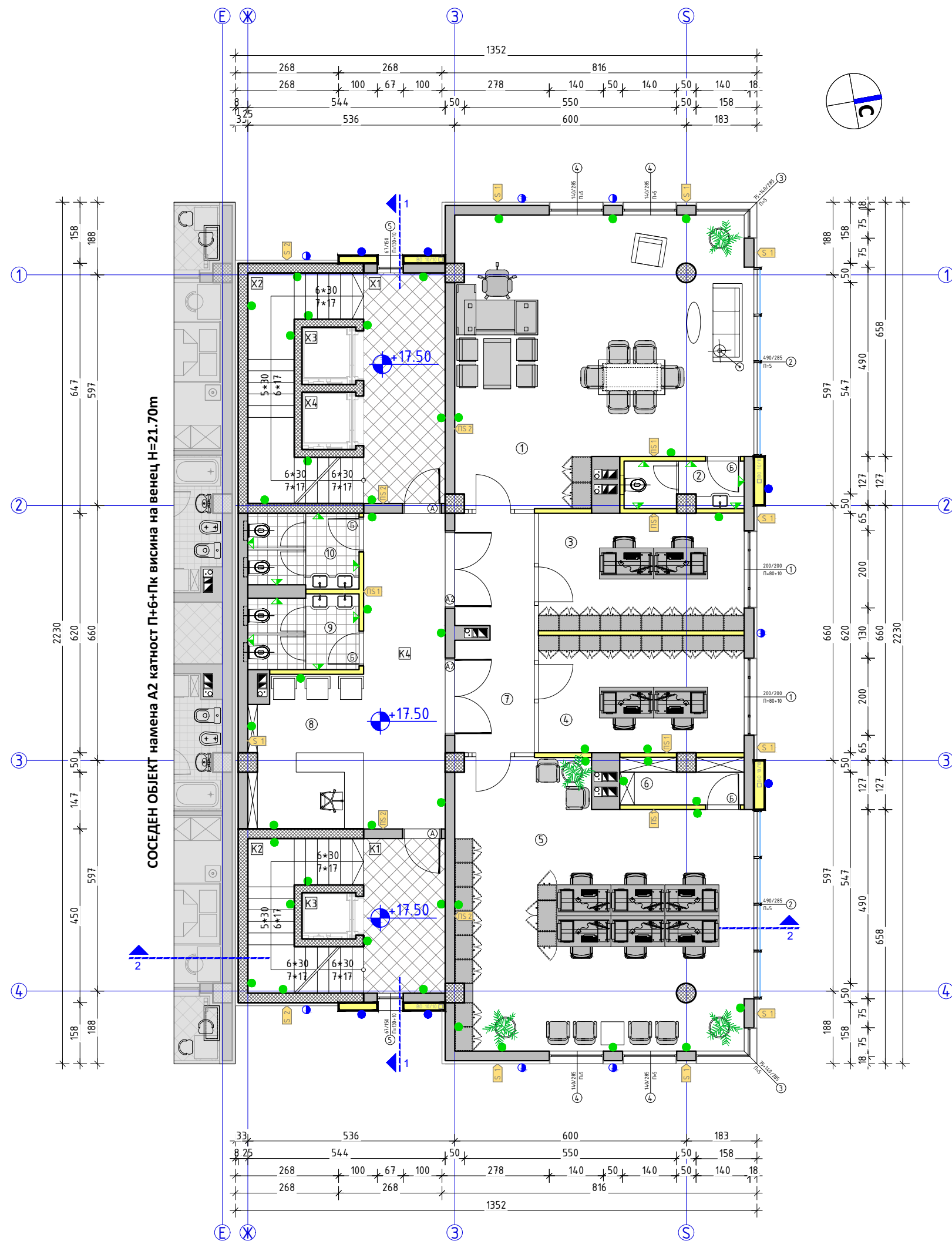
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ

- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50м
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

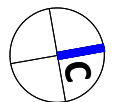
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШНИ

- - THERMSTONE НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

ЛОКАЦИЈА: Ул."Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР 1:120
ЦРТЕЖ: ОСНОВА НА ЧЕТВРТИ КАТ			ЛИСТ БР. 10



СОСЕДЕН ОБЈЕКТ намена А2 катност П+6+Пк висина на венец Н=21.70m



ПЕТТИ КАТ (+17.50)

ХОТЕЛ

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	12.60
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				24.10

ХОТЕЛ ВКУПНО ПОВРШНИ:

НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	24.10
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	24.10

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ

ПРОСТОРИИ ОД АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
1	КАНЦЕЛАРИЈА ЗА РАКОВОДИТЕЛ	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	51.50
2	ТОАЛЕТ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	3.60
3	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	16.20
4	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	16.20
5	КАНЦЕЛАРИЈА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	51.50
6	ОСТАВА	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	3.80
7	ПРЕДПРОСТОР	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	12.50
8	ИНФО ПУЛТ	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	11.40
9	ТОАЛЕТ МАШКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.50
10	ТОАЛЕТ ЖЕНСКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	КЕР. ПЛОЧКИ	5.50
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				177.70

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО

Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	8.40
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
K4	ХОДНИК	ЛАМИНАТ	ЕКО КОЛОР	17.20
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				34.70

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:

НЕТО ПОВРШИНА НА ПРОСТОРИИ ОД АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ	177.70
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	34.70
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	212.40

ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШНИ:

ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	236.50
БРЧТО ПОВРШИНА СО ЕРКЕРИ	279.70

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- S 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- S 3**
 - АБ СИД 20 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
- PS 1**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 2**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- PS 3**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

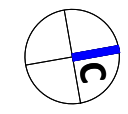
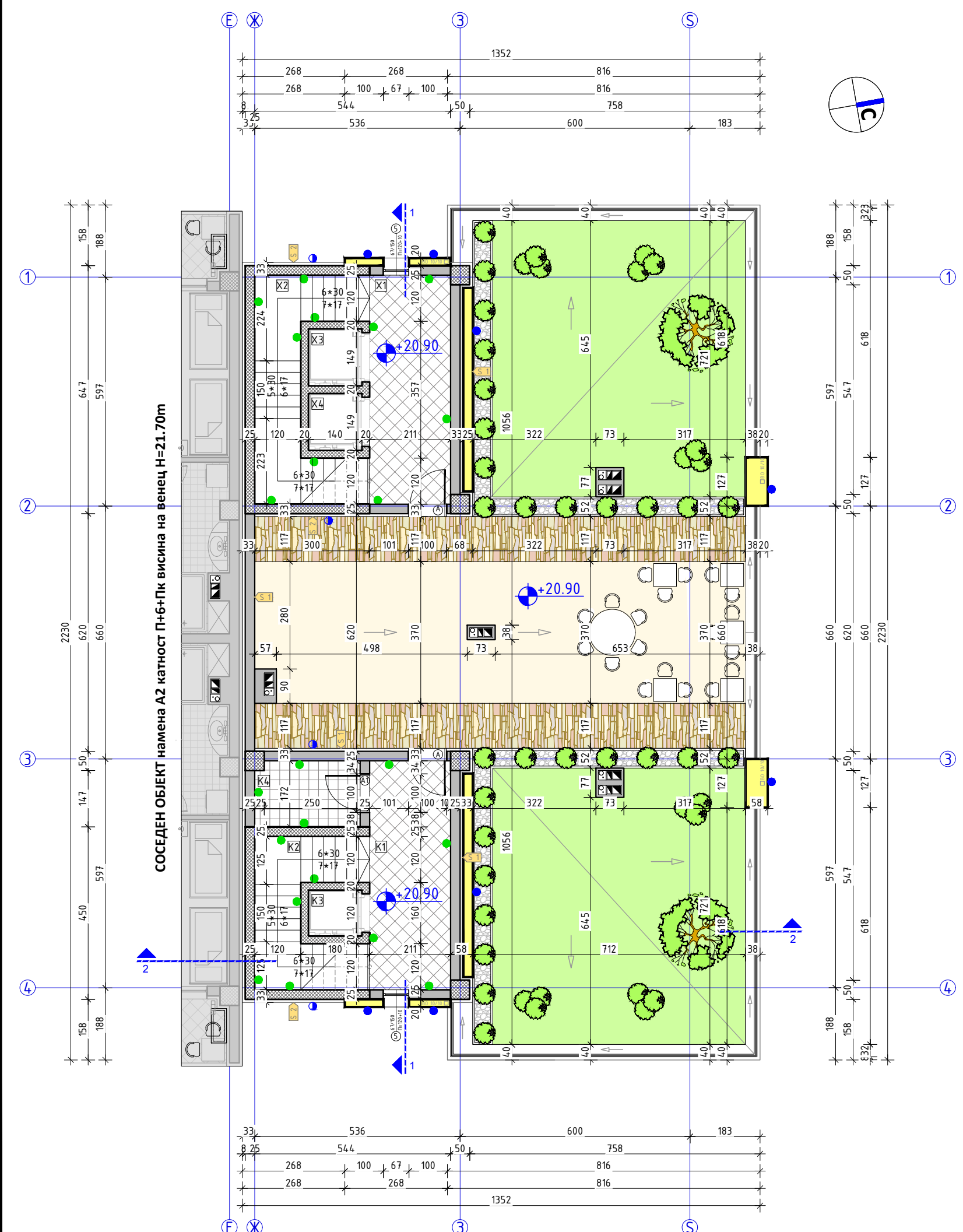
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ

- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50m
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШНИ

- - THERMSTONE НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК: 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР: 1:120
ЦРТЕЖ:	ОСНОВА НА ПЕТТИ КАТ		ЛИСТ БР.: 11



ЛИФТ КУЌА (+20.90)

ХОТЕЛ

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
X1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	12.60
X2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	11.50
X3	ЛИФТ - ОКНО 1	/	/	2.10
X4	ЛИФТ - ОКНО 2	/	/	2.10
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				24.10

ХОТЕЛ ВКУПНО ПОВРШИНИ:	
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	24.10
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	4.20
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	24.10
БРУТО ПОВРШИНА	36.50

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ

КОМУНИКАЦИСКО ЈАДРО				
Р.БР.	ПРОСТОРИЈА	ПОД	СИД	м ²
K1	ХОДНИК	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	12.60
K2	СКАЛИ	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	9.10
K3	ЛИФТ - ОКНО	/	/	1.70
K4	ПОМОШНА ПРОСТОРИЈА	КЕР. ПЛОЧКИ	ЕКО КОЛОР	4.70
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА				26.40

АДМИНИСТРАТИВЕН ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШИНИ:	
НЕТО ПОВРШИНА НА КОМУНИКАЦИИ	26.40
ПОВРШИНА НА ЛИФТОВИ - ОКНА	1.70
ВКУПНО НЕТО ПОВРШИНА	26.40
БРУТО ПОВРШИНА	36.50

ОБЈЕКТ ВКУПНО ПОВРШИНИ:	
ВКУПНА НЕТО ПОВРШИНА	50.50
ВКУПНА БРУТО ПОВРШИНА	73.00

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- S 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 см
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 см
 - МАЛТЕР 2 см
- S 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 см
 - АБ ПЛАТНО 25 см
 - МАЛТЕР 2 см
- S 3**
 - АБ СИД 20 см
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 см
 - ТЕФОНД
- PS 1**
 - МАЛТЕР 2 см
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 см
 - МАЛТЕР 2 см
- PS 2**
 - МАЛТЕР 2 см
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 см
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 см
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 см
 - МАЛТЕР 2 см
- PS 3**
 - МАЛТЕР 2 см
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 см
 - АБ ПЛАТНО 20 см
 - МАЛТЕР 2 см

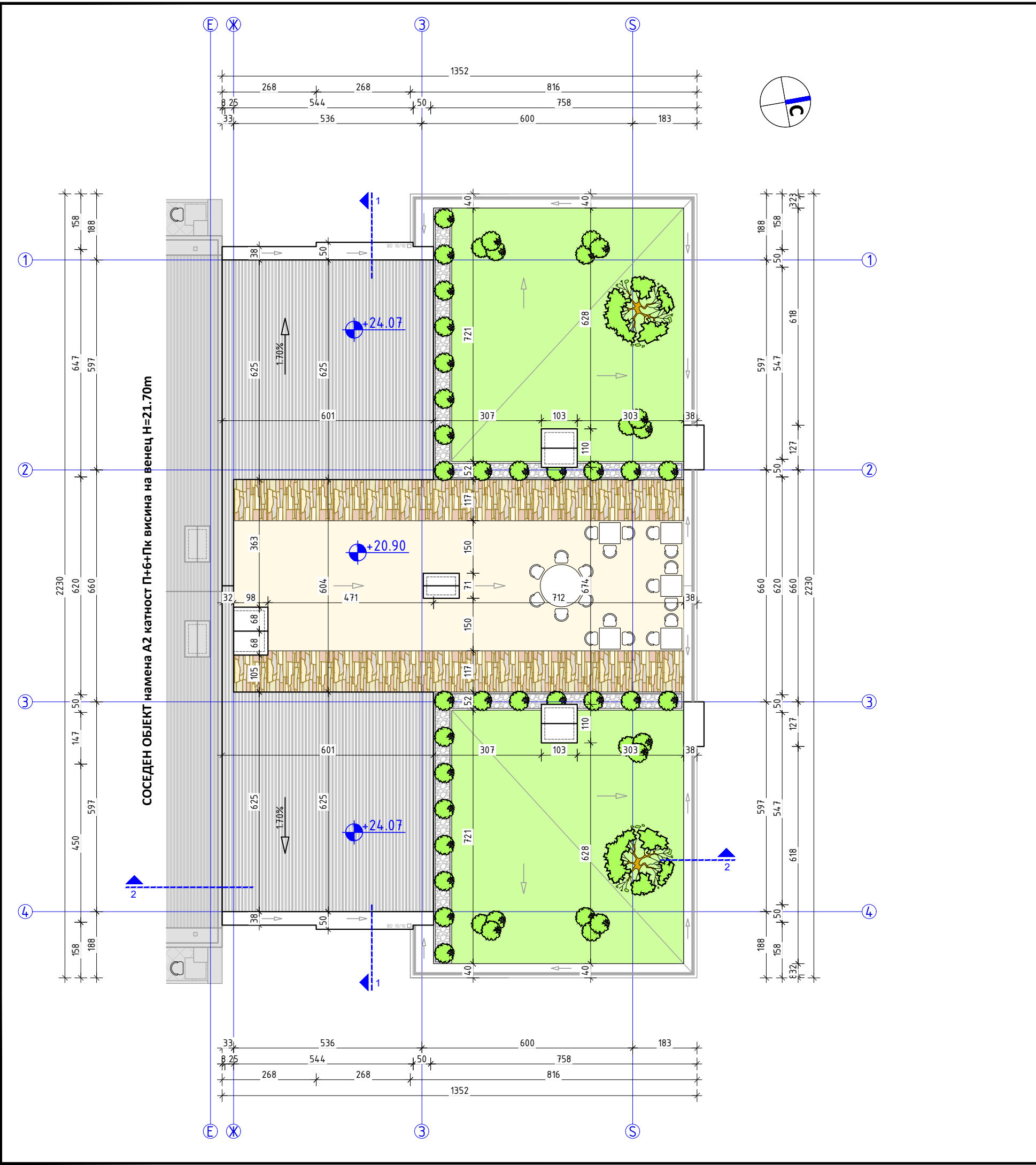
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШИНИ

- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 1.50м
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШИНИ

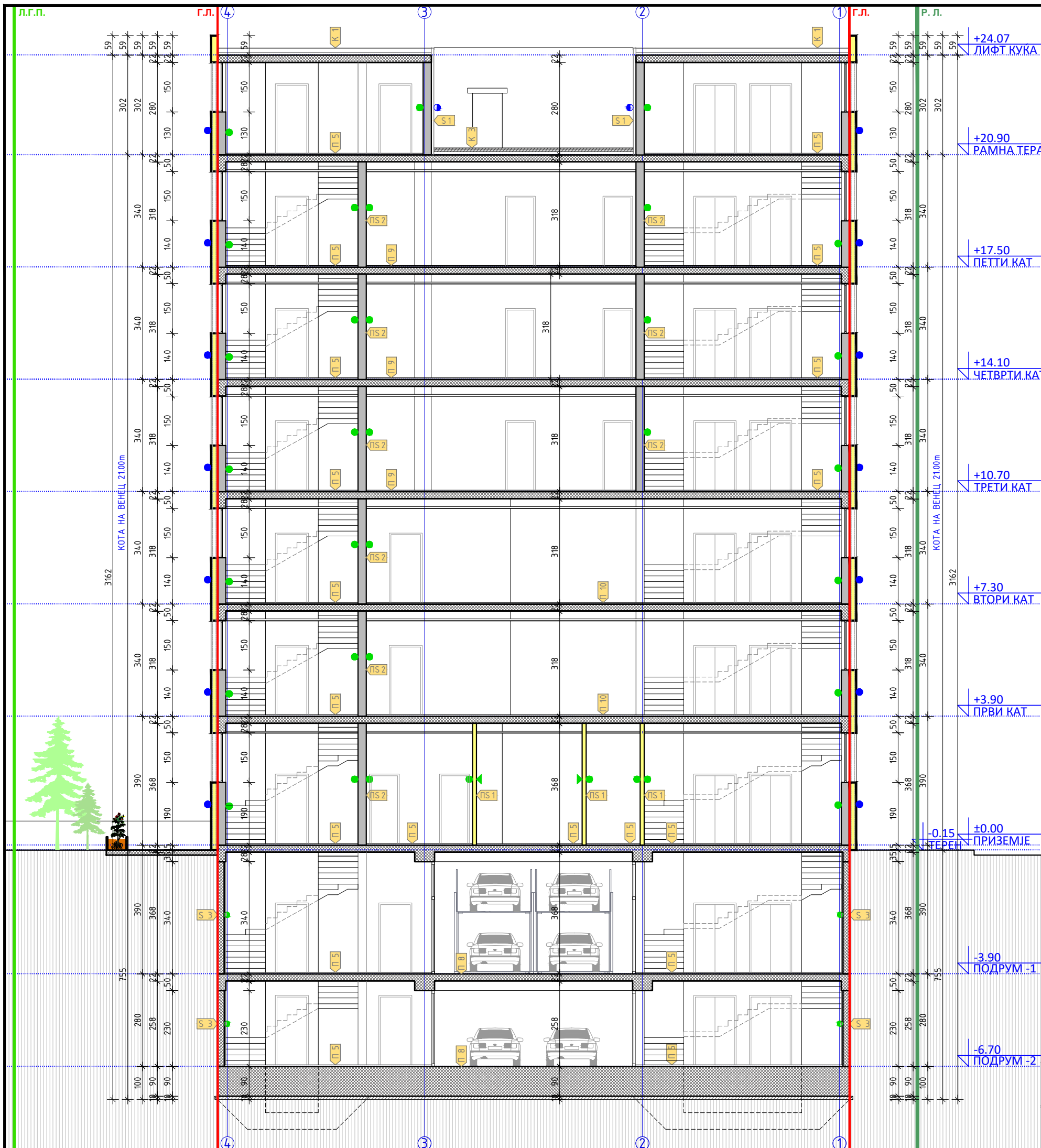
- - ТЕРМСТОНЕ НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК: 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР: 1:120
<p style="text-align: center;">ОСНОВА НА ЛИФТ КУЌА</p>			ЛИСТ БР.: 12



СОСЕДЕН ОБЈЕКТ намена А2 катност П+6+Пк висина на венец Н=21.70m

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР 1:120
ОСНОВА НА ПЕТТА ФАСАДА			ЛИСТ БР. 13



ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ПОДНИ ПОВРШИНИ

- П 1**
 - ПАРКЕТ 2.4 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3.6 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 2**
 - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 5 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 3**
 - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА (хидромал флекс)
 - БЕТОН ЗА ПАД 2-4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - HUNTER DOUGLAS со затворена фуџа
- П 4**
 - НАДВОРЕШНИ КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА (хидромал флекс)
 - БЕТОН ЗА ПАД 2-4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 5**
 - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 6**
 - НАДВОРЕШНИ КЕРАМ. ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - КОМБИ ПЛОЧА 5 cm
- П 7**
 - ГОТОВ ПОД (по избор на купувачот)
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
- П 8**
 - ПОДИНГ К
 - АБ ТЕМЕЛИ
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА (хидромал флекс 3 слоја и адинг флекс 2 слоја)
 - ПОДЛОЖЕН БЕТОН М525 8 cm
- П 9**
 - ЛАМИНАТ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3.6 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 10**
 - ТЕПСИОН
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3.6 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА КРОВНА КОНСТРУКЦИЈА

- К 1**
 - ПЛАСТИФИЦИРАН ПЕРТЛОВАН ЛИМ
 - ДРВЕНИ ЛЕТВИ 2.4 cm
 - ДАШЧАНА ОПЛАТА 4.8 cm
 - РВС ФОЛИЈА
 - АБ ПЛОЧА 15 cm
 - ТЕРВОЛ 10 cm
 - ГИПСКАРТОНСКИ ПЛОЧИ 1.25 cm
- К 2**
 - ХЧМУС 20 cm
 - ГЕОТЕКСТИЛ 300 гр.
 - ДРЕНАЖЕН СЛОЈ ОД ЧАКАЛ 30 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА ВО ТРИ СЛОЈА
 - ХИДРОМАЛ ФЛЕКС ВО ДВА СЛОЈА
 - ЦЕМЕНТНА КОШУЛКА СО ПАД
 - РВС ФОЛИЈА
 - ТЕРВОЛ 10 cm
 - РВС ФОЛИЈА
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - ГИПСКАРТОНСКИ ПЛОЧИ 1.25 cm
- К 3**
 - КЕР. ПЛОЧКИ 1.5 cm
 - ЛЕПАК
 - ЦЕМЕНТНА КОШУЛКА 5 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА ВО ТРИ СЛОЈА
 - ХИДРОМАЛ ФЛЕКС ВО ДВА СЛОЈА
 - ЦЕМЕНТНА КОШУЛКА СО ПАД
 - РВС ФОЛИЈА
 - ТЕРВОЛ 10 cm
 - РВС ФОЛИЈА
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - ГИПСКАРТОНСКИ ПЛОЧИ 1.25 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- С 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- С 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- С 3**
 - АБ СИД 25 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
- ИС 1**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- ИС 2**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- ИС 3**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШИНИ

- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 150cm
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

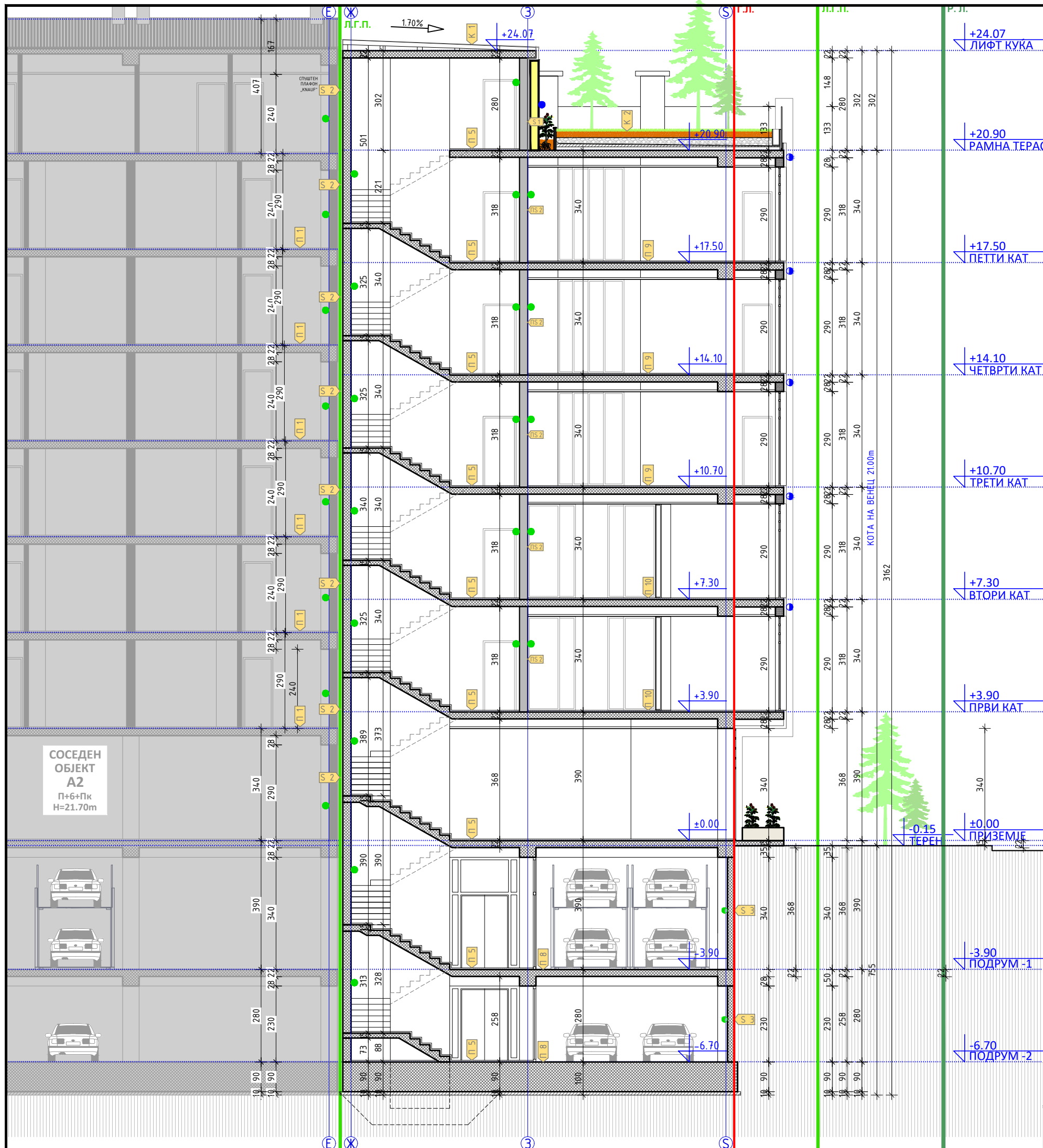
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШИНИ

- - ТЕРМСТОНЕ НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

- Г.Л.** ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА
- Р.Л.** РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА
- Л.Г.П.** ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР 1:120
--	--	-------------------------	------------------------

ПРЕСЕК 1-1 14



ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ПОДНИ ПОВРШНИ

- П 1**
 - ПАРКЕТ 2.4 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3.6 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 2**
 - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 5 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 3**
 - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА (хидромал флекс)
 - БЕТОН ЗА ПАД 2-4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - HUNTER DOUGLAS со затворена фуџа
- П 4**
 - НАДВОРЕШНИ КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА (хидромал флекс)
 - БЕТОН ЗА ПАД 2-4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 5**
 - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 6**
 - НАДВОРЕШНИ КЕРАМ. ПЛОЧКИ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - КОМБИ ПЛОЧА 5 cm
- П 7**
 - ГОТОВ ПОД (по избор на купувачот)
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 4 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
- П 8**
 - ПОДИНК К
 - АБ ТЕМЕЛИ
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА (хидромал флекс 3 слоја и адизн флекс 2 слоја)
 - ПОДЛОЖЕН БЕТОН М525 8 cm
- П 9**
 - ЛАМИНАТ 1 cm
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3.6 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- П 10**
 - ТЕПСИОН
 - РАБИЦИРАНА ЦЕМ. КОШУЛКА 3.6 cm
 - ПВЦ ФОЛИЈА
 - СТИРОПОР 2 x 1 cm
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА КРОВНА КОНСТРУКЦИЈА

- К 1**
 - ПЛАСТИФИЦИРАН ПЕРТЛОВАН ЛИМ
 - ДРВЕНИ ЛЕТВИ 2.4 cm
 - ДАШЧАНА ОПЛАТА 4.8 cm
 - PVC ФОЛИЈА
 - АБ ПЛОЧА 15 cm
 - ТЕРВОЛ 10 cm
 - ГИПСКАРТОНСКИ ПЛОЧИ 1.25 cm
- К 2**
 - ХУМЧУС 20 cm
 - ГЕОТЕКСТИЛ 300 гр.
 - ДРЕНАЖЕН СЛОЈ ОД ЧАКАЛ 30 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА ВО ТРИ СЛОЈА
 - ХИДРОМАЛ ФЛЕКС ВО ДВА СЛОЈА
 - ЦЕМЕНТНА КОШУЛКА СО ПАД
 - PVC ФОЛИЈА
 - ТЕРВОЛ 10 cm
 - PVC ФОЛИЈА
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - ГИПСКАРТОНСКИ ПЛОЧИ 1.25 cm
- К 3**
 - КЕР. ПЛОЧКИ 1.5 cm
 - ЛЕПАК
 - ЦЕМЕНТНА КОШУЛКА 5 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА ВО ТРИ СЛОЈА
 - ХИДРОМАЛ ФЛЕКС ВО ДВА СЛОЈА
 - ЦЕМЕНТНА КОШУЛКА СО ПАД
 - PVC ФОЛИЈА
 - ТЕРВОЛ 10 cm
 - PVC ФОЛИЈА
 - АБ ПЛОЧА 22 cm
 - ГИПСКАРТОНСКИ ПЛОЧИ 1.25 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА СИДОВИ

- С 1**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 25 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- С 2**
 - ДЕМИТ ФАСАДА 8 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- С 3**
 - АБ СИД 25 cm
 - ХИДРОИЗОЛАЦИЈА
 - СТИРОПОР 2 cm
 - ТЕФОНД
- ИС 1**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 12 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- ИС 2**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - ШУПЛИВ КЕРАМИЧКИ БЛОК 10 cm
 - МАЛТЕР 2 cm
- ИС 3**
 - МАЛТЕР 2 cm
 - ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА 5 cm
 - АБ ПЛАТНО 20 cm
 - МАЛТЕР 2 cm

ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА ВНАТРЕШНИ СИДНИ ПОВРШНИ

- - ГЛЕТОВАНО И ПОЛИКОЛОР БОЕНО
- - ГЛЕТОВАНО
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО 150m
- ▲ - КЕРАМИЧКИ ПЛОЧКИ ДО СПУШТЕН ПЛАФОН

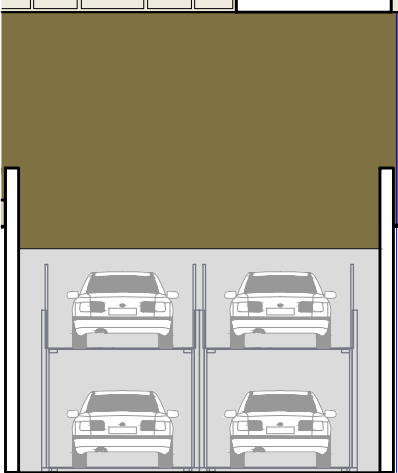
ЛЕГЕНДА ЗА ОБРАБОТКА НА НАДВОРЕШНИ ФАСАДНИ ПОВРШНИ

- - ТЕРМСТОНЕ НА МЕТАЛНА ПОДКОНСТРУКЦИЈА
- - ДЕМИТ ФАСАДА

- Г.Л.** ГРАДЕЖНА ЛИНИЈА
- Р.Л.** РЕГУЛАЦИОНА ЛИНИЈА
- Л.Г.П.** ЛИНИЈА НА ПАРЦЕЛА

ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР 1:120
---	--	-------------------------	------------------------

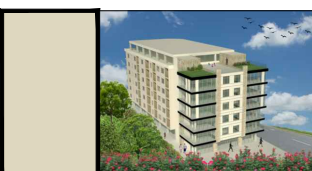
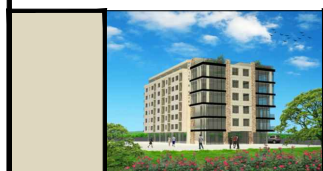
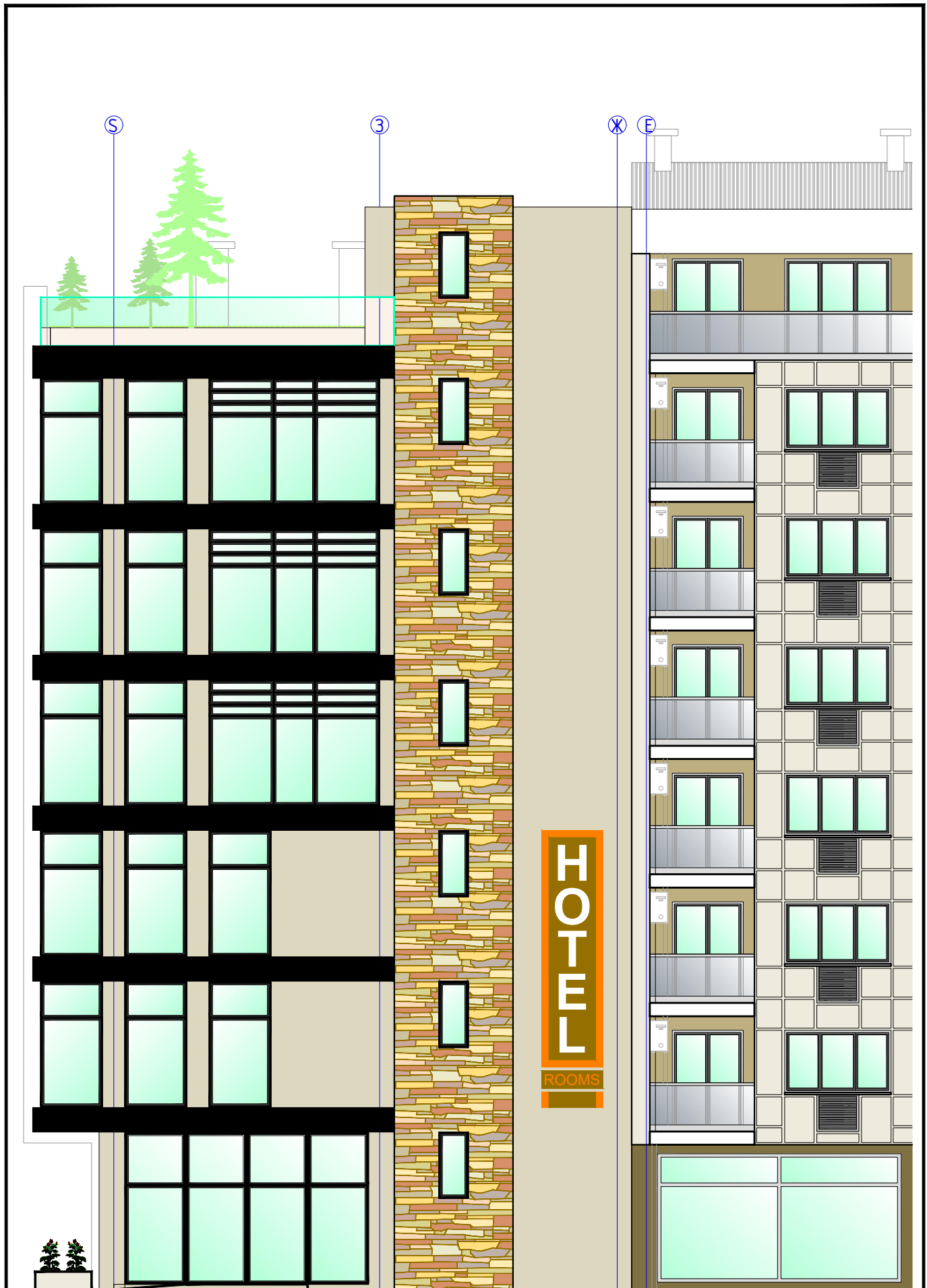
ПРЕСЕК 2-2



ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 	РАЗМЕР 1:120
ЦРТЕЖ: ИСТОЧНА ФАСАДА		ЛИСТ БР. 16



ЛОКАЦИЈА: Ул. "Букурешка" бр.16 КО: Карпош	ОБЈЕКТ: ХОТЕЛ И АДМИНИСТРАЦИЈА	РАЗМЕРНИК 0 1m 2m 4m	РАЗМЕР 1:120
ЦРТЕЖ: СЕВЕРНА ФАСАДА			ЛИСТ БР. 17



ОБЈЕКТ:
ХОТЕЛ И
АДМИНИСТРАЦИЈА

РАЗМЕРНИК
0 1m 2m 4m

РАЗМЕР
1:120

ЦРТЕЖ: **ЗАПАДНА ФАСАДА** ЛИСТ БР. **18**