



Получена: 30.06.2021 г.

Приета: 25.08.2021 г.

РАЗВИТИЕТО НА СТРОИТЕЛНИТЕ ПРОТИВОЗЕМЕТРЪСНИ ТЕХНОЛОГИИ КАТО ФАКТОР ЗА ПЛАНИРАНЕ НА ТЕРИТОРИИ С ВИСОКИ СГРАДИ

Р. Вълков¹

Ключови думи: високи сгради, дефиниция, високо застрояване, устройствени особености, планиране, търсене, противоземетръсни технологии, ЕС, Япония

РЕЗЮМЕ

Основна цел е сравнението и оценката на настоящата ситуация в Япония и Европейския Съюз (ЕС) в областта на планиране на територии с високо застрояване, както по отношение на търсенето на високи сгради, така и по отношение на строителните техники.

Фокусът е върху прилагането на противоземетръсни технологии в строителството на високи сгради и в рамките на тази ниша се анализират: размерът и тенденциите на пазара; ключовите участници в сектора; необходимостта от иновации и бизнес сътрудничество и възможните области за научни изследвания и развитие.

1. Въведение

Настоящата статия обобщава проучвания, свързани с дейността ми като редовен докторант в катедра Градоустройство на АФ на УАСГ с дисертационна тема „Локализация на високите сгради“, която ми позволи успешно участие в програми за международен обмен и провеждане на специализации. Имах възможността да проведа едногодишна специализация в Япония по програмата “VULCANUS”, съпътствана от осеммесечен стаж в токийска проектантска фирма. Стажът беше фокусиран върху активно участие в проекти предимно на високи сгради, опознаване на японското законодателството, добрите проектантски практики в областта на планиране на територии с високи сгради, де-

¹ Радослав Вълков, докторант арх., кат. „Градоустройство”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: radi.m.valkov@gmail.com

мографските фактори в полза на този вид застрояване, както и урбанистичните и технологичните мерки за справяне с противоземетръсните изисквания при изпълнението на високи сгради. Настоящата статия прави кратка съпоставка между практиките на ЕС и Япония в тази област.

Методическите подходи, използвани в статията, са качествен и количествен анализ. Тези инструменти са избрани като предпочитани за изпълнение на целите на изследването, поради характера на достъпната информация. Констатациите от проведеното проучване трябва да се приемат за препоръчителни, тъй като повечето основни данни са обект на авторски права и политиките за поверителност на компаниите. Извършеното сравнение между ЕС и Япония в областта на антисеизмичните технологии трябва да даде на читателя общо впечатление за сектора и добро разбиране на: търсенето на високи сгради; какъв е размерът на пазара, потенциалът за научноизследователска и развойна дейност (НИРД) и бъдещият растеж; нивото на внедряване на технологиите в реалния свят; иновационният капацитет; участието на индустрията, правителството и академичните среди; какви са проектите за техническо и бизнес сътрудничество на двете страни.

2. Изграждане на зони с високо застрояване в ЕС и Япония

В момента икономически силно развитите градове като Лондон, Париж, Виена, Мюнхен, Милано, Токио, Осака и други са свидетели на огромна демографска експанзия не само поради миграцията от околни региони, но и поради миграционни процеси с глобален характер. Това води до увеличаване на търсенето на жилища, поскъпване на имотите и недостиг на земя. В допълнение бързите темпове на технологичен напредък, икономическият растеж на метрополиите, иновациите в конструктивните решения и желанието за естетика в градския пейзаж допринасят за редовното присъствие на високи сгради. Някои други второстепенни фактори като културно значение, престиж и стремеж на човека да строи все по-високо също са повлияли на появата им в градската тъкан.

Имайки потенциала да ограничат разрастването на компактно застроените градски територии, високите сгради могат да се превърнат в ценен инструмент в градоустройството.

2.1. Определение за високи сгради

Днес високите сгради са неразделна част от метрополиите. Определението за тях обаче все още е неясно. Според архитектурната естетика една сграда се счита за висока, когато нейната височина е два или повече пъти по-голяма от размера на диагонала на нейната основа.

За целите на проучването е необходимо да бъде представена еднозначна дефиниция за високи сгради. Техническото определение за високи сгради варира в зависимост от законодателството на различните държави и строителните асоциации. Например, според стандартите на "EMPORIS", високоетажна сграда се нарича „многоетажна конструкция с височина между 35 m и 100 m или сграда с височина в диапазона от 12 до 39 (или повече) етажа" [1]. Международната асоциация по пожарна безопасност заявява, че висока сграда е всяка конструкция, чиято височина може да окаже сериозно влияние върху евакуацията. Същевременно Националната асоциация за противопожарна защита в Съединените американски щати (САЩ) твърди, че това е всяка сграда с височина от 75 фута (~ 23 m), измерена от най-ниското ниво с достъп от пожарна кола до най-високото обитаемо ниво на сградата [2].

За целите на този документ, когато става дума за високи сгради, ще се приема дефиницията на японското и европейското законодателство. Според действащите противопожарни служби в Япония висока сграда е всяка сграда с височина над 31 m или над 11 етажа, а всички сгради над 96 m се класифицират като екстремно високи [3]. Същевременно според японското законодателство за високи сгради се считат всички конструкции с височина над 60 m [4]. В страните от ЕС тези дефиниции също се различават. Така например според законодателството на Италия като високи сгради се определят всички конструкции с височина над 21 m [5]. В Обединеното кралство тази цифра се припокрива. Според тяхната Противопожарна наредба високи сгради са всички сгради със седем или повече етажа (~ 21 m) [6]. Интересно е да се отбележи, че в България тази граница според Пожарната наредба е 28 m [7]. Докато съгласно Закона за устройство на територията (ЗУТ) към категория високо строителство спадат всички сгради с височина над 15 m [8]. В обобщение по-нататък в изложението на тази статия за Япония тази величина ще се приеме да е 60 m, а за ЕС – 21 m.

2.2. Демографски фактори

Една от основните причини за търсенето на високи сгради е възможността да се локализира огромно количество застроена площ с малък отпечатък (ниска плътност на застрояване). Това е причината за все по-нарастващото търсене на високи сгради в Япония. Планинският терен на ландшафта на страната и оскъдните терени за селскостопански дейности неизбежно водят до уплътняване на градските райони. Според проучване на Националната агенция за териториално устройство от 1992 г. относно предназначението на териториите, 252 100 km² (66,7% от националната територия) са гори, 52 600 km² (13,9%) са обработваеми ниви и 16 500 km² (4,4%) са урбанизирани територии. Вж. табл. 1.

Таблица 1. Разпределение по предназначение на националните територии на Япония за 1992 г., съставено от Националната агенция за териториално устройство през 1994 г. Източник: https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/english/land.html

Предназначение на териториите	Площ, 1000 km ²	Площ, %
Обработваеми	52,6	13,9
Горски	252,1	66,7
Защитени	2,6	0,7
Акватории	13,2	3,5
Комуникационни	11,7	3,1
Обитаване	16,5	4,4
Други	29,1	7,7
Общо	377,8	100,0

В сравнение с ЕС, проучване за предназначението на териториите от 2015 г., проведено от Асоциация за проучване на предназначението на териториите и земното покритие, показва, че 1 647 764 km² (37,7% от сухоземната територия) са гори, 969 643 km² (22,2%) са обработваеми ниви и 241 649 km² (5,5%) са урбанизирани територии [9].

Въпреки че разликата в процента на урбанизираните територии не е сериозна, съотношението на плътността на застрояване към глава от населението на Япония и ЕС е 1:5. Това е причината, поради която в ЕС наличието на високи сгради все още се дължи на технологичния напредък, иновациите в конструктивните решения, желанието за естетика на градския силует и културното значение, а в Япония предимно на демографски и икономически фактори.

2.3. Технологични фактори

За да се направи задълбочена оценка на строителния процес на високите сгради, трябва да се вземат под внимание не само конкретните строителни методи, но също така и строителните технологии, приложението на материалите, внедряването на технологиите за безопасност, производителите и доставчиците на тези стоки. Независимо от това, фокусът на тази статия е прилагането на антисейсмични технологии в строителството на високи сгради и следователно горните теми ще бъдат само маркирани.

1. Конструктивни методи и техники – обърнат конструктивен метод, летящ кофраж, пълзящ кофраж, катерещ се кофраж, тунел кофраж / кофражна маса, контролируема широкостенна колона.
2. Конструктивни системи: скелетна система, плочогредова система с шайби, панелна система, система със сглобяеми елементи.
3. Употреба на материали: стомана, цимент, въглеродни влакна.
4. Доставка, износ и внос на: суровини, строителни материали, строителни машини.
5. Решения за безопасност и сигурност на обитателите: противоземетръсни, противопожарни, против ветрови натоварвания, против прегряване на сградата, за подобряване на вентилацията на сградата, за комфортно осветление на сградата, за повишаване на енергийната устойчивост.

2.4. Икономически фактори

Стоманата е един от основните строителни материали, които се използват при изграждане на високи сгради и страните с висок добив на тази суровина са доминиращи в планирането и строителството на територии с високо застрояване. Япония е вторият водещ производител на сурова стомана с общо 104 милиона тона годишно. Единствено Китай държи лидерството с общо 831 милиона тона годишно [10]. Разликата е очевидна. Китай произвежда осем пъти повече от производството на Япония. Това се дължи на по-големия достъп на Китай до природни ресурси и по-голямото им население. Истинското предизвикателство пред Япония е да остане пред останалите основни страни производители, като Индия, САЩ, Русия и Южна Корея, които с бърз темп намаляват разликата. Сред най-важните производители на стоманени изделия в Япония са: NSSMC Group, JFE Steel, Hyundai Steel, JSW Steel, SAIL Kobe Steel. Сред страните от ЕС най-големият производител на сурова стомана е Германия с общо 43 милиона тона годишно [10]. Поотделно страните от ЕС не са заплаха за Японския пазар, но взети заедно, с общо производство от 168 милиона тона годишно, могат да представляват сериозен конкурент или партньор [11].

Употребата на стомана при строителството на високи сгради е неразделно свързано с употребата на цимент, който най-често се използва при изграждане на техните фун-

даменти. В този сектор Япония следва водещите страни в производството. Китай отново поема челната позиция с 45% от общото световно количество, следвана от Индия – около 6%, Австралия – около 5% и Корея с 4% [12]. За да наваксам, японските производители са се обединили и сформирали Японската циментова асоциация. ЕС не може да се конкурира с водещите производители, но остава важен участник в производството на Портланд цимент, като допринася за около 5% от световното годишно производство на суровината.

Сериозно финансово отражение върху стойността на изграждане на високите сгради носи необходимото строително оборудване. 12% от общото производство на строителна техника в Япония е посветено на производството на кранове и хидравлични кранове. Към края на строителния „бум“ през 2008 г. общата стойност на износа на строителна техника достига около 2 800 000 милиона йени годишно и около 10% от оборудването, предвидено за износ е за изграждане на високи сгради. Вж. фиг. 1.



Фиг. 1. Стойност на световния износ на строителна техника от Япония за 2018 г., съставена от Асоциация на производителите на строителна техника в Япония.

Източник: http://www.cema.or.jp/english/history/index_02.html

Основният износ е за Европа, Северна Америка и Азия (без Китай). Вж. табл. 2. Появата на подходяща строителна техника дава възможност за развитие на строителната технология и значително редуциране на стойността за изграждане на високите сгради. Това е предпоставка за засилено планиране на територии с високо застрояване както в ЕС, така и в страните от Северна Америка и Азия.

Япония е много силен износител на строителна техника, но въпреки това очаква остър недостиг на работна ръка, поради спада в броя на квалифицираните строителни работници и застаряването на работната сила. Следователно, за предотвратяване на производствени аварии е започнало разработване на редица софтуерни и хардуерни строителни продукти. Тези строителни машини, с по-високи нива на безопасност и работоспособност, са оборудвани с информационно-комуникационни технологии за управление на компютърно подпомагано строителство, както и технология за експлоатация на без-

пилотни строителни машини [13]. Министерството на регионалното развитие и благоустройството на Япония прокарва инициативи за подобряване на производителността на строителните обекти. През 2016 г. е изпълнен пилотен проект на сграда, чрез компютърно подпомогнато строителство под прекия контрол на министерството.

Таблица 2. Стойност на световния износ на строителна техника от Япония по региони за 2018 г., съставена от Асоциацията на производителите на строителна техника в Япония. Източник: http://www.cema.or.jp/english/history/index_02.html

Териториален регион	Стойност на износ, %
Африка	3
Азия (с изключение на Китай)	14
Китай	3
Северна Америка	37
Централна и Южна Америка	3
Европа	22
Близкия Изток (включително Египет)	3
Океания	9
Източна Европа и страните от Общността на независимите държави	6
Общо	1.2921 трилиона JPY

3. Антисейзмични технологии и иновации в строителната индустрия в Япония и отражението им при планиране на зони с високи сгради

Япония е световен лидер в противоземетръсното строителство. Според типа на използваната технология, сградите се делят на три основни категории. Вж. фиг. 2.



Фиг. 2. „Меншин“, „Тайшин“, „Сейшин“ категории сгради, съставена от SEIREX. Източник: <https://www.realestate-tokyo.com/news/earthquake-resistance-of-buildings-in-japan>

3.1. Категории сгради по устойчивост на земетръс според Японската номенклатура

- „Сейшин“: носещите стени и/или колони са подсилени със специфични материали, за да ги направят по-устойчиви срещу разклащане. Вж. фиг. 2.
- „Тайшин“: сградата е оборудвана с устройства, подобни на амортизатори, наречени „дамperi“, които са проектирани да разсейват кинетичната енергия. Вж. фиг. 2.
- „Меншин“: сградата е позиционирана върху специално устройство, отделящо я от земната основа, което предотвратява предаването на сеизмични вълни към конструкцията. Вж. фиг. 2.
- „Годжуното“: архитектурна техника, наблюдавана в традиционните японски храмове, която вече не се използва. Тази техника е доказателство, че японската противоземетръсна технология датира от Средновековието.

„Годжуното“ храмове имат дебел централен стълб, който не е пряко свързан с подовите конструкции на отделните етажи. Това позволява на стълба и подовите да се разлюляват в различни посоки, а разклащането на всеки елемент компенсира това на останалите, смекчавайки цялостното разлюляване. Японците са открили техниката по времето, когато дървото е било почти единственият материал, използван в строителството. Въпреки че стоманобетонът и други по-устойчиви материали вече са норма, компаниите, разработващи противоземетръсни технологии все още използват наученото от тези храмове – разсейване и изолиране на вибрациите от труса.

Всички горепосочени категории сгради са устойчиви на земетръс, но „меншин“ технологията е най-ефективна при намаляване на общото количество хоризонтални усилия в сградата и ограничаване на цялостното натоварване само до умерени хоризонтални движения. В сравнение с категориите сгради „тайшин“ и „сейшин“, сградите от категорията „меншин“ изпитват хоризонтални натоварвания с до две трети по-слаб магнитуд.

От градоустройствена гледна точка отделните категории имат различни преимущества и недостатъци. „Сейшин“ сградите позволяват минимални отстояния при разполагане на сградите в съседни урегулирани поземлени имоти (УПИ). Също така геометричната конфигурация на сутеренните етажи не е необходимо да се съобразява с геометрията на надземната част от сградата. Сериозен недостатък е дълбочината на фундиране, която при високите сгради е приблизително една трета от надземната височина. Поради големите вертикални отклонения при земетръс тази категория сгради не се препоръчва да се използва при проектна височина над 60 m, но същевременно е идеална за прилагане в УПИ с неправилна планова форма.

„Тайшин“ сградите позволяват по-голяма гъвкавост при проектиране на дълбочината на фундиране, която може да варира от една четвърт до една десета от надземната височина на сградата. Тази категория сгради се прилага най-често при планиране и изпълнение на високи сгради (включително над 60 m височина), заради доброто си поведение при земетръс и благоприятната начална инвестиция за фундиране, но същевременно налага съобразяване на плановата конфигурация на сутеренните нива с тази на надземните етажи с цел правилно отвеждане на вертикалните натоварвания. „Тайшин“ сградите са идеални за разполагане в УПИ с правилна геометрична форма, висока плътност на застрояване, висок Кинт и зони, където е необходимо съобразяване с подземни инженерни инфраструктурни трасета.

„Меншин“ сградите са най-икономични от гледна точка на проектна дълбочина за фундиране. Тя може да се сведе до минимум, като при необходимост се предвиди изграждане само на фундаментно „корито“, върху което да се предаде вертикалното натоварване на сградата. Затова са идеални при изпълнение на високи сгради в зони с високи подпочвени води или неблагоприятна геоложка основа. От друга страна, локализацията на тази категория сгради изисква УПИ с голяма площ, правилна форма в план и висок процент на озеленяване. Тази категория сгради се прилага предимно при планиране и изпълнение на екстремно високи сгради, поради доброто си поведение при земетръс от най-висок магнитуд и високата начална инвестиция за изпълнение на строително-монтажните работи по изграждане на основите.

3.2. „Меншин“ технологии

- Системи за сеизмична изолация: стоманобетонът помага да се направят конструкции, устойчиви на трусове, но това не намалява хоризонталните усилия и геометричните отклонения при трус. Системите за сеизмична изолация намаляват отклоненията, използвайки каучук, масло или други вещества като възглавница за абсорбиране на вибрациите между конструкцията и земната основа. Вж. фиг. 3. Към днешна дата Япония е реализирала около 7600 сгради, използващи сеизмични изолационни системи. Така се нарежда на първо място в света, следвана от Китай с 3600. Третата страна е Италия или Русия с около 3000.



Фиг. 3. Сеизмичен изолатор, Robinson Seismic Limited Company.
Източник: <https://www.robinsonseismic.com/seismic-isolator>

- Технология на каучуковите лагери: това е друг тип система за изолиране на основата, наречена „плъзгаща се изолационна система“ или „плъзгач“. Системата се залага под основата на сградата и се състои от носеща подложка върху извита повърхност. При земетресение тази лагерна подложка

се плъзга по извитата повърхност, за да абсорбира трусовете и да поддържа сградата. Вж. фиг. 4.



Фиг. 4. Въртящ се сачмен лагер, Енка Technologies Company.

Източник: <https://enkatechnologies.com.gr/en/technologies/eps-earthquake-protection-systems>

- Въртяща се система със сачмени лагери: системата използва сачмени лагери, които се плъзгат по успоредни релси. Вж. фиг. 5.



Фиг. 5. Въртящ се сачмен лагер, Енка Technologies Company.

Източник: <https://enkatechnologies.com.gr/en/technologies/eps-earthquake-protection-systems>

Япония е страна с висока сеизмична активност и е важно да има сериозни строителни стандарти. Законът за строителните стандарти е изменен през 1981 г., за да въведе нови стандарти за проектиране на сгради с висока устойчивост на земетресения. Това изменение е въведено поради опустошителното земетресение от 1978 г., засегнало префектура Мияги, и дава възможност да се внедрят „тайшин“ и „меншин“ технологиите в действащата строителна практика. Японската метеорологична агенция измерва сеизмичната активност в единици „шиндо“ (сеизмична интензивност, степен на отклонение). Скалата „шиндо“ описва степента на отклонение в различни точки на земната повърхност, вместо количеството енергия, отделено от земетресението. Сеизмичната активност е разделена на десет нива от нула до седем. Земетресението в префектура Мияги е измерено при М7.8 по скалата „шиндо“ [14].

3.3. Устройствени особености на териториите с високо застрояване в Япония и японското законодателство

- Преди 1981 г. сградите са проектирани да издържат на големи щети от земетресение, регистрирано с 5 по японската скала.
- След 1981 г. сградите са проектирани да издържат на големи щети от земетресение, регистрирано с 6 – 7 по японската скала.
- „Кютайшин“: това са сгради, които са получили Свидетелство за потвърждение на строителството преди 1 юни 1981 г.
- „Шинтайшин“: това са сгради, които са получили Свидетелство за потвърждение на строителството след 1 юни 1981 г. През 1995 г. щетите от голямото земетресение в град Кобе (М6.8), стават сериозни доказателства, че сгради, построени по стандарта „шинтайшин“ от 1981 г., са преживели голямото земетресение в много по-голям брой. Разбира се, спазването на стандарта от 1981 г. не може да гарантира, че сградата няма да претърпи щети или разрушение при голямо земетресение.
- За сгради с дървена конструкция има допълнителна правна ревизия след голямото земетресение през 1995 г., така че дървените жилищни сгради със сертификат за потвърждение на строителството, валидиран след 1 юни 2000 г., са проектирани да бъдат по-устойчиви на земетресение от тези преди 2000 г.
- Земна основа: не може да се проектира сграда, която да избегне всички щети от земетресение, независимо от неговия магнитуд. Това е така, защото степента на разклащане на сградата при земетръс се основава на два основни фактора: дизайна, материалите и други параметри на сградата, както и вида на земната основа, намираща се под строителната площадка. Дори добре проектираните сгради могат да понесат значителни щети от „слабо“ земетресение, ако са построени в район, където има много слаба почвена основа. Като цяло сградите, които са с опростен дизайн и с квадратна или с правоъгълна форма в план, се справят добре при земетресение [15, 16].

Изразена устройствена особеност на японското зонироване на високите сгради е тяхното локализиране в близост до големи транспортно-комуникационни възли на масовия градски транспорт. Съсредоточаването на значителен брой високи сгради на малка площ е производна на технологичните ограничения при изпълнение на отделните инженерни съоръжения на сградите и се дължи на градоустройствени ограничители в този

тип устройствени зони. С най-голямо влияние върху разстоянията между отделните сгради се явява нормата за допустимо взаимно засенчване на сградите, която се пресмята за всеки един час от денонощието. Вж. фиг. 6.



Фиг. 6. Районът около централна гара „Токио“, който постепенно прелива в заобикалящата го градска тъкан на град Токио. Източник: <https://bluestyle.livedoor.biz>

4. Носители на иновациите и участници в процеса на планиране на територии с високо застрояване в ЕС и Япония

4.1. Частен сектор

Основните компании в ЕС и като цяло в Европа, които се занимават с НИРД в областта на антисейсмичните системи и произвеждат различни компоненти за тяхното изграждане, са както следва [17]:

1. Италия – MoHo s.r.l.; Dolang Geophysical; Petroleum & Geothermal Services (PGES s.r.l.s.); Solgeo s.r.l.; PASI s.r.l.;

2. Обединено кралство – Westland GeoProjects Limited (WGP Group); Seamap Inc; Terrastar; Landtech Geophysics Ltd; RPS Group Plc; Silixa Ltd; Geomatrix Earth Science Ltd; THK Global;

3. Франция – Geogreen; Vinci Technologies; Itasca International Inc;

4. Холандия – Boode Waterwell Systems; Geospace Technologies Corporation; Rossingh Geophysics;

5. Германия – DMT GmbH; Geotomographie GmbH; Damptech earthquake protection;

6. Полша – Geofizyka Torun S.A.; United Oilfield Services Sp. z o.o.;

7. Швейцария – Geo2X SA;

8. Турция – Teknik Destek Grubu (TDG).

Повечето от тези компании имат глобално разпространение на своите продукти, но само някои от тях са в сътрудничество с азиатските страни и по-специално с Япония. Интересен пример е „Damptech earthquake protection”, която не само си сътрудничи с Япония и други азиатски държави (Индия, Китай, Южна Корея), но има няколко завършени големи мащабни проекта на важни локации в тези страни. Конкретно доказателство за това е най-високият небостъргач в Япония, завършен през 2014 г. в град Осака „Абено Харукас” [18]. Вж. фиг. 7.



Фиг. 7. Кулата „Абено Харукас”, която се издига на 300 m височина в центъра на град Осака. Източник: <https://bluestyle.livedoor.biz>

Използваните за изграждането на сградата „дампери“ 4J с V-образни форма са специално проектирани за този обект, в сътрудничество с японски компании в същата област. Други интересни проекти, изградени в Япония, са: „Лавровата“ кула в град Осака; кулите „Дайничи“ 1, 2 и 3 в град Осака; производствено съоръжение в град Токушима; жилищна кула в град Токио; лаборатория в град Йокохама и консервация на храма „Агури-джи“ в префектура Канагава [19].

4.2. Публичен сектор

Индустриалното и технологичното сътрудничество между правителствата на ЕС и Япония е формулирано в Споразумение за икономическо партньорство, което влиза в сила след подписване от двете страни, на първи февруари 2019 г. Според този документ, глава 20, темата за процеса на сътрудничество за НИРД е старателно регламентирана и дефинирана [20].

През 1998 г. е създаден експериментален център за сеизмична устойчивост, съгласно проект за високотехнологичен изследователски център за частни университети, воден от Японското Министерство на образованието, културата, спорта, науката и технологиите [21]. Това е едно от най-големите съоръжения за съвместно изпитване в Япония, което обединява кооперативните сили на индустрията, правителството и академичните среди. Устройствата за динамично натоварване, които в момента са в експлоатация, са два динамични механизма с мощност 1000 kN, произведени от MTS и два с мощност 250 N от същата компания. Тези четири изпълнителни механизма имат способността да възпроизведат динамични сеизмични сили едновременно. Устройствата за статично натоварване в центъра включват: осем крика с товароподемност 4000 kN, два с 2000 kN и четири с 1000 kN, произведени от „Riken Seiki“. Те са най-големите сред всички университети в Япония.

Подобен аналог в ЕС е европейската лаборатория за структурна оценка (ЕЛСО), която разполага с реакционна стена [22]. Реакционната стена е висока 16 m и има дължина от 21 m. Тя оперира с две реакционни платформи с обща повърхност от 760 m², които позволяват тестване на образци в реални мащаби от двете страни на стената. Системата за управление на задвижванията е проектирана вътрешно за извършване на тестове с непрекъснат псевдо-динамичен метод с подструктура, който позволява тестване на елементи на големи конструкции, двупосочно тестване на многоетажни сгради и тестване на устройства, зависими от деформацията. Тестовите се провеждат с цел оценка на безопасността на конструкциите срещу земетресения и други природни бедствия. ЕЛСО е най-голямото съоръжение от този тип в Европа и едно от най-големите в света, надминато само в Япония.

5. Заключение

Няма строго обособена дефиниция за високи сгради, както по света, така и в ЕС и Япония. Дефиницията се различава както по отношение на формулировка и височина на сградите, така и в зависимост от това дали се третира от противопожарните наредби или архитектурните норми и устройствените закони на отделните страни. Налице е необходимост от кохезия на нормите – унифициране на номенклатура, категоризация, понятия и дефиниции.

Както в Япония, така и в ЕС има значително нарастващо търсене на високи сгради. Съотношението на глава от населението към полагаща се застроена площ прави тър-

сенето на такива сгради още по-голямо в Япония. Това се дължи на малкия процент свободни за застрояване територии и голямото население. В същото време, в ЕС проектирането и реализацията на високи сгради са обвързани по-скоро с технологичния напредък, иновациите в конструктивните системи и стремежа на хората да строят все по-високо и повечето от проектите за високи сгради остават само предложения. Конвенционалните сгради все още са предпочитан тип, поради възприятието на потребителя за несигурност и по-високите разходи за строителство и експлоатация.

В сектора на антисеизмичните технологии, както ЕС, така и Япония прилагат в строителството на високи сгради всички съвременни технологии: каучукови лагерни системи, плъзгачи сеизмични изолационни системи и въртящи се сачмени лагерни системи. По отношение на количеството проекти обаче, Япония поема световната водеща роля, докато ЕС все още изостава, с единствено силно представителство в Италия, Гърция и Турция. Една от основните причини за това е участието на японското правителство и ролята на законодателството – въвеждане на нови стандарти за проектиране на сгради, устойчиви на земетресения. Академичните среди, представени от университетите в Япония, също са силно ангажирани с иновациите и изследванията в сектора на устойчивите на земетресения технологии.

По отношение на производството на различните компоненти, използвани за изграждане на антисеизмичните устройства, Япония има компании, участващи във всяка област: еластомерни изолатори, плъзгачи, въртящи се сачмени лагери, амортизьори, гъвкави съединения за тръбопроводи, разширителни шарнири, огнеупорни изолатори, индикатори. Сред големите производители са Kayaba System Machinery и Kaiwakin Core-Tech. ЕС няма представителни компании във всяка от тези области, но разширява мрежата си от партньори. По-специално, някои от водещите компании в сътрудничество с Япония са: Itasca International Inc; Vinci Technologies; Landtech Geophysics Ltd; THK Global; Geomatrix Earth Science Ltd; Damptech earthquake protection.

За да преодолее изоставането спрямо водещите страни в областта на високото застрояване и в частност Япония, ЕС е необходимо да проведе реформи и законодателни промени в устройствените закони. Опитът на Япония в категоризирането на сградите според тяхната устойчивост на земетръс може да бъде изследван и използван при планирането на територии с високо застрояване, въвеждането на критерии за локализиране на високи сгради, избора и прилагането на технологии за тяхното изпълнение. Това ще даде поле за нови пилотни проекти и въвеждане на антисеизмичните технологии в строителството в страните от ЕС, но също така ще изисква системен устройствен подход към планирането на територии с високи сгради.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка е подкрепена финансово от Център за индустриално сътрудничество между Европейския съюз и Япония по програмата “VULCANUS”.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.emporis.com>, visited on 30.09.2019.
2. NFPA 101/1966. 2021, Life safety code.
3. FSA 186/1946. 2014, Japanese fire service act.

4. *Hasegawa, T.* Introduction to the Building Standard Law. Building Regulation in Japan. Building Center of Japan, Tokyo, 2013.
5. DPR 380/2001. 2020, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
6. RR(FS)O 1541/2005. 2006, The Regulatory Reform (Fire Safety) Order.
7. Iz-1971 DV96/2009. 2018, Naredba za stroitelno-tehnički pravila i normi za osiguryavane na bezopasnost pri požhar.
8. ZUT DV1/2001. 2021, Zakon za ustroystvo na teritoriyata.
9. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Land_cover_statistics, visited on 30.09.2019.
10. *Worldsteel*, World Steel in Figures. // Annual journal of World Steel Association, 2018, 17: 1 – 32.
11. *Worldsteel*, Statistical Report. // Steel Statistical Yearbook of World Steel Association, 2018, 40: 1 – 126.
12. *Global Superior Energy Performance Partnership*, Sectoral Approach in the Cement Industry. Japan Cement Association, Tokyo, 2012.
13. *Future Investment Committee*, Information and Communications Technology in Construction. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan, Tokyo, 2016.
14. <https://www.jma.go.jp/jma/indexe.html>, visited on 30.11.2019.
15. *Mendez, C., Moor, G., O'Suilleabhain, C.* Design, Full-scale Testing and CE Certification of Seismic Isolators According to the European Norm EN 15129. International Association for Bridge and Structural Engineering, Zurich, 2012.
16. *Masayoshi, N.* Advanced Structural Technologies for High-rise Buildings in Japan. // Council on Tall Buildings and Urban Habitat Journal, 2015, 2: 22-29.
17. <https://www.environmental-expert.com/companies/location-europe>, посетен на 31.01.2020.
18. <https://www.damptech.com/japan>, visited on 29.02.2020.
19. <https://www.damptech.com/japan>, visited on 29.02.2020.
20. OJL 330/2018, ST/7965/2018/INIT. 2018, Agreement between the European Union and Japan for Economic Partnership.
21. <https://www.ait.ac.jp/en/facility/seismic>, visited on 30.11.2019.
22. <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-facility/elsa>, visited on 30.11.2019.

THE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION ANTISEISMIC TECHNIQUES AS A FACTOR FOR PLANNING TERRITORIES WITH TALL BUILDINGS

R. Valkov¹

Keywords: tall buildings, definition, high-rise construction, urbanistic features, planning, demand, antiseismic technologies, EU, Japan

ABSTRACT

The main objective of the paper is to compare and assess the current situation in Japan and the European Union (EU) in the field of high-rise buildings in terms of demand and construction methods.

The focus is on the implementation of antiseismic technology in the high-rise buildings construction and within that niche analyse the market size and trends; the key participants in the sector; the need of innovation and business cooperation and the possible areas for scientific research and development.

¹ Radoslav Valkov, PhD student. Arch., Dept. "Urban planning", UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: radi.m.valkov@gmail.com