

СЪСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМИ ПРИ ИЗПЪЛНЕНИЕТО НА ДЪЛБОКОТО САНИРАНЕ НА СГРАДИТЕ – ГОДИНА И ПОЛОВИНА СЛЕД СТАРТИРАНЕТО

Ячко Иванов¹

STATUS AND PROBLEMS IN THE IMPLEMENTATION OF DEEP BUILDING RENOVATION: A YEAR AND A HALF AFTER IT STARTED

Yatchko Ivanov¹

Abstract:

Programmes for deep building renovation and improving building energy efficiency play a significant role in the EU and Bulgaria's recovery and sustainability strategies. In our country, it began a year and a half ago.

We devote a separate section of our report to the results and errors in the rehabilitation carried out in 2015–2016. The situations and difficulties that have arisen over the past year and a half since the start of the large-scale rehabilitation of the structures have been examined, and actions to eliminate the omission have been offered and highlighted.

Keywords:

Deep renovation, building rehabilitation, energy efficiency.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Бурното развитие на индустрията през миналия век, белязан като века на новите открития, композитните материали и информационните технологии, наред с положителните си страни, в края на столетието постави пред обществото тревожните въпроси за климатичните промени и опазването на околната среда. През последните десетилетия на 20 –ти век се наблюдаваха чести енергийни кризи и бързо нарастване на населението на планетата, които са новите предизвикателства пред човечеството. На дневен ред е новата парадигма за устойчиво развитие, което е начин на използване на природните ресурси, при който се задоволят текущите човешките нужди без да се повлиява на естествения баланс на околната среда. Устойчивото развитие обединява два основни стремежа на обществото: а/ постигане на икономическо развитие, осигуряващо нарастване на жизнения стандарт (комфорт); б/опазване и подобряване на околната среда (грижа за бъдещето).

¹Ячко Иванов, акад. проф. д-н инж.; НТССБ София, ул. Раковска 108; Европейски Политехнически Университет (ЕПУ), Перник 2300, ул. Св.св. Кирил и Методий 23; имейл: yadir_1@abv.bg
Yatchko Ivanov, Member of BAS, Prof. DSc, Eng.; NTSSB, Sofia, 108 Racovski str. European Polytechnical University (EPU), Pernik 2300, Bulgaria, 23 St. st. Cyril and Methodius str.; E-mail: yadir_1@abv.bg

Съгласно Световната комисия за околната среда и развитието на ООН (UNFCCC COP Report 2004) устойчивост означава „посрещане на днешните нужди без допускане на компромис към правото на бъдещите поколения да посрещнат техните собствени нужди“.

Във края на второто десетилетие на новия 21-ви век светът изживя ново предизвикателство – пандемията COVID-19. Нейното преживяване и породените от изменението на климата опасности за бъдещото развитие и дори за съществуването на човешкия живот на планетата Европейския съюз обяви План за възстановяване и устойчивост на икономиката му. Този план бе предизвикан от необходимостта от преустройството на начина на живот и управление на човешката дейност в условията след пандемията, както и да гарантира възстановяване на икономиката и изпълнение на: Зелената сделка на Европейския съюз, изискванията, свързани с климатичните промени и енергията, които са водещи за „Европа за ефективно използване на ресурсите“ [1,2]. Изпълнението на тези изисквания е свързано с реформиране на всички аспекти на нашите общества и икономиката, което следва да бъде осигурено чрез ново образование, социални договори, условия на труд [3] и нови инвестиции в хората и околната среда [4].

За възобновяване на икономиките са приети за изпълнение задачите за: организиране и провеждане на мероприятия за справяне с пандемията; ангажиране на европейските граждани във формирането на дневния ред на мисиите към Рамковата програма на ЕС за научни изследвания Хоризонт Европа (2021–2027); поканени са членове на Европейския алианс за чист водород за представяне на проекти свързани с възобновяеми нисковъглеродни технологии и решения, с които да се създаде пакет от разработки за постигане на целите на Стратегията за използване на водорода и за гарантиране на климатично неутрална Европа; След приемането на Плана за възстановяване и устойчивост на Европа бе договорено към приетия бюджет на Европейския съюз за периода 2021 -2024 да бъде добавен и възстановителен фонд, който да гарантира изпълнението на програмата „Nextgeneration EU“; Доразвита бе анонсираната през 2020 идея за Баухаус и на проведената, през 2020 г. XXI онлайн конференция на тема „Новият европейски Баухаус“ бе дефинирала целта: „Чрез Новия европейски Баухаус да направим европейската Зелена сделка осезаема“[5]. Към днешна дата гласуваният за изпълнение на ПУВ на ЕС бюджет възлиза на 2,018 трилиона евро.Той следва да гарантира изграждането на една по - екологична, по - цифрова и по – устойчива Европа. За този план ЕК отбелязва „Планът за възстановяване и устойчивост се превръща в огромно предизвикателство, пред което сме изправени, във възможност не само за оказване на подкрепа на възстановяването, но и за инвестиране в нашето бъдеще“. Тук ще добавим, че той заедно с цифровизацията ще стимулира заетостта и растежа, ще гарантира устойчивостта на обществото и доброто състояние на околната среда. Затова ЕК го определя като „часът на Европа“.

С цел да се изпълнят изискванията за устойчиво развитие и поставената задача,към 2050 г., за превръщането на Европа в първия климатично независим континент, в Плана за възстановяване и устойчивост на ЕС значително внимание и средства са отделени за дълбокото саниране на сградите. Тук целта е реновиране на сградния фонд, удължаване на неговия жизнен цикъл, гарантиране намаление на емисиите на CO₂, подобряване енергийната му ефективност и на условията на живот.

Очакванията са Зелената сделка и плановете за реформи и възстановяване на икономиката да бъдат инвестиционен катализатор и да помогнат за премахване на енергийната бедност, за решаване на демографския проблем в ЕС с очаквания и за геополитически ефект [6]. Това ще намали опасността от преселение на големи маси хора и ще има принос за националната сигурност на страните членки. Посочените мерки и задачи следва, обаче да се изпълняват в условията на развихрилите се енергийна криза, инфлация и военен конфликт.

Основавайки се на посочените по-горе насоки, следвайки концепцията за устойчивост и вземайки предвид очертала се ситуация в Европа и Света в статията се проследява състоянието и проблемите при стартирането на заложените в Националния план за възстановяване и устойчивост задачи за дълбокото саниране на сградите, подобряване на енергийната им ефективност и удължаване на техния жизнен цикъл.

2. ЗАДАЧИ ОТ НПВУ ЗА СТРОИТЕЛНИЯ БРАНШ

Както вече е известно, Националният ни план за възстановяване и устойчивост е структуриран в четири основни стълба (<http://nextgeneration.bg>): **Иновативна България** (включва мерки в сферата на образованието, дигиталните умения, науката, иновациите, технологиите и взаимовръзката между тях); **Зелена България** (с фокус върху устойчивото управление на природните ресурси); **Свързана България** (за подобряване конкурентоспособността и устойчивото развитие на регионите на страната, подобряването на транспортната и цифрова свързаност); **Справедлива България** (с фокус върху хората с неравностойно положение).

Строителният бранш има отношение към три от четирите стълба, но основно неговите предизвикателствата са в Зелена България [6] който е с компоненти: Нисковъглеродна икономика; Биоразнообразие и Устойчиво селско стопанство. Участието на бранша е в компонент Нисковъглеродна икономика, който има за цел намаляване на въглеродните емисии и енергийната интензивност на икономиката, както и подпомагането на зеления преход чрез реализиране на мерки за повишаване на енергийната ефективност на жилищните, публичните и бизнес сгради, както и чрез стимулиране производството и използването на енергия от възобновяеми източници. Предвидените реформи и дейности в този компонент, които директно се отнасят към строителния бранш са свързани със:

- Създаване на Национален фонд за декарбонизация;
- Улесняване и повишаване ефективността на инвестиции в енергийна ефективност на многофамилни жилищни сгради;
- Разработване на дефиниция и критерии за "енергийна бедност" за домакинствата в Закона за енергетиката;
- Енергийна ефективност в сграден фонд;
- Програма за финансиране на единични мерки за енергия от възобновяеми източници в еднофамилни и многофамилни сгради;
- Енергийно ефективни общински системи за външно изкуствено осветление;
- Механизъм за финансиране на проекти за енергийна ефективност и възобновяеми източници заедно със сметките за енергия;
- Обслужване на едно гише;
- Дигитална трансформация и развитие на информационните системи в условията на нисковъглеродна икономика;
- Развитие на нисковъглеродна икономика, извършване енергиен преход и изработване на Пътна карта към климатична неутралност.

3. КАКВО ВКЛЮЧВА ДЪЛБОКОТО САНИРНЕ/РЕНОВИРАНЕТО НА СГРАДИТЕ НА СГРАДНИЯ ФОНД

Реновирането на сградите включва извършване на цялостно и енергийно обновление на сградите. Постигането на това обновление е свързано с два фактора, които са с решаващо въздействие – ограждащите конструкции (статичен фактор на енергийната ефективност) и инсталациите (динамични променлив във времето). Съобразяването с тези два фактора и тяхното съчетаване е гаранцията за изпълнение на идеята за реновирането на сградите, т.е. за удължаване на техния жизнен цикъл и достигане на висока енергийна ефективност - клас

А и NZEB [7]. Санирането на ограждащите конструкции е свързано с еднократна инвестиция, която няма връзка с предназначението на сградите. Този процес изисква промени на архитектурни решения за да се прекрати загуба на енергия. Вторият фактор - инсталациите са свързани с: дейностите и предназначение на обекта; цените на енергоносителите и директно с намаляване на емисиите.

При извършване на реновирането следва да се имат предвид и изискванията към енергийните характеристики на сградата [8], с което ще се гарантира постигането на показателите за енергийни спестявания на сградите.

България стартира изпълнението на програмата с значително изоставане от нормативно наложените в предходните нормативни документи срокове за енергийна ефективност на сградния фонд. До сега, по НПМФЖС, е постигнато саниране едва на 4,2% от многофамилните жилища от националния сграден фонд.

През миналата година (на 31.05.2023 г.) приключи Първия етап на кандидатстването за 100% финансиране на дълбокото саниране/реновиране на многофамилните жилищни сгради. С анкетна карта на Българо-австрийската консултантска камара (ВАСС) бяха уточнени необходимите документи за кандидатстването и за процеса на обновяване данните за:

- **Част Архитектурна** – данни за остъкляване на балкони и извършени текущи ремонти;
- **Част Конструктивна** – извършени промени в конструктивните елементи (външни и вътрешни зидове, панели, нови отвори и др.);
- **Част Отопление, вентилация и климатизация** – видове енергия за отопление (отоплителни тела в помещенията и брой; твърдо гориво, вентилация, климатици и брой, източници на топла вода);
- **Част ел. инсталации** – реконструирани; осветителни тела, силови консуматори – вид и брой, интернет, телевизия;
- **Част ВиК**- промени, водомери др.

Следователно дълбокото саниране предвижда цялостно реновиране на сградния фонд.

4. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОГРАМАТА ДНЕС

През 2023 г. бе даден старт на кандидатстването с проекти от МФЖС. На първия етап (с 100% европейско финансиране) са подадени 3068 проекта от многофамилни жилищни блокове/сгради МФЖС, за които необходимите средства са над 4 млрд. лв., а отпуснатите средства са 1,4 млрд. лв.. В 102 общини са класирани 756 проекти за сгради, за чието реновиране са необходими 1 128 694 945,75 лв. За градовете:

- София – одобрени 69 проекта за 106 052 283 лв.; В резерв остават 117 проекта за 160 052 509 лв. и са отхвърлени 17 проекта. На фиг.1 и фиг. 2 са показани реализирани проекти при предишната кампания.
- Пловдив – от 80 подадени проекти на обща стойност 151 055 559,72 лв. Одобрени са само 33 проекта на стойност 62 020 587 лв. при отпуснати средства в размер на 80 млн. лв.;
- Варна – одобрени 31 проекта от подадени 61.; Враца – одобрени – 8; Видин – 7; Монтана – 15 за 10 269 283 лв.; Сливен – 15 ; Смолян - 2; Свищов – 13.

Анализът показва, че са много случаите на не финансиране на проекти от малки градове. Подадени са над триста възражения от не класирани обекти.

Вторият етап започна от 01.06.2023 г. и бе със срок до 31.12.2023 г. Той е 80% финансиране от ЕС и 20% - съфинансиране от собствениците. Осигурени са 256 млн. лв. По програмата се предвижда процентът на средствата от ЕС в следващите етапи да намалява, а процентът на съфинансирането да се увеличава. Проучването показва, че е ниска

заинтересоваността за участие във втория етап. Срокът за подаване на проекти бе удължаван два пъти до 28 март т.г. и при приключването му са регистрирани малко под 300 предложения. В същия срок от общините са подадени 292 проекта за публичния сграден фонд (139 административни сгради, 112 – културни, 41 – спортни) на стойност 409 млн. лв. и е поставена задача за постигане клас на енергопотребление мин. „Б“ и спестяване на 30 % първична енергия от сградите. Тук ще добавим и осигурените 15,6 млн. лв. от Министерството на младежта и спорта за ремонти на държавните спортни училища - със СМР ще бъдат реновирани училищата в София, Пловдив, Плевен, Варна и Русе [8].



Фигура 1. Два реализирани проекта в София



Фигура 2. Реализиран проект в Перник

5. ЗАДАЧИ ПРЕД СТРОИТЕЛНАТА БРАНШ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ПРОГРАМАТА ЗА ДЪЛБОКО САНИРАНЕ ОТ ПЛАНА ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ И УСТОЙЧИВОСТ НА Р. БЪЛГАРИЯ

Националният план за възстановяване и устойчивост на България, след одобрение от ЕК бе прието да бъде финансиран от ЕК с определените 6,3 милиарда евро под формата на безвъзмездни средства. За подкрепа за устойчиво енергийно обновяване на жилищния сграден фонд, т.е. за енергийната му ефективност са предвидени над 1,4 млрд .лв. Задачите са твърде отговорни защото изискването е: всички нови сгради до 2030 г. да са с Б емисии , а съществуващите – до 2050 г. да са с нулеви емисии.

Отделно МРРБ предвижда по Програма „Развитие на регионите 2021–2027” в областта на дълбокото саниране да се изпълняват още следните два приоритета:

- Приоритет „Интегрирано градско развитие”, който включва най–големите общини: София, Пловдив, Варна, Бургас, В. Търново, Ст. Загора, Благоевград и др. Предвижда се финансиране до 400 млн. лв.
- Приоритет „Интегрирано териториално развитие”, който обхваща 40 общини, в т.ч. Враца, Монтана, Лом, Ловеч, Троян, Габрово, Г. Оряховица, Севлиево, Разград, Свищов, Силистра, Добрич, Търговище,, Шумен, Казанлък, Свиленград, Харманли и др. с почти същото финансиране.

Финансирането за еднофамилни къщи е на базата на подход „отдолу–нагоре” Те трябва да са отразени в териториалните стратегии за развитие на б –те икономически региона. Условието е те да имат обследване за енергийна ефективност.

Очаква се обявяване на процедура „Национална схема за подпомагане на домакинствата в областта на енергията от възобновяеми източници”. Тази процедура ще гарантира ползване на средства за изграждане на слънчеви инсталации за битово осигуряване с гореща вода и фотоволтаични системи до 10 kWp.

6. ПРОБЛЕМИ НА ПРОГРАМАТА ЗА РЕНОВИРАНЕТО НА СГРАДИТЕ

6.1. Проблеми при старта на програмата

- A. Затруднения при оценките на техническите и енергийни характеристики на сградите поради недостатъчно подготвени оценители. През 2023 г. четири университета започнаха обучение на оценители (такса за участие в курса 4000 лв.!). Има забавяне и документални трудности при получаване на технически паспорти за МФЖС. Тук ще добавим и липсата на достатъчно специалисти за обследване състоянието на металните връзки в панелните сгради;
- B. Съществуват нерешени технически проблеми, които ще затрудняват дейностите при спазване на актуалните изисквания [7]:
 - Различните гранични стойности за различните конструкции определят различно ниво на топлинните загуби. Различните параметри не позволяват сравнение и избор на вида на конструкцията;
 - За подобряване на топлинната изолация на плоски покриви с 30 см. въздушен слой са необходими съответни проекти, но у нас липсват проектни разработки за конструкциите и технологичните решения;
 - Трудности ще се срещнат при топлоизолацията на сградите със стоманобетонени носещи стени, които са с близо два пъти по –големи топлинни загуби;
- C. Проблеми пред строителите:

- Липса на работни проекти с детайли за фасадата и за необходимото реновиране на инсталации и др. елементи
- Недостатъчна подготовка на техническите ръководители;
- Недостатъчна квалификация на изпълнителите;
- Неспазване на изискванията при изпълнението на отделни операции;
- Приложение на не сертифицирани фасадни системи;
- Чести неоторизирани промени на параметрите на топлоизолационни продукти;
- Приложение на неподходящи и некачествени компоненти;
- Липса на адекватен контрол при приемането на завършени работи.
- Не са уточнени срокове за мониторинг на обновената сграда, след който се издава сертификат, доказващ постигнатите заложен енергийни характеристики за да се извърши окончателното разплащане.
- Все още няма решение за цените, които ще се прилагат при заплащането на извършената от строителите работа;
- Не е решен проблема с индексацията, налагаща се поради промените на цените на материалите и работната сила.

6.2. Затруднения при избора на материалите за извършване на обновяването

В проведената през (2015 -2016) кампания за саниране на МФЖС са използвани предимно вносни материали, които в много случаи или не са сертифицирани или със своите характеристики не отговарят на изискванията за постигането на нормативно заложените енергийни характеристики на сградите. Институциите, координирали и контролирали дейностите през 2015 – 2016 г. не са направили анализ и оценка на постигнатите качество и енергийни характеристики на санираните сгради. За да се отстранят допускани грешки (виж раздел 6) при досегашните дейности по саниране на сградния фонд на страната следва да помогнат разработките на български изследователи със:

- Резултатите от изследване състоянието на дюбелните съединения на едропанелните жилищни сгради [9-12]; Методите за определяне на напреженията в напукани биметални елементи [13]; Статическите анализи за оценка влиянието на епоксидно покритие при възстановяване на металните връзки в панелните сгради [14];
- Доказаните възможности за: а/ използване на терморективни нано композитни покрития [15], които могат да се прилагат при ремонт на металните съединения на панелите;
- Все още не е решен проблема с цените. Ценовите разчети на КСБ показват, че те следва да бъдат по – високи от заложените стойности на МРРБ. Разчетите показват, че за 8 етажна сграда цената трябва да е 320 лв/ m², а за такива между 8 – 10 етажа цената ще нараства до 340 лв./m² РЗП. Това е една от големите трудности както за общините, така и за строителите и сигурно ще наложи в много случай да се стигне до намаляване на разходите [n.p.Stroitel.bg/KSB/05.04.2024]. По данни на КСБ над 40 000 МФЖС се нуждаят спешно от дълбоко саниране/реновиране.

Изчисленията показват, че при очертаващите се темпове на дълбоко саниране ще са необходими над 60 млрд. лв. и над 6 десетилетия.

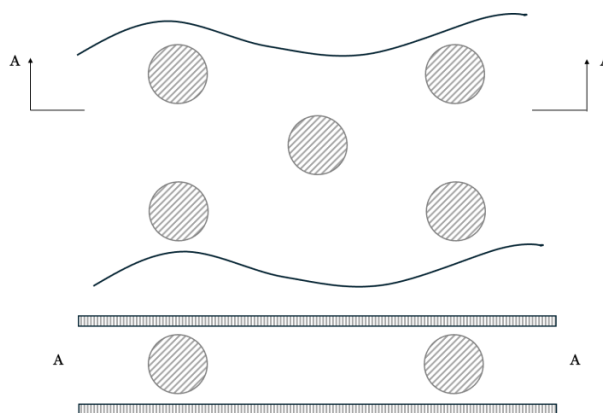
7. ПРОБЛЕМИ НА ПРОГРАМАТА ЗА РЕНОВИРАНЕТО НА СГРАДИТЕ

По време на кампанията 92015Ж -2016) са похарчени 2 млрд. лв. и са санирани 2022 сгради, в които живеят 277 405 души. В България 93 % от сградите не са енергийно ефективни. Санираните сгради вече имат нов по – красив облик на фасадите, но са клас „С“ с около 40% спестяване на ел. енергия, а целта на дълбокото саниране/ реновиране е да се постигне клас „Б“

Както вече бе отбелязано отговорните институции не са направили анализ и оценка на санирането. Затова тук ще се опитаме да направим кратък анализ на допуснатите грешки,

базирайки се на проучвания направени съвместно със създадения през 2023 г. Алианс за висока строителна култура (АВСК). Извършена бе проверка на санирани сгради в Бургас, Варна, В. Търново, София и Горна Оряховица. Открити са около 8 нередности:

- Собствениците не са подписвали Акт 15 – подписвани са от кметовете или главните архитекти на общините;
- Залепването на плочите на изолацията в болшинството от случите е извършено с т.н. „топки“ при което остават кухини между изолацията и стената и въздух, което улеснява пожарите (фиг. 3);
- Подмяна на материалите, подминаване проблемите при дюбелите, липса на задълбочено конструктивно обследване.
- Проучването с термокамери показва, че изтича топлина – при температура в сградата 25°C на стените се отчитат 4°C , т.е. вместо саниране охлаждане, поява на мухъл и много други.



Фигура 3.Залепването на плочите на изолацията с така наречените „топки“

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изпълнението на Програмата за реновирането/дълбокото саниране на Националния План за възстановяване и устойчивост изисква на първо място решаване на проблемите с финансирането, изработване на проектите, избора и сключване на договорите за изпълнение на дълбокото саниране. Дълбокото саниране/реновирането на НФЖС ще позволи жилищните сгради да намалят енергийната си зависимост и електропотреблението и/или да покрият изискванията за NZEB, а така също и да се осигури климатичната неутралност на страните в Европа. Реновирането на сградите ще допринесе удължаване на техния жизнен цикъл, подобряване на техния естетичен вид, в т.ч. и на цели квартали, както и на условията за здравословен живот. То ще има и социално – икономичен ефект: намаляване на разходите за отопление, създава заетост, увеличава приходите на строителите, транспорта, логистичните центрове, складовете, както и решаване на проблема с енергийната бедност. Не на последно място реновирането/дълбокото саниране ще има и своя значителен принос за решаване проблеми на климата и кръговата икономика.

Строителният бранш, с активното съдействие на държавната администрация и обществото, е основен изпълнител на програмата за реновирането/дълбокото саниране на сградите и за постигането на климатична неутралност на страната ни до 2050 г.

За постигане на посочените по–горе резултати и за гарантиране, че успешно ще бъдат реновирани над 66 000 МФЖС и еднофамилните сгради (50 % от жилищния фонд) следва да се разработи дългосточен план за няколко десетилетия и да се положат усилия за неговото изпълнение.

ЕС е отделил 81 милиарда евро за дълбокото саниране, т.е. за решаване въпросите за енергийната ефективност на сградите. За съжаление, през м. юни т.г. ЕК е отправила предупредително писмо до България заради забавянето на решенията за енергийната ефективност на сградите. В срок от два месеца следва да получат отговор. Има опасност България да загуби предвидените за саниране средства!

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Effective use of resources, Available: https://commission.europa.eu/index_bg [visited 25 march 2022]
- [2] Ivanov Ya., Sustainable development and national plan for recovery and sustainability-challenge for construction, in Proc. EUV' 2022, June 25-26, Varna, (ed. T. Raychev) p.12--21
- [3] Schwab K., The Fourth Industrial Revolution, Davos Forum, 2021, 456 p.
- [4] Barrow B., Investing in peoples, Available: <http://www.foreinaffairs.com/articles/2015-12-12> [visited 24 march 2022]
- [5] Нов Баухаус, Available: <http://www.c3isp.eu/content/horizon-europe2021-2027> [visited 09 June 2021]
- [6] Ivanov Ya., A. Yanakieva, R. Kazandjiev, Engineering Sciences, LIX, 2022, n.3, 65 - 72
- [7] Николов И., в. Строител, 14. 04.2023, с. 13
- [8] Наредба № ЕРД – 04-2 от 16.12.2022 г. за обследване на енергийната ефективност, сертифициране и оценка на енергийното спестяване на сградите.
- [9] Хрисчев Л., В. Славчев, М. Генчев, Обследване на дюбелни съединения на едропанелни жилищни сгради, 17-та науч. конф. ВСУ'2017, June 2017, Sofia, 321 -332
- [10] Хрисчев Л., М. Ганчев, Количествена оценка на дефектите на дюбелните съединения на едропанелните жилищни сгради, Межд. научна конф. DCB' 2016, с.153 -159
- [11] Хрисчев Л., Д. Сотиров, В. Славчев. Изследване на дюбелни съединения на ЕПЖ с използване на импулсен ултразвуков метод, 15-та Межд. науч. конф. ВСУ'2015, юни 8-9, 2015, София, (ед. В. Стояно и Д. Партов.) с.221 -229
- [12] Хрисчев Л., Д. Сотиров, В. Славчев, Конструктивни и топлотехнически обследвания на елементи на едропанелни жилищни сгради, Годишник на УАСГ, София, т.51, 9, с. 7 -120
- [13] Yanakieva A., Stress determination in a cracked bi-material element using the LEM energy approach, Intern. J. of mechanical and production engineering, 3(11), 2015, p.47 – 52
- [14] Yanakieva A., Statistical analysis of the effect of the epoxy insulation on the pull-out bond strength of steel bars, Comptes rendus de l'Academy Bulgare des Sciences, 64 (7), 2011, p. 1035 - 1042
- [15] Kotsilkova R., E. Ivanov, B. Milosheva, E. Krusteva, A. Topliyska, C. Silvester, M. Raimo Development of thermosetting nanocomposites for protective coating applications, Nanoscience, and nanotechnology, 6, 2008, p.141 -145