ИЗИСКВАНИЯ ЗА НОВО ИНЖЕНЕРНО ОБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТА НА ПАРАДИГМАТА ЗА УСТОЙЧИВО СТРОИТЕЛСТВО

ЯЧКО ИВАНОВ

*Институт по механика,
Българска академия на науките,
ул. „Акад. Георги Бончев“, бл. 4, 1113 София, България,
e-mail: yadir_1@abv.bg*

Резюме. Миналият век – векът на индустрия 3, се характеризира като век на значителни открития, довели до задоволяване потребностите на съвременния човек. Той, обаче, породил и редица опасения за бъдещето – климатични промени, опазването на околната среда, неконтролирано използване на природните ресурси. Днес, когато се утвърждава индустрия 4.0, пред човечеството с голяма острота се поставят въпросите за изменението на климата и изпълнението на изискванията за устойчиво развитие. Налице е бързо нарастване на населението на планетата и прогнозата е, че към 2050 г. то ще надмине 15 милиарда, а заедно с урбанизацията то ще се нуждае от съответно нарастване на удобствата (инфраструктура, сгради, работни места, ...). В тези условия отговорността на строителните инженери също ще нарастне – те трябва да осигурят значително повече строителни материали и да работят в условията на строго съхранение на природната среда, т.е. да съблюдават изискванията за устойчиво строителство и устойчиво развитие: да минимизират консумацията на енергия и природни суровини, а също така да използват вторични продукти от индустрията и рециклирани материали. В статията са разгледани новите изисквания за обучението на строителните инженери – днес вече не е желателно те да се подготвят като „обикновени специалисти“, а като обучени личности с повишени практически умения, т.е. отговарящи на Европейската харта на компетентностите, както и да са лидери в иновациите, създаването и използването на нови технологии и материали.

Ключови думи: устойчиво развитие, устойчиво строителство, обучение на строителни инженери, Европейска харта на компетентностите.

DOI: 10.7546/EngSci.LVI.19.04.03

1. УВОД

Миналият век, назован като век на индустрия 3, бе времето на значителни открития – делението на атома и атомната енергия; полимерите; нано-, микроразмерните и композитните материали; компютрите и информационните технологии и др., и като резултат задоволяване потребностите на съвременния човек. За наша радост и гордост, Република България с имената на редица изобретатели – американецът с български корени Джон Атанасов (създал компютъра, който е в основата на ИТ технологиите), акад. Георги Наджаков (открил електретите – реализирани в ксероксите), проф. Иван Митев (открил седмия тон на сърцето), акад. Ангел Балевски и чл.-кор. Иван Димов (изобретили метода за леене с противоналягане), записа името си в историята на световния прогрес. Наред с положителните си страни, индустрия 3, в края на столетието, постави пред обществото тревожния въпрос за климатичните промени и опазването на околната среда. Неколкократните кризи от типа на енергийната, както и бързото нарастване на човешката популация и урбанизацията на планетата също са сред тревожните въпроси. Всичко това постави на дневен ред парадигмата за устойчиво развитие, която ООН дефинира като „посрещане на днешните нужди без допускане на компромис към правото на бъдещите поколения да посрещат техните собствени нужди“ [1]. 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).

Днес сме свидетели на отделянето на все по-голямо внимание към осигуряване на устойчиво развитие във всички области на човешката дейност и на климатичните промени. Новият състав на Европейската комисия отчита като спешен проблема за въглеродната сигурност до 2050 г. и обещава „зелен пакет“, в който да бъде включено „първото европейско законодателство за климата“, с цел постигане на климатична неутралност до 2050 г. и намаляване на емисиите на CO₂ с 50%, дори с 55%, до 2030 г.

Новите проблеми пораждаят ново отношение към околната среда и бъдещето на човечеството във всички области на човешката дейност. Строителството като човешка дейност, която има съществено влияние върху жизнената среда, икономиката и добруването на човека, не прави изключение от съвременните тенденции. Нещо повече, още в първия труд в областта на строителството – „Десет книги за архитектурата (De Architectura)“, Vitruvius дефинира архитектурата като „създаване на удобство и устойчивост“. Отнесено към съвременното това означава гарантиране на прецизност,

устойчивост и красота. Като допълнителна характерна черта на строителството може да се добави и хармонията, чрез която се осигурява единство между сградата и околната среда.

Към днешна дата, за нас европейците, основополагащ документ за установяване и развитие е стратегията „Европа 2020“, която предвижда:

- Намаляване на емисиите на парникови газове с над 20% спрямо 1990 г.;
- Добиване на 20% от енергията от възобновяеми енергийни източници;
- Увеличаване на енергийната ефективност с 20%;
- Използване на минимум 70% рециклирани материали [1].

Тези цели, свързани с климатичните промени и енергията, са едни от водещите инициативи „Европа за ефективно използване на ресурсите“. Отправна точка за разглеждането на строителната индустрия в контекста на устойчивото развитие и стратегията „Европа 2020“ е фактът, че за нея все още е характерна отдалечеността от устойчивост [2]. Например за производството на основни строителни материали се консумира значително количество енергия и ресурси, при което се отделят голямо количество оксиди с неблагоприятен ефект спрямо околната среда – CO_2 , NO_x и SO_x .

Като ранни усилия за промени в строителството, в посока на устойчивото строителство, бе повишаването на енергийната ефективност. Те датират от 1960–1980 г. и са свързани единствено с топлоизолирането на сградите. Днес сме свидетели на въвеждане на стандарти за устойчиво развитие в строителството, в които ефективността на строежите (сгради и съоръжения) се разглежда от екологични, икономически и социални позиции.

Основавайки се на тези насоки и следвайки концепцията за устойчивост, в статията се оценява развитието на строителната дейност чрез решаване на краткосрочни и дългосрочни задачи за постигане на устойчиво развитие и необходимата промяна в управлението и съдържанието на инженерното образование.

2. СЪЩНОСТ, КРИТЕРИИ И МЕРКИ ЗА УСТОЙЧИВО СТРОИТЕЛСТВО

Към настоящия момент няма общоприето определение за понятието „устойчиво строителство“. През 1998 г., Международният съвет за строителство (сера International Council for Research and Innovation in Building and Construction – CIB) дефинира устойчивото строителство като: „... създаване и поддържане на здравословна сградна среда, основана на принципите на ефективно използване на ресурси и екология“ (CIB W82) [3]. Следващият програмен документ – “Agenda 21 on Sustainable Construction”,

повтаря това определение, но и то не разглежда икономическите и социалните въпроси. Въпреки това СІВ посочва следните седем принципа (критерия) за устойчиво строителство [3]:

1. Редуциране на ресурсите за строителство (редуциране);
2. Повторно използване на ресурси (отново);
3. Използване на рециклирани материали (рециклиране);
4. Опазване на природната среда (природа);
5. Изключване използването на токсични материали (токсични);
6. Гарантирана евтина поддръжка (икономика);
7. Акцент върху качеството (качество).

Посочените принципи имат отношение към всички етапи на съществуване на една сграда – проектиране, строителство, поддържане (експлоатация, реконструкция и премахване – разрушаване). Тези принципи са приложими спрямо ресурсите, необходими за строителство: терен (земя), материали, вода, енергия и екосистема [4]. Принципите са водещи при управлението на строителните процеси, които се основават на тоталното управление на качеството.

Развитието на устойчивото строителство създаде нови понятия като:

- високотехнологични, зелени, устойчиви и пасивни сгради,
- високотехнологични, зелени, енергийно-ефективни и устойчиви материали и технологии.

Тези термини се използват като синоними, но единствено понятието „устойчив“ съдържа в себе си равнопоставеност на екологичните, социалните и икономическите проблеми на строежите в контекста на съвременните принципи на устойчиво развитие [5]. В българската строителна практика обаче терминът „устойчив“ се използва в смисъл на неизменчивост на сградата и строителните материали от тяхното взаимодействие с околната среда. За избягване на двусмисленост, се препоръчва използването на прилагателното име „зелен“, означаващо признак, качество или свойство, показващо съгласуваност с принципите и методологията на устойчивото строителство. Зелената сграда може да се дефинира като проектирана и изградена с енергийно-ефективни и безопасни ресурси при спазване на екологичните изисквания, но към това трябва да се добави удовлетворяването на повишените изисквания от екологично, социално и икономическо естество в сравнение със сградата, изпълнена чрез конвенционална строителна практика. В зелената сграда се осъществява т. нар. whole-building интегриращ подход, включващ местоположение, енергия, материали, количество и качество на въздуха в сградата, акустика, естествените ресурси и т.н. Анализът на натрупания през последните години опит показва, че

характерните особености на тези сгради са:

- На покрива се създава градина – зелен покрив, която не само придава по-добър урбанистичен вид на сградата, но и участва в нейната топло-изолация;
- Във фасадите се влагат фотоволтаични панели и елементи, които направо преобразуват слънчевата енергия в електрическа – по този начин се осигурява над 35% намаляване на използваната доставена енергия в сравнение с традиционните жилищни сгради;
- Обитателите на сградите са осигурени с богата естествена светлина и отлично качество на въздуха;
- Сградата може да събира дъждовната вода в цистерни, разположени в приземните етажи, която се използва за поливане на градините на покрива, както и като акумулатори за топлина;
- Отпадната вода се обработва за повторна употреба в отоплителната и охладителната система или за използване в тоалетните и др. [6].

Зелените сгради и техните конструкции имат слабо въздействие върху околната среда, което се постига чрез задължително влагане на „зелени строителни материали“. Голяма част от използваните днес строителни материали не могат да се класифицират като „зелени“. Например годишното световно потребление на цимент през 2012 г. е около половин тон на всеки човек на планетата. Това означава, че на човек се пада почти същото количество отделен въглероден диоксид, както и от 3 до 10 kg NO_x, отделен от циментовата и бетоновата индустрия. Решенията се търсят в минимизиране количеството на използваните цимент, минерални добавки, високотехнологични бетони и бетони с дисперсна армировка [8–10].

При използване на горепосочените принципи, за оценка на влиянието на строителството върху околната среда, спрямо строителните материали, последните следва да се оценят като зелени, ако удовлетворяват или надвишават съществените изисквания на [11]:

- Пренебрежимо и дори нулево влияние върху околната среда;
- Голяма здравина, дълготрайност и стабилност;
- Значителна влаго-, водо- и мразоустойчивост;
- Висока устойчивост на влага, гниене или биоразграждане;
- Безопасност и нетоксичност, вкл. радиоактивност;
- Производство в големи количества;
- Бързо и ефикасно произвеждане, монтиране, адаптиране и ремонтиране;
- Възможност за повторно използване и пълно рециклиране.

Обобщено „зелените строителни материали“ се характеризират с ниски енергийни разходи за производство, висока дълготрайност (устойчивост) и

незначителни разходи за тяхното поддържане. В допълнение, тези материали трябва да съдържат относително голямо количество рециклирани материали, както и самите те следва да са произведени по начин, осигуряващ пълното им рециклиране за ново влагане и приложение. В напредналите страни вече са направени значителни стъпки за решаване на тези проблеми. В САЩ над 1/3 от общите твърди отпадъци, които заемат значителна земна площ, заплашват подаването на вода и повишават разходите в строителството, но са направени закони, изискващи тяхното намаляване и управление. От 2005 г. в Япония съществуват стандарти, осигуряващи гарантирани показатели на произвежданите рециклирани материали от премахнати строежи, като по този начин се обезпечава безпроблемното им влагане в бетони [12]. Използването на рециклирана вода от производство на бетони и строителни разтвори е нормална практика за всеки бетонов център, но вече и водата, получена от процесите на смесване, миене и сушене на рециклирани материали се специфицира за използване при конструкционни и масови бетони.

3. УСТОЙЧИВО СТРОИТЕЛСТВО В БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ ВТОРОТО ДЕСЕТИЛЕТИЕ НА XXI ВЕК

Анализът на ситуацията у нас, в годините на второто десетилетие на XXI век, опровергава схващането за сериозно изоставане в областта на устойчивото строителство. Нормативната уредба на Република България следва съвременните тенденции за устойчиво строителство. Началото на дейността в това направление датира от 1998 г., когато бе защитена първата дисертация за научно-образователната степен „доктор“ с тематика – бетон с рециклирани материали [13]. Очакваше се тази разработка да бъде последвана от започване на рециклиране на строителни отпадъци, но поради проявеното неразбиране за важността на предложението, от тогавашните ръководители на Столичната община, инициативата не бе подкрепена. Количеството отпадъци от строителството през 2009 г. е около 3 милиона тона [14], което е сериозен неизползван ресурс за прилагане на принципите на устойчиво строителство. Използването на рециклирани материали у нас е определено нормативно с публикувания през 2003 г. Закон за управление на отпадъците и Наредбата за управление на строителните отпадъци и за влагане на рециклирани строителни материали (Обн. ДВ. бр. 89 от 13.11.2012 г. и коригирана 2017 г.). Съгласно Наредбата, разделното събиране на строителните отпадъци при извършването на строително монтажни работи и премахването на строежи стартира от 1 януари 2014 г.

В съответствие с тази наредба използването на рециклирани материали в публичните обекти следва да бъде [15]:

- при ново строителство на сгради – 2%,
- при строителство на пътища – 10%,
- при рехабилитация на магистрали – 3%,
- при ново строителство и реконструкция на инфраструктура – 8%,
- оползотворяване в обратни насипи – 12%.

Тези стойности на проценти на рециклирани материали от общото количество предвидени и вложени строителни продукти следва да се постигнат поетапно до 2020 г. съгласно предвидените в Наредбата срокове [15]. Като се има предвид, че над 40% от жилищния фонд е на възраст над 50 години и това, че към 2020 г. следва да се рециклират 70% от строителните отпадъци може да се очаква и завишаване на стойностите на посочените проценти в публичния сектор на строителството. У нас се закъснява с осигуряването на мощности за рециклиране на строителните отпадъци. Може да се твърди, че засега частично е решен проблемът с рециклиране на отпадъците от пътните настилки в пътното строителство.

Към тези нормативи, способстващи възникването и развитието на новата за строителния сектор у нас дейност, свързана със строителните отпадъци, следва да се добави Регламент № 305/2011 на Европейския парламент и Европейския съвет от 9.03.2011 г. за определяне на хармонизирани условия за предлагането на пазара на строителни продукти, в който спрямо отменената Директива 89/106/ЕИО на Европейския съвет е добавено ново основно изискване към строежите – Устойчиво използване на природните ресурси, което се осигурява чрез [16, 17]:

- Повторно използване или рециклиране на строежите, техните материали и части след разрушаване (премахване);
- Трайност на строежите;
- Използване на екологично съвместими природни суровини и вторични материали в строежите.

Освен горепосочените нормативни документи, в посока на утвърждаване на устойчивото строителство са многобройните научни и образователни форуми и дискусии, провеждани от: Министерство на регионалното развитие – Напредък и бариери пред устойчивото строителство, Устойчиво строителство и зелени обществени поръчки – 21.03.2014; Български съвет за устойчиво развитие, вкл. изградената Академия към него (Sustainability Forum Sofia) – More than Green – 29.09.2011, Оценка на жизнения цикъл – 29.11.2012, Енергийна ефективност и сграден комфорт – 21.02.2013, BGBC Green Future – 20.11.2013; Камера на инженерите в

инвестиционното проектиране – Юбилейна международна конференция „Устойчиво строителство – отговорност на инженерната общност за съхранение на природата“ – 8.04.2014; Българска асоциация на архитектите и инженерите-консултанти – Използване на рециклираните строителни материали; Научно-технически съюз по строителство в България – Международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“ 2012–2018; Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“ – Международна конференция „Архитектура, Строителство – Съвременност“ 2013–2015; Висше строително училище „Любен Каравелов“ – Международни научни конференции ВСУ’2013–ВСУ’2018, На Международната научна конференция ВСУ’2014 е оформено ново тематично направление – „Устойчиво строителство. Енергийна ефективност. Нулево-енергийни сгради. Екоинженеринг и екологична сигурност“; ВСУ „Черноризец Храбър“ също въвежда подобни програми; Значимо внимание в строителните среди има учреденият през 2013 година ТК 101 „Устойчиво строителство“ към Българския институт по стандартизация, който вече е създал над 20 стандарта.

4. НОВИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ОБУЧЕНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ СТРОИТЕЛНИ ИНЖЕНЕРИ И РОЛЯТА ИМ ЗА РАЗВИТИЕТО НА УСТОЙЧИВОТО СТРОИТЕЛСТВО

ЮНЕСКО има разработен и изпълнен проект „Образование за устойчиво развитие. Добри практики N 1 – 2007, ЮНЕСКО. В образователен Сектор (17) се отбелязва, че една от целите на висшето образование е подготовката на студентите за успешна реализация на пазара на труда, екипирани със знания за последните достижения на науката. В същото време се акцентира върху околната среда и нейното опазване сега и в бъдеще. Университетите трябва да дават висококачествено образование, съчетано с отлични практически умения във връзка с устойчивото развитие. Бъдещият строителен инженер трябва да е изградил способността за самостоятелно учене, което трябва да бъде част от уменията при завършване на висшето образование. Той трябва да има и ключовите компетентности, формулирани в Европейската рамка на компетентностите (2006/962/ЕС):

- 1) Комуникации на роден език;
- 2) Комуникации на чужди езици;
- 3) Математическа компетентност и основни компетентности в областта на природните науки и технологиите;

- 4) Дигитална компетентност – използване на цифрови технологии за информация и комуникация;
- 5) Умение за самостоятелно учене;
- 6) Специални и граждански компетентности;
- 7) Усет за (и приобщаващо отношение към) културата.

Тези компетентности са добра основа за пълноценна реализация на бъдещия инженер – и в обществен, и в личен план. Умението за самостоятелно учене, съчетано с математическа, природо-научна и дигитална грамотност са добра гаранция за професионална мобилност (усвояване на нови професионални умения) и за лесна адаптация към бързо променящите се нужди на пазара на труда. Следва да се има предвид, че формирането и развитието на изброените компетенции е процес, който обхваща целия жизнен път на съвременния инженер, но системата на образование играе решаваща роля.

Днешните наши студенти, овладяли тези умения и компетентности, утре ще бъдат изпълнители на посочените по-горе програми и решения на ООН, на директивите на ЕС, ЕП и на решенията на българските власти за устойчиво строителство. Тяхната работа ще бъде от решаващо значение за включването на Република България в редиците на лидерите в осигуряването на устойчиво бъдеще в Европа и страната.

У нас подготовката на студентите в университетите – ВСУ „Л. Каравелов“, ВСУ „Ч. Храбър“, ЕПУ и др., за работа в условията на утвърждаване на устойчивото строителство, започва с въвеждане на дисциплини като „Устойчиво развитие“, „Строителство и екология“ и т. н. В част от университетите, подготвящи инженери, в отделни дисциплини се изучават проблемите за рециклиране на строителните отпадъци. Новите изисквания за управление на строителните отпадъци налагат разширение на програмите по управление на проекти с включване на този проблем. Като положителна тенденция следва да се отчете фактът, че, в годините на настоящото десетилетие, всички конференции в областта на строителството включват тематика, свързана с устойчивото строителство. ВСУ „Ч. Храбър“ дава пример в това отношение с проведения майсторски клас „Устойчивото развитие – двигател за иновации в строителния сектор“, както и с предстоящото стартиране на нова магистърска програма „Стратегия за устойчиво строителство и иновации“.

Посочената по-горе квалификационна рамка поставя изискване за ориентация на образователния процес не към научаване на факти и натрупване на познания, а към култивиране на компетентност и подготовка на личности, а не обучени специалисти. Бъдещите инженери трябва да са

подготвени да разработват и управляват проекти, да прилагат BIM технологиите. Трябва да работят в условията на налагащата се кръгова икономика, да бъдат мотивирани, смели, да обичат хората и да се доверяват на енергията за промяна – просто лидери.

Тук трябва да се посочи опита на Фолцваген, Словакия, където се изпълнява бакалавърската програма „Плюс“ [19], която освен теоретични и практически познания, култивира и комуникационни умения, управление на проекти, екипна работа и т.н. Студентите след първите две години ходят на стаж през ваканциите. Третата година работят в заводите, където придобиват практически умения. Четвъртата година се връщат в университета, за да подготвят своята дипломна работа. През първите години те имат ментор – целта е да придобият поглед върху целия процес на автомобилостроенето, а през третата година вече специализират. Тази програма цели да търси високо мотивирани млади хора, които искат да работят за бъдещето си.

Днес следва да се има предвид и това, че работодателите преди са подбирали своите екипи сред силно конкуриращи се кандидати, сега все повече се налага тенденцията кандидатите да са тези, които внимателно проучват и избират своя работодател.

Подготовката на строителни инженери (и на инженерите в другите отрасли) изисква промяна на управлението на човешките ресурси в посока на устойчивост. Устойчивото управление означава постоянно и целенасочено инвестиране в уменията на участниците в екипите от специалисти, създаване на условия за професионално и личностно израстване, извеждане на млади специалисти от рутината. Следва да се има предвид, че успехът при устойчивото управление и задържането на талантивите специалисти зависи от духа в екипите! Само създаването на атмосфера на иновации ще ги инициира да бъдат вдъхновени, вдъхновяващи, позитивни, визионери, лидери, мотивирани, мотивиращи, но не към печалбата.

Целенасоченото инвестиране в уменията на младите специалисти във Франция включва възможността, мотивираните млади хора с бакалавърска или магистърска степен да бъдат изпращани от фирмите или административните служби в университетите за 3 месечни, 6 месечни или годишни курсове. Три месечните курсове имат за цел запознаване на младите специалисти с новостите в съответната област, а 6 месечните и годишните курсове, освен запознаване с новостите, – да решават зададени от работодателите проблеми. В края на срока, разработките се защитават пред комисии с участието на представител на работодателя. Успешната защита на разработката отваря пътя за израстване на младия специалист, а

неуспехът – към освобождаване и възстановяване на средствата на работодателя. Практикува се от фирмите и изпращане на проявили се млади хора с бакалавърска степен да продължат образованието си в магистърска степен. Тази практика би могла да се прилага и у нас, за да се подготвят младите инженери за изпълнение на изискванията за устойчиво развитие на отрасъла и на устойчивото строителство.

Такова устойчиво управление на човешките ресурси е свързано с разходи за работодателя, но то гарантира мотивирането на младите специалисти да работят за фирмата и да се задържат в нея. В основата на устойчивото управление младите специалисти виждат и оценяват доверието на работодателя към тях. Проведените във Франция изследвания показват, че вложените от работодателя средства за по-нататъшната квалификация на младите специалисти се възстановяват бързо и мотивират младия специалист да работи по-ефективно.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очаква се към 2050 г. населението на Земята да достигне 10,9 милиарда души. Бързото увеличение на населението и урбанизацията драстично ще увеличат необходимостта от строителни материали, а употребата на бетон ще надмине 18 милиарда тона. Посочената перспектива изисква много нови технологии, разумно използване на природните ресурси, умно управление на отпадъците, енергията, водата, радари, които да регулират движението в градовете и т.н. Всичко това налага съответна подготовка на бъдещите инженери, за да бъдат полезни на обществото и на себе си.

Налагащата се четвърта технологична революция – индустрия 4.0, ще промени света с появата на поредица от иновации, които ще заменят сегашните модели на производство и маркетинг. Поради това бъдещите инженери следва да са готови, освен ежедневно да подобряват работата си, но и да посрещат предизвикателствата и да бъдат водещи в иновациите и нововъведенията – висшето образование следва да изгражда лидери, а не просто кадри.

REFERENCES

- [1] YA. IVANOV AND V. STOYANOV, Proceedings of Int. Conf. VSU' 2014, pp. 331–342.
- [2] <http://www.wgbc.org>.
- [3] CH. J. KIBERT, *Sustainable construction: Green building design and delivery*, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey (2013) 453.
- [4] The Whole building design guide, <http://www.wgbc.org>.
- [5] Proceedings “Sustainable construction materials and technologies”, Taylor and Francis, London, 2007, pp. 23–37.
- [6] <http://www.Batteryparkcity.org>; <http://www.wgbc.org>.
- [7] V. STOYANOV, Proceedings of DSB'2012, pp. 189–196.
- [8] YA. IVANOV *et al.*, Proceedings of ESI'2013, pp. 23–31.
- [9] YA. IVANOV, Proceedings of Int. Conf. VSU'2013, pp. 13–26.
- [10] T. P. NAIK, Proceedings of Int. Conf. “Sustainable Materials and technologies”, Italy, 2010, pp. 19–27.
- [11] P. A. CLAISSE, Same as [10], pp. 11–19.
- [12] YA. IVANOV *et al.*, Proceedings of VSU'2013, pp. 4–10.
- [13] K. SAKAI, Same as [10], pp. 4–19.
- [14] R. HANDJIEVA *et. al.*, Proceedings of Int. Conf. “Sustainable construction for people”, Ljubljana, 2012, pp. 375–384.
- [15] Act for the management of building wastes, “Stroitel”, 06.07.2012, p. 20.
- [16] <http://www.kiip.org>.
- [17] YA. IVANOV, Proceedings of ArCivE'2017, pp. 3–16.
- [18] YA. IVANOV, Proceedings of XI Intern. Conf. of Association of Engineers of Serbia, Zlatibor, 19–21.06.2019, pp. 43–54.
- [19] V. HANDULOVA, *Noblesse Oblige*, Bulgarian Industrial Association (June 2019) 67–68.

REQUIREMENTS FOR NEW ENGINEERING EDUCATION CORRESPONDING TO THE PARADIGM OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION

YATCHKO IVANOV

*Institute of Mechanics,
Bulgarian Academy of Sciences,
Acad. G. Bonchev St., Bl. 4, 1113 Sofia, Bulgaria,
e-mail: yadir_1@abv.bg*

Abstract. Last century – the century of Industry 3, is characterized as a century of inventions, which have gradually satisfied the needs of human been. It in the same time has involved some problems for the future – climate changes, keeping the environment, and non-controlled use of resources. In our days when the industry 4.0 is governing in the World we are suffering the high climate changes and working in the conditions of sustainable development. We have rapid increase of world population and the perspective for 2050 is to reach more than 10 billion. This rapid population growth and urbanization will need corresponding increase of facilities (infrastructure, buildings, work places . . .). In these conditions the responsibilities of civil engineers will increase too – they must have more construction materials and work in the conditions of strict kipping nature, i.e. observe the requirement of paradigms of sustainable construction and sustainable development: to minimize energy consumption and the resources from the Globe, as well as to use waste from industry and recycled construction materials. To be ready for these changes new generation of civil engineers must be prepared. This paper deals with the new demands for civil engineer's education – now it is needed to prepare not the ordinary specialists but educated personalities with increased practical skills, i.e. responding to European charter for competency and to be leaders in innovations, invention and applications of new technologies and materials.

Keywords: sustainable development, sustainable construction, civil engineering education, European charter for competency.

Received November 18, 2019