DCB 2025
III Младежка научна конференция с международно участие
„Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 29 октомври 2025 г., София
III Youth Scientific Conference with international participation
„Design and Construction of Buildings and Facilities“, October 29, 2025, Sofia, Bulgaria
ISSN 2738-7887 (online); ISSN 2738-7879 (CD-ROM)

ТЕХНИЧЕСКИ АСПЕКТИ НА АДАПТИРАНЕТО НА СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ СГРАДИ КЪМ ФУНКЦИИ ЗА ВРЕМЕННО НАСТАНЯВАНЕ ПРИ БЕДСТВИЯ

Стилиан Костадинов[1], Стефан Първанов[2]

TECHNICAL ASPECTS OF ADAPTING EXISTING BUILDINGS TO A TEMPORARY DISASTER SHELTER FUNCTION

Stilian Kostadinov[1], Stefan Parvanov[2]

Abstract:
The adaptation of existing buildings for temporary accommodation of affected populations during disasters is a strategic approach to increasing the capacity of civil protection systems. This paper examines the key technical aspects of this process, including the assessment of structural adequacy, the possibilities for internal reorganization, and compliance with hygiene, safety, and energy efficiency requirements. Criteria for selecting suitable buildings (such as schools, sports halls, administrative and industrial facilities) are analysed, along with methods for rapid adaptation using modular partition systems, mobile sanitary units, and emergency power sources. Emphasis is placed on integrating sustainable technical solutions that ensure comfort, safety, and minimal environmental impact. The findings demonstrate that through proper preliminary assessment and engineering preparation, the existing building stock can serve as an effective resource for temporary accommodation in crisis situations.

Keywords:
Temporary accommodation, Building adaptation, Structural adequacy, Hygiene and safety, Energy efficiency, Disasters, Civil protection

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В контекста на нарастващите природни и техногенни бедствия през последните десетилетия, осигуряването на временно настаняване на засегнатото население се превръща в ключов елемент на националните и европейските стратегии за защита при бедствия. Данните на Европейската комисия (European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations, 2023) сочат, че всяка година над 15 милиона души в Европа се нуждаят от временен подслон вследствие на наводнения, земетресения, горски пожари или социално-икономически кризи. Това поставя пред инженерите и архитектите изискването да

[1] Стилиан Костадинов, курсант, факултет Пожарна безопасност и зашита на населението, Академия на МВР; Stilian Kostadinov, cadet, Faculty of Fire Safety and Civil Protection, Academy of MoI.
[2] Стефан Първанов, доцент доктор, катедра „Управление на безопасността и превенция“ факултет “Пожарна безопасност и защита на населението“, Академия на МВР; Stefan Parvanov, Associate Professor, PhD, Department of Safety Management and Prevention, Faculty of Fire Safety and Civil Protection, Academy of MoI.

разработят устойчиви, енергийно ефективни и безопасни решения за временно настаняване, които да се прилагат незабавно след възникване на криза.

Традиционните решения – палаткови лагери, контейнерни или модулни жилища – са ефективни при кратковременни мисии, но често се характеризират с ограничен комфорт, ниска енергийна ефективност и кратък експлоатационен живот [1]. В същото време съществуващият сграден фонд (училища, спортни зали, културни домове, административни и промишлени сгради) предоставя значителен инженерен и пространствен потенциал за бърза адаптация при бедствия. Чрез минимални преустройства и технически интервенции тези обекти могат да бъдат превърнати във временни убежища с достатъчна хигиенна, противопожарна и енергийна осигуреност.

Както отбелязват Félix и съавт. (2014), концепцията за временно настаняване трябва да бъде разглеждана не само като реакция след бедствие, а като част от интегрирания цикъл на управление на риска, включващ подготовка, реакция и възстановяване. Според този подход адаптирането на съществуващи сгради трябва да бъде предварително планирано, чрез инженерни обследвания и разработване на модели за тяхното функционално трансформиране [2].

На територията на България потенциалът за такъв подход е изключително висок. По данни на Националния статистически институт (НСИ, 2023), над 70% от обществените сгради са изградени в периода 1960-1990 г., като значителна част от тях имат големи помещения, подходящи за колективно настаняване [3]. Въпреки това, повече от половината обекти не са преминали оценка на конструктивната годност и не отговарят на съвременните стандарти за енергийна ефективност и пожарна безопасност [4].

Адаптирането на такива сгради изисква интегриран подход, който обединява строително-инженерни, архитектурни и експлоатационни аспекти. Той включва:

- анализ на конструктивната устойчивост при нови експлоатационни натоварвания;
- преустройство на вътрешната организация с осигуряване на хигиенни и санитарни условия;
- въвеждане на устойчиви технически решения за енергийна ефективност и безопасност;
- разработване на гъвкави системи за бърза мобилизация и последваща реконверсия на сградата след кризата.

Както отбелязва Beatini и съавт. (2023), ефективността на временните убежища зависи не само от пространствените и конструктивните характеристики, но и от качеството на вътрешната среда – вентилация, осветеност, акустика и социална достъпност. Следователно, техническите решения трябва да осигуряват не просто оцеляване, а комфорт и достойнство на обитаване [5].

Настоящият доклад има за цел да анализира основните технически аспекти на адаптирането на съществуващите сгради за временно настаняване при бедствия – конструктивна годност, вътрешна организация и изисквания за хигиена, безопасност и енергийна ефективност. Освен това е предложен елементарен математически модел за количествена оценка на пригодността на сградите, както и примерна апликация с конкретни стойности.

2. КРИТЕРИИ ЗА ИЗБОР НА СГРАДА ЗА АДАПТАЦИЯ

Изборът на подходяща сграда е първата стъпка в процеса на адаптация. Основните критерии са:

- **Конструктивна годност** – здравина и устойчивост на носещата система, състояние на основите и покривната конструкция;

- **Пространствен капацитет** – възможност за разделяне на помещенията на функционални зони;
- **Локация** – достъпност, безопасност и транспортна свързаност;
- **Инженерна осигуреност** – налични ВиК и електрически инсталации;
- **Възможност за бърза модификация** чрез модулни решения.

Beatini et al. (2023) посочват, че минималните структурни и пространствени изисквания за аварийни убежища трябва да гарантират „safe load paths, redundancy and habitability zones“, което поставя основата на предварителната инженерна оценка [5].

3. ОЦЕНКА НА КОНСТРУКТИВНАТА ГОДНОСТ

3.1 Основни критерии

Оценката на конструкцията цели да установи устойчивостта при нови експлоатационни режими. Показателите включват:

- допустими вертикални и хоризонтални натоварвания;
- деформации и устойчивост при сеизмични въздействия;
- носимоспособност на елементи и връзки;
- състояние на материалите и корозионни процеси.

3.2 Математически модел

За бърза количествена оценка се предлага индексен модел:

$$K = wC \cdot C + wP \cdot P + wM \cdot M \qquad (1)$$

където

C – индекс на конструктивна годност;

P – индекс на пространствена пригодност;

M – индекс на инженерна осигуреност,

а w_C, w_P, w_M са тежестови коефициенти (сумата им е 1).

3.3 Количествен пример

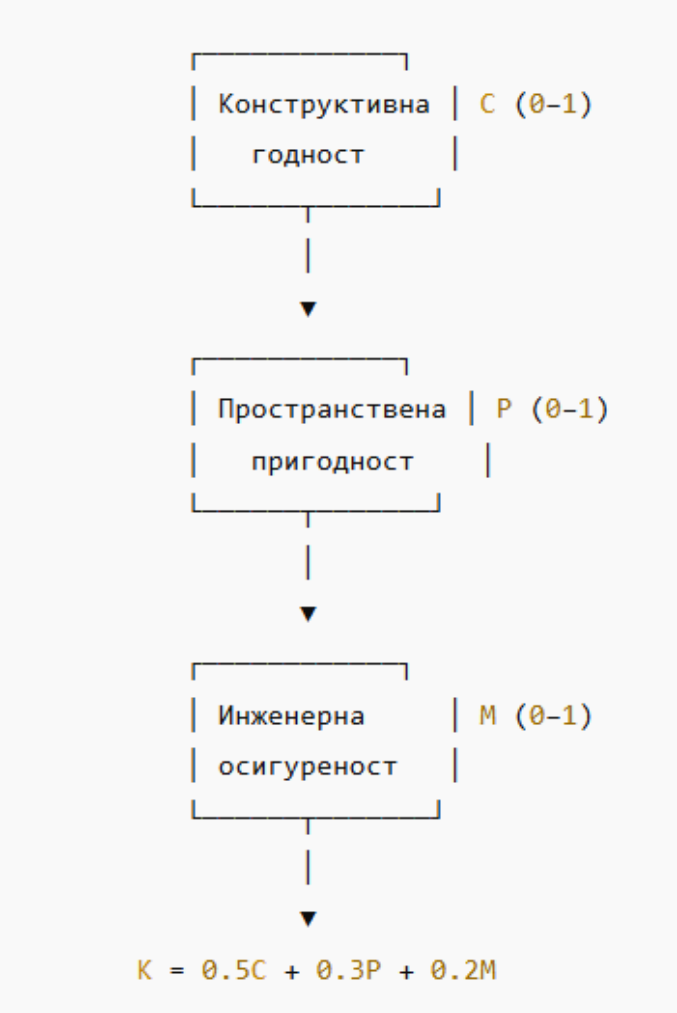
За училищна сграда:

$C = 0{,}9$, $P = 0{,}55$, $M = 0, 6$; $wC = 0{,}5$, $wP = 0{,}3$, $wM = 0{,}2$.

$$K = 0{,}5(0{,}9) + 0{,}3(0{,}55) + 0{,}2(0{,}6) = 0{,}735$$

При праг $K_{min} = 0{,}7$, сградата се приема като технически пригодна за временно настаняване след частични преустройства.

Визуалното онагледяване на процеса на оценка на пригодността на сградата може да се онагледи чрез фигура 1.



Фигура 1. Индексен модел за оценка на пригодността K

4. ПРЕУСТРОЙСТВО НА ВЪТРЕШНАТА ОРГАНИЗАЦИЯ

Преустройството трябва да създава **гъвкава, безопасна и хигиенична среда**.

4.1 Модулни системи

Faragallah (2021) подчертава, че модулните конструкции „enable rapid reconfiguration of interior layouts without compromising safety“. Те позволяват отделяне на зони за спане, хигиена, хранене и обслужване [6].

4.2 Санитарни възли

Afkhamiaghda (2021) определя достъпа до санитарни съоръжения като „the most critical factor determining the habitability of temporary shelters“. Препоръчва се инсталиране на мобилни модули, които могат да бъдат свързани към съществуващата инфраструктура [7].

4.3 Примерна организация

За спортна зала 1 500 m²: 150 спални модула по 10 m²; санитарна зона – 200 m²; зона за хранене и обслужване – 100 m²; евакуационни коридори ≥1,5 m.

5. ХИГИЕНА, БЕЗОПАСНОСТ И ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

5.1 Хигиена и безопасност

Минимална площ – 3,5-4 m²/човек; 1 тоалетна/20 души (СЗО, 2022). Montalbano (2023) отбелязва, че липсата на комфорт и сигурност компрометира социалната устойчивост на подслоните. Необходимо е осигуряване на противопожарни системи, аварийно осветление и контрол на достъпа.

5.2 Енергийна ефективност

Повече от 60% от обществените сгради в България са с нисък енергиен клас (ME, 2024). Подобренията включват: изолация и енергийно ефективни дограми; фотоволтаични панели или генератори; системи за рекуперация на топлина.

6. ИНТЕГРИРАН ИНЖЕНЕРНО-АРХИТЕКТУРЕН ПОДХОД

Процесът на адаптиране на съществуващи сгради към функции за временно настаняване след бедствия трябва да се разглежда не като поредица от отделни технически дейности, а като динамична система, в която конструктивната оценка, функционалната организация и енергийните характеристики са взаимно обвързани. Ефективността на адаптацията зависи от начина, по който тези три направления се синхронизират още в етапа на предварителното планиране.

6.1 Връзка между инженерната и архитектурната оценка

Конструктивното обследване определя границите на възможното преустройство – например допустимите натоварвания на плочите и покрива, възможността за премахване на неносещи стени или инсталиране на временни конструкции. Архитектурната организация, от своя страна, трябва да се впише в тези граници и да осигури функционална гъвкавост, като същевременно спазва санитарно-хигиенните, противопожарните и евакуационните норми.

Когато се прави промяна във вътрешната конфигурация – например разделяне на големи зали на спални модули – това променя разпределението на натоварванията и вентилационните потоци, което налага актуализиране на инженерния анализ. Така се формира обратна връзка между архитектурното решение и конструктивната стабилност, която може да бъде моделирана чрез съвременни цифрови инструменти.

6.2 Ролята на BIM в интегрирания процес

През последните години Building Information Modeling (BIM) се утвърди като основна методология за управление на жизнения цикъл на сградите. В контекста на адаптирането на съществуващи сгради към функции на временно настаняване, BIM може да бъде използван за дигитално обследване, анализ и симулация на различни сценарии.

Според Европейската комисия (European Commission, 2023), прилагането на BIM „увеличава с до 40% скоростта на вземане на решения в кризисна инфраструктура“ чрез интегриране на конструктивни, енергийни и експлоатационни данни в единна среда.

Основните предимства на BIM при този тип проекти са:

Създаване на цифров двойник (digital twin) на сградата – триизмерен модел, който съдържа информация за геометрията, материалите, инсталациите и техническите показатели. Това позволява бързо оценяване на носимоспособността и зоните, подходящи за преустройство. Например, чрез анализ на натоварванията на етажните плочи може да се определи максималният брой настанени лица в дадено помещение без риск за конструкцията.

Симулация на евакуационни и логистични потоци. Чрез използване на BIM-интегрирани софтуери (напр. Revit + Pathfinder) могат да се моделират потоците на движение на хора при различни сценарии – пожар, земетресение, наводнение. Анализът на скоростта и посоката на евакуация подпомага архитектурното решение за разположение на входове, коридори и изходи.

Енергийно и микроклиматично моделиране. BIM платформите позволяват интегриране на енергийни симулации чрез инструменти като *Autodesk Insight* или *DesignBuilder*. Възможно е да се оцени влиянието на различни видове изолация, отоплителни системи и вентилационни решения върху енергийното потребление и топлинния комфорт. Например, симулация за училищна сграда в София показа, че

добавянето на 5 cm топлоизолация и монтаж на рекуператор може да намали енергийните загуби с около 32% при зимни условия.

Поддръжка на база данни за техническата готовност. Всеки обект може да бъде част от национален или общински BIM-каталог, съдържащ актуални данни за конструктивното състояние, капацитет и инженерни мрежи. Това позволява в реално време да се избере най-подходящият обект за активиране при бедствие, без да се губят часове за обследвания.

6.3 Мултидисциплинарна координация и управление

Интегрираният подход предполага координация между няколко професионални направления:

- строителни инженери, които извършват структурния анализ и определят допустимите натоварвания;
- архитекти, които разработват функционални схеми и осигуряват спазване на нормативните изисквания;
- специалисти по ОВК и електроинсталации, които моделират енергийните и хигиенните показатели;
- експерти по пожарна безопасност и евакуация, които проверяват съответствието с БДС EN 1838 и Наредба № Із-1971/2009.

BIM осигурява обща координационна среда (Common Data Environment – CDE), в която всеки участник въвежда и актуализира информацията си. По този начин се избягват дублирания, несъответствия и загуби на данни, които често възникват при класическите „разделени“ проекти.

6.4 Пример за интегрирано приложение

Да се разгледа училищна сграда, предназначена за 500 ученици, която трябва да бъде адаптирана за временно настаняване на 250 души при бедствие.

BIM моделът позволява симулация на натоварвания при преоборудване на класни стаи в спални помещения.

Анализът показва, че при средно натоварване 200 kg/m² плочата работи в рамките на допустимите напрежения, но при добавяне на водни резервоари за санитарни нужди се доближава до границата на безопасност. Следователно инженерното решение включва локално усилване на носещите елементи с метални профили.

Паралелно се извършва енергийна симулация, която показва, че при използване на термопомпа въздух-въздух и LED осветление, специфичното енергийно потребление намалява от 185 kWh/m² годишно до 112 kWh/m², т.е. подобрение с 39%.

Този пример демонстрира, че дигиталното моделиране съкращава времето за техническа подготовка и позволява бързо сравнение между различни сценарии на адаптация.

6.5 Синергия между инженеринг, архитектура и устойчивост

Интегрираният инженерно-архитектурен подход следва да се разглежда като основа на устойчивата архитектура при бедствия. Той обединява структурната безопасност, социалния комфорт и енергийната рационалност в единна стратегия. Според Европейската директива за устойчиво строителство (Directive 2023/1791/EC), всяка реконструкция на сгради след 2030 г. следва да се изпълнява в съответствие с принципите на „Renovation Wave“ – т.е. цифрово моделиране, енергийна оптимизация и нисковъглероден отпечатък. Така подходът към адаптирането на съществуващите сгради за временно настаняване не е само мярка за извънредни ситуации, а част от дългосрочната политика за устойчиво и гъвкаво управление на сградния фонд. Използването на BIM технологии и интегрираната междуведомствена координация превръщат всяка сграда в активен ресурс, готов да бъде трансформиран в защитно, хуманитарно и енергийно ефективно пространство при нужда.

ОБСЪЖДАНЕ

Анализът на техническите и организационните аспекти на адаптирането на съществуващи сгради за временно настаняване при бедствия показва, че този подход представлява ефективна и устойчива алтернатива на изграждането на нови временни съоръжения. Предимството му се състои в бързата мобилизация на наличен сграден фонд, съчетана с по-ниски инвестиционни и екологични разходи.

Въпреки това, резултатите разкриват и някои ограничения, които трябва да се отчетат при практическото приложение. На първо място, значителна част от съществуващите обществени сгради в България имат остарели инсталации и компрометирана енергийна ефективност, което ограничава възможността за комфортно и дългосрочно обитаване. Освен това, при липса на предварителна конструктивна оценка може да възникне риск от претоварване на носещите елементи, особено при преустройства на зали и училищни корпуси за колективно настаняване.

Внедряването на интегрирани цифрови модели (BIM) и стандартизирани протоколи за обследване се очертава като най-перспективен инструмент за преодоляване на тези ограничения. BIM не само подобрява точността на инженерните решения, но и улеснява междуведомствената координация между институциите по сигурността, строителството и енергетиката.

Наблюдава се и необходимост от по-тясна връзка между научноизследователската дейност и нормативната практика, за да се разработят ясни критерии за класификация на сградите според тяхната пригодност за временно настаняване. Така може да се създаде национален регистър на технически пригодните обекти, което би ускорило реакцията при бедствия и би подобрило устойчивостта на градската среда.

Обсъжданите резултати показват, че чрез комбинация от инженерна подготовка, архитектурна гъвкавост и цифрово управление е възможно да се трансформира съществуващият сграден фонд в стратегически ресурс за защита на населението при бедствия и кризи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящият доклад разгледа техническите, архитектурните и организационните аспекти на адаптирането на съществуващи сгради за временно настаняване на населението при бедствия. Проведеният анализ потвърди, че подобен подход представлява устойчива, икономически ефективна и социално значима стратегия, която може значително да повиши готовността на националната система за защита при кризи.

Изследването показа, че конструктивната годност е водещ критерий при определяне на пригодността на дадена сграда. Въведен беше елементарен индексен модел K, който позволява количествена оценка на три основни параметъра – конструктивна стабилност, пространствена организация и инженерна осигуреност. Този модел може да се използва като инструмент за предварителен скрининг в общинската практика, подпомагащ приоритизирането на обектите, подлежащи на адаптация.

Преустройството на вътрешната организация чрез модулни системи, мобилни санитарни възли и аварийни енергийни източници бе определено като ефективен метод за осигуряване на функционална гъвкавост. Прилагането му позволява да се постигне баланс между временността на решението и изискванията за комфорт и безопасност.

От особено значение е интегрирането на BIM технологии в процеса на обследване и проектиране. BIM моделите осигуряват дигитална среда за симулация и координация, позволявайки да се анализират натоварванията, енергийната консумация и евакуационните маршрути още преди физическа намеса. Така се създава основа за национална база данни с

технически характеристики на сградите, която може да бъде използвана от институциите за гражданска защита, общините и енергийните оператори.

От гледна точка на устойчивото развитие, адаптирането на съществуващи сгради има допълнителна стойност – минимизира използването на нови ресурси, намалява въглеродния отпечатък и подкрепя принципите на кръгова икономика в строителството. Това съответства на целите на Европейската директива за енергийна ефективност на сградите (Directive 2023/1791/EC) и инициативата „Renovation Wave“, която насърчава трансформацията на старите обществени обекти в енергийно устойчиви структури.

На базата на проведеното изследване могат да бъдат формулирани следните препоръки:

1. Създаване на национален регистър на сгради, подходящи за временно настаняване, съдържащ информация за конструктивната им годност, капацитет, достъпност и енергийна ефективност.
2. Въвеждане на стандартизиран метод за техническа оценка, основан на количествени индекси като представения модел K, за бърза класификация на обектите.
3. Институционализиране на BIM като задължителен инструмент при обследване и адаптация на обществени сгради, с цел повишаване на точността и прозрачността на процеса.
4. Разработване на нормативна рамка за временни жилищни условия – включваща изисквания за хигиена, безопасност, вентилация и енергийна ефективност при аварийно настаняване.
5. Подкрепа на научноизследователската дейност в областта на архитектурно-инженерните решения за кризисна инфраструктура чрез университетски програми и международни проекти.

В заключение, може да се обобщи, че чрез интегриран инженерно-архитектурен подход и използване на съвременни цифрови технологии, съществуващият сграден фонд може да се превърне в стратегически ресурс за защита на населението при бедствия. Това е стъпка към изграждането на устойчива, интелигентна и социално отговорна инфраструктура, способна да реагира адекватно на предизвикателствата на 21-ви век.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Montalbano, G. (2023). Sustainability of Temporary Housing in Post-Disaster. Buildings, 13(12), 2952.
[2] Félix, D., Vaz Monteiro, D., Branco, J.M., Bologna, R., Feio, A.O. (2014). The Role of Temporary Accommodation Buildings for Post-Disaster Housing Reconstruction. Journal of Housing and the Built Environment, 30(4).
[3] https://www.nsi.bg/.
[4] https://www.me.government.bg/.
[5] Beatini, V., Rajanayagam, H., Poologanathan, K. (2023). Structural and Spatial Minimal Requirement Efficacy of Emergency Shelters for Different Emergencies. Buildings, 13(1), 32.
[6] Faragallah, R.N. (2021). Fundamentals of Temporary Dwelling Solutions: A Proposed Approach. Alexandria Engineering Journal, 60(3).
[7] Afkhamiaghda, M. (2021). Factors Affecting the Post-Disaster Temporary Housing. Journal of Emergency Management.