

## УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА ОСВЕТИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ В СКЛАДОВА СГРАДА

Ангел Мазников<sup>1</sup>

### SUSTAINABLE DESIGN OF ARTIFICIAL LIGHTING IN STORAGE BUILDING

Angel Maznikov

#### Abstract:

*Lighting is an important physiological factor for the effective workplace environment in all open and closed spaces of a warehouse building and a distribution center. Artificial lighting complies with the storage technology, technical requirements for handling of loads, the planning and spatial organization of the building, and standards for health and safety. In storages with their predominantly wide-area structure and with a tendency to operate on a continuous 24-hour cycle, artificial lighting provides normative illumination with the required uniformity. The type and scope of lighting is corresponding to its functionality and location in a particular warehouse or service areas. Luminaires and their built-in light sources are a major installation element of stable lighting systems. Artificial lighting plays a complex role in the creation of ergonomically designed, psychologically comfortable, safe and healthy work environment in the warehouse building and in buildings for offices and amenities. Current trends in lighting installations are to increase the level and quality of lighting, as an important factor in the warehouse productivity. Preferred are energy-efficient and cost reduction lighting technologies with smart control chosen in accordance with the particular storage systems and mechanical handling equipment. In applying the current classifications and specific characteristics presented, artificial lighting is created as a sustainable element of the overall sustainable system of the warehouse that meets the requirements of actual regulations and specific lighting needs*

#### Keywords:

*artificial lighting, illuminance, lighting installation, storage, warehouse building, work environment, sustainable design, sustainable architecture*

#### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Складовите дейности заемат значителен дял в обема и съдържанието на производствената система в нейното съвременно развитие. Нарастващото строителство и активното функциониране на складове – самостоятелни и производствени, са съществени

---

<sup>1</sup> Ангел Мазников, арх. д-р, гл.асистент, кат."Технология на архитектурата", УАСГ, бул."Хр.

Смирненски"1, София 1046, Р България, тел.: 0888/628123, e-mail: arinteh@mail.bg

Angel Maznikov, arch. PhD MSc, Senior Assistant Prof., Department of Architecture Technology, Faculty of Architecture, UACEG, 1 Hr.Smirnenski Blvd., 1046 Sofia, Bulgaria, mobile: 0888/628123, e-mail:arinteh@mail.bg

фактори за дългосрочно бъдещо развитие на обществото и корпоративния бизнес, но оказват и все по-голямо въздействие върху околната среда и природните ресурси.

Складът е взаимосвързана материална среда заедно с протичащите в нея процеси по временно съхраняване на суровини и материали, части, полуфабрикати и готова продукция в двете системи – производство и потребление, или в преходите между тях. Актуален е въпросът за устойчиво реализиране на складовата сграда, като едновременно и взаимнообвързано изграждане и ползване на складови помещения и открити площи, товаро-разтоварни рампи и обслужващи комплекси, както и на технологично оборудване, функционално обзавеждане, техническа инфраструктура и информационни системи.

Работната среда на складовата сграда обхваща всички затворени и отворени пространства, в които се извършват складови и обслужващи дейности. Комплексните фактори на работната среда са взаимосвързани в проявленията си в отделните пространства, като осигуряват технологични условия на складиране и здравословни и безопасни условия на труд при съответната честота на достъп от работещите.

В съвременните норми и стандарти в РБългария за изграждане, функциониране и реконструкция на сгради все по-цялостно се отразява дефиницията за устойчиво развитие от доклада от 1987 година на WCED, UN (ООН) с определените три основни насоки и същностните им показатели [1]. В аспектите на енергийна ефективност и опазване на околната среда базово значението придобива националното нормиране и прилагане на Директива 2010/31/ЕС от 2010 година на Европейския парламент и на Съвета относно енергийните характеристики на сградите [2].

Обект на разглеждане в настоящото изложение е работната среда в складова сграда от различен дефиниран тип, подтип и вид. Предмет на изследването са характеристиките и начина на реализиране на изкуственото осветление, както и ролята му за устойчивост на работната среда в склада. Целта на доклада е **обобщение и оценка на специфичните особености на изкуствената осветеност в складова сграда и определяне на тенденциите при устойчивото и развитие в архитектурната типология.**

## 2. ОСВЕТЛЕНИЕТО - ФАКТОР НА РАБОТНА СРЕДА В СКЛАДОВА СГРАДА

Работната среда е оптимално да съответства на извършваната в нея дейност и да е обвързана с физико-техническите, санитарно-хигиенните, технологичните и екологичните изисквания при съхранение и обработване на товарите [3]. Икономически обоснованата съвременна тенденция към повишаване на степента на механизация и автоматизация на складовите процеси изменят съществено условията на труд в склада. Трудовият процес е основно в контрол и управление на напълно механизирани или автоматизирани технологични системи, като режимът на работа достига до денонощен непрекъснат.

Факторите на работната среда се определят в три основни групи:

- физиологични – включващи осветление, микроклимат, шум, вибрации и лъчения.
- психологически – включващи архитектурен образ на сгради, въздействие на технически инсталации и технологично оборудване, цветово решение, и други.
- обща техническа безопасност и ограничаване на рисковете при труд.

Оптимални или гранични характеристики по физиологични фактори са реализират в голяма степен чрез взаимосвързани решения. Осветлението в складовата сграда включва постигането на изкуствена и естествена осветеност. При преобладаващото за склада широкоплощно застрояване и насока към непрекъснат 24/7 работен цикъл, изкуственото осветление е необходимо за осигуряване на **нормативна осветеност с изисквана равномерност**. Характерни за складовите зони са технологични процеси с ниска характеристика на поставената зрителна задача. Постигнатата изкуствена осветеност се определя от [4]:

- външни предпоставки – климатични условия, използване на смесено (естествено и изкуствено) осветление.

- вътрешни предпоставки – размери в план и височина на сградата, наклон на покрива, отражение на вътрешни повърхнини на ограждения, протичащи технологични и функционални процеси, отделяни вредности, чистота на въздуха, и други.

- вътрешни (за елементи на изкуствено осветление) – разположение в план и във вертикален разрез, вид, геометрични размери, конструктивно решение и технически показатели на осветител, вид и характеристики на светлинен източник/източници, и други.

В складовата сграда видът и характеристиките на изкуственото осветление, както и начина за постигането на съответствие, са обвързани с особеностите на факторите на средата от другите две групи – психологически и обща техническа безопасност.

Психологическото въздействие на планировъчната и пространствената организация на работните и обслужващите помещения се основава на композиционно решение на цялостното технологично оборудване, функционалното обзавеждане и на техническите инсталации. Цветовото изграждане и повърхностната структура на елементите в интериора се съобразяват с геометричните и други параметри на пространството, протичащите складови процеси, и особеностите на работните места.

Осветеността и осветителните електрически инсталации в склада се определят съобразно изискванията за безопасност при пожар за типа и вида сграда. Специфично за складовата сграда е съхранението на стоки и материали в значителни количества, при което стойността на плътност на топлинно натоварване в помещенията превишава обичайната. Приложимите класификации на сградата по безопасност при пожар са:

- клас на функционална пожарна опасност – клас Ф5, като производствена и складова сграда с постоянен режим на работа; от подклас Ф5.2 и рядко подклас Ф5.4.

- категория по пожарна опасност – преобладаващо от категория Ф5В за складовия процес, но се реализират и строежи от категории Ф5А, Ф5Б и Ф5Д.

- клас на функционална пожарна опасност – клас Ф3, като обслужващи помещения за обществено обслужване; от подкласове Ф3.4, Ф3.2 и Ф3.1.

- клас на функционална пожарна опасност – клас Ф5, като обслужващи помещения за спомагателни дейности и на техническата инфраструктура; от подклас Ф5.1.

- група на пожарна опасност за електрическите инсталации и уредби в помещения – нормална, повишена или експлозивна опасност.

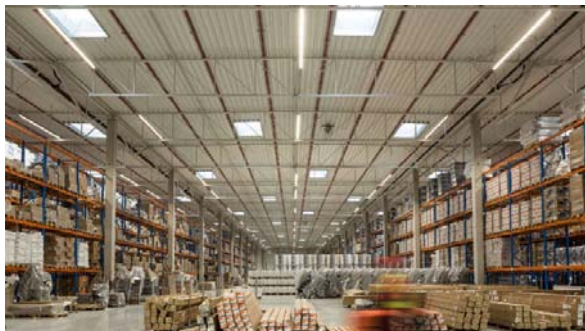
Работните места в складовата и обслужващите сгради отговарят на допустимите гранични стойности на показателите за осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд. Оптималните условия на труд са съобразно складовата дейност, използваното оборудване, и изискванията за техническо, технологично и социално развитие с цел защита на живота, здравето и работоспособността на работещите.

### 3. КЛАСИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВА НА ИЗКУСТВЕНО ОСВЕТЛЕНИЕ В СКЛАД

Изкуственото осветление в типа складова промишлена сграда е с различни изисквания за осветеност в зависимост от вида на функционалността му: работно, дежурно охранително, аварийно работно, аварийно евакуационно, ефектно и информационно осветление. Според местоположението бива вътрешно и външно, като се конкретизира по зони и помещения в складовата сграда и в обслужващи комплекси.

**Работното осветление** в отделните вътрешни зони на складовата сграда е съобразно вида на протичащите технологични процеси и поставената зрителна задача, и бива: общо равномерно, общо локализирано и комбинирано местно (общо и локално). С работното осветление се постига съответствие с нормите за осветеност, като при автоматизирани складови процеси е допустимо да се отчита и допълнително местно осветление.

Светлинният комфорт в склада се формира от следните качества на осветеността: гранична интензивност на светлинен поток/осветеност ( $E_m$ ), гранична цилиндрична интензивност на светлинен поток ( $E_z$ ), гранична вертикална интензивност на светлинен поток ( $E_z$ ), яркост на светлинен източник, равномерност в пространство ( $U_o$ ) и време, насоченост/дифузност/отразеност на светлинен поток спрямо работна повърхност, цветна температура, спектрален състав, цветово предаване ( $R_a$ ), ъгъл отразен блясък, показател на заслепяване/дискомфорт ( $UGR$ ), пулсация и фактор на поддръжка ( $MF$ ).



Фигура 1. Работно осветление и аварийно работно осветление – складовите зони [7].

В складови зони за приемане и издаване нормираната гранична изкуствена осветеност  $E_m$  на работната повърхност е 300 lx и е значително по-високо от тази в зона за същинско съхранение и на товаро-разтоварни рампи (Фиг.1). Същото се отнася и за минималната стойност от 0.60 на показателя за равномерност на осветеност  $U_o$  при общо осветление. Показателят на заслепяване  $UGR$  е с високи стойности във всички складови зони. Индексът на цветово предаване  $R_a$  е почти винаги с ниска стойност – 60 (Табл.1). Препоръчителната цветна температура за складови зони е от 4000 К до 5000 К с оглед на ясно възприемане и на съвместяване с естествена светлина при смесено осветление [6].

Таблица 1. Качества на осветеност от изкуствено осветление в складови зони [5].

No	Вид складова зона и складова система	гран. изкуств. осветеност $E_m$ lx	равномерност осветеност $U_o$	показател заслепяване $UGR$	инд. цветово предаване $R_a$
1.	Зони за приемане и издаване – общо осветление	300	0.60	25	60
2.	Зони за приемане и издаване – комбинирано осветление	300 или 500	0.20	25	60
3.	Зона за същинско съхранение – подово съхранение	100	0.40	25	60
4.	Зона за същинско съхранение – стелажни системи с полици/чекмеджета	200	0.40	–	60
5.	Зона за същинско съхранение – стелажни системи, механизирани	150	0.40 или 0.60	22	60 или 80
6.	Зона за същинско съхранение – стелажни системи, автоматизирани	20	0.40	–	40
7.	Товаро-разтоварни рампи	150	0.40	25	40

В обществено обслужващите комплекси на складовото стопанство граничната осветеност  $E_m$  е спрямо функционалното предназначение и вида на помещението. Нормираните стойности са в широк диапазон от 500 lx до 100 lx. Същото важи и за нормите за показател за равномерност  $U_o$  – от 0.80 до 0.40, показателят на заслепяване  $UGR$  – от 16 до 28, и за индексът на цветово предаване  $R_a$  – от 40 до 90 (Табл.2).

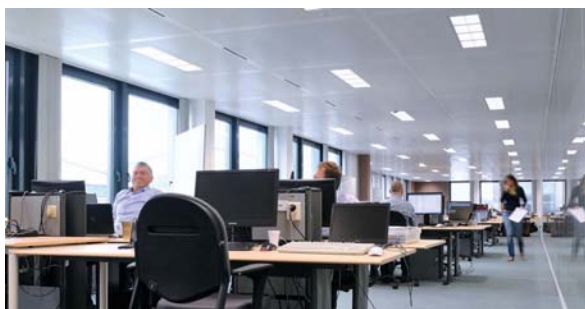
Работното външно изкуствено осветление при складови дейности е с ниска гранична осветеност  $E_m$  от 5 lx на работната повърхност.

**Дежурното охранително осветление** зависи от класа на физическа сигурност и изискванията на комплексната система за физическа охрана на строежа, като минималната осветеност е 5 lx на пода на помещения и/или на площадкови пространства. Осигурява видимост и наблюдение с идентификация – визуално или чрез видеокамери, и безопасен достъп. Възможно е да се постига с технически обособена част от работното осветление.

Таблица 2. Качества на осветеност от изкуствена осветление в обслужващи комплекси [5].

No	Вид складова зона и складова система	гран. изкуств. осветеност Em lx	равномерност осветеност Uo	показател заслепяване UGR	инд. цветово предаване Ra
1.	административно-управленско обл. – офиси и конферентни зали	500	0.60	19	60
2.	адм.-управленско обл. – архиви	200	0.40	25	80
3	санитарно-хигиенно обслужване	200	0.80	22	40
4.	обществено хранене и соц. грижи	200	0.40	22	80
5.	здравеопазване	500	0.60	19 или 16	80 или 90
6.	търговия и услуги	300	0.40	22	40
7.	култура и изкуства, просвета	300 или 500	0.40 или 0.60	22 или 19	80
8.	отдых	100	0.80	22	40
9.	спорт	300	0.80	22	40
10	входни преддверия	100	0.80	22	40
11	коридори и стълби	100	0.40	28 или 25	40

**Аварийно работно осветление** се изгражда в складови сгради от всички класове на функционална пожарна опасност в помещения със системи и апарати, осигуряващи безопасността на строежа и на хората в него, както и в кабините на асансьори (Фиг.2) С цел осигуряване високо ниво на безопасност, най-ниската осветеност на работни повърхности, изискващи обслужване при аварийен режим, е 5% от осветеността за общо осветление – съответно преобладаващо 5 lx или 15 lx, като включването е автоматично.



Фигура 2. Работно осветление и аварийно раб.осветление – общ.обслужващ комплекс [7].

**Аварийно евакуационно осветление** осигурява осветеност по време на евакуация на участъците от комуникации. Задължително е в сгради, в които хората в най-населения етаж са повече от 50 човека, както и винаги във вътрешни евакуационни стълбища. Нормативно определени са места за светещи знаци и сигнали на аварийно евакуационно осветление, като минималната осветеност на евакуационния път е 1 lx по осовата линия.

**Ефектното осветление** (интериорно и фасадно) подчертава архитектурната форма и нейната структура. Характеристиките му са следствие от проектната концепция. Обикновено е автоматизирана система с дистанционно управление, като е възможно включването му и като част от охранително осветление.



Фигура 3. Дежурното охранително осветление и информационното осветление.

**Информационното осветление** е част от системата за идентификация и визуална информация на склада. В композиция с елементите на архитектурното изграждане и съгласувано с технологични и пешеходни потоци гарантира оптимално добро естетическо възприемане, технологична безопасност и/или пространствена ориентация (Фиг.3).

### 3. ОСВЕТИТЕЛИ И СВЕТЛИННИ ИЗТОЧНИЦИ В СКЛАД

Осветителите с вградените в тях светлинни източници са основен елемент на осветителните инсталации, като заедно със силнотоковите мрежи и компоненти изграждат цялостна електрическа подсистема. Осветителят осигурява необходимото изкуствено осветление със съответни характеристики. Определящи за инсталационното изделие са излъчваният светлинен поток в дадено направление, височината на разполагане спрямо работната повърхност, насочеността – за пряко, непряко (отразено) и съчетано осветление, и защитата от външни въздействия.

#### 3.1. Светлинни източници за изкуствено осветление

Съвременните източници на светлина в складова сграда се обобщават по вид [7]:

- флуоресцентни източници TL T5 и T8 с триивичен люминофор с електронна ПРА – светлинна ефективност с добив до 92 lm/W, експлоатационен срок 20000 h. Предимства: добри възможности за инсталиране. добър индекс на цветово предаване  $Ra > 80$ , лесно управление на светлинен поток в широки граници, и ниска инвестиционна стойност [6]. Недостатъци: необходими мерки срещу пулсиране на светлината и срещу създавания шум.

- компактни флуоресцентни източници CFL – светлинна ефективност с добив около 70 lm/W, експлоатационен срок 10000 h. Предимства: добри показатели за цветово предаване и ниска работна температура. Недостатъци: ниска енергийна ефективност и рядкост са модели над 100 W.

- металхалогенни източници MHN с керамични горелки – ефективност с добив до около 86 lm/W, експлоатационен срок 6000 h. Предимства: отлични показатели за цветово предаване  $Ra > 85$ , и влагане в тела с разнообразни светлоразпределителни криви. Недостатъци: къс експлоатационен период, бавно достигане до номинален светлинен поток при запалване, чувствителност към подавано електрическо напрежение, значителни енергийни загуби, висока работна температура и изискват затворени осветители.

- светоизлъчващи диоди LED – светлинна ефективност с добив над 120 lm/W, експлоатационен срок над 40000 h. Предимства: добри показатели за цветово предаване  $Ra > 80$ , генерира на минимална топлинна енергия, дълъг функционален период, и голям брой включения/изключения. Недостатъци: висока инвестиционна стойност.

#### 3.2. Осветители

За осветителя се предвижда нормираната защита от външни въздействия – атмосферни, механични, радиоактивно и други, както и гарантирането на безопасност при пожар и безопасност при труд, Структурата на осветителя, в които се монтират източника

или източниците, зависи от предназначението му, необходимите степени на защита срещу проникване на прах и влага/вода, устойчивостта на механични въздействия или химикали, от мястото и вида на монтаж, и други. Формата на осветителя е: линейна, точкова и пано.

Техническото конструктивно решение на осветителя формират характеристиките на светлинния поток по вид за използваното изкуствено осветление – с отразена, дифузна или разсеяна светлина. Изпълнението на обемния корпус е от PVC с ограничена цветност, или от стомана или алуминий с полиестерно покритие нанесено прахово. Вграждането на електронно пусково-регулиращо устройство в осветителя е оптимално по електрическа, светлинна и енергийна характеристика, и увеличава експлоатационния срок на източника, което определя енергийна ефективност и обща икономическа ефективност. Рефлекторът отразява, усилва и насочва симетрично или асиметрично светлинния поток от източника, както и го защитава механично. Разсейвателят предпазва от заслепяване, променя характеристики на излъчваната светлина и гарантира степента на защита на изделието. За комбинирано местно осветление се ползват осветители с непрозрачни отражатели със защитен ъгъл, не по-малък от 30°.

В складова сграда и в комплекси за спомагателни дейности или за технически инсталации осветителите са със степен на защита до IP44 или IP54. Но в помещения, където има опасност от потенциално експлозивна атмосфера, осветлението е с осветители с експлозивна защита Ex от съответен вид, група, подгрупа и степен, които са защитени от механични повреди. В зоната на товаро-разтоварни рампи степента на защита е IP54 или IP67. В сградите на обществено обслужващи комплекси преобладават осветители със степен на защита до IP20 или IP21, а в санитарно-хигиенни помещения – IP44.

Осветителите и цялостните осветителни инсталации е оптимално да съответстват на специфичната функционалност на складова сграда при максимална енергийна ефективност. Основна определяща икономическа характеристика е светлинната ефективност на източника в осветителя. За постигането на цялостна инсталационна ефективност е необходима техническата съгласуваност между осветителите и системите за автоматичен или полуавтоматичен контрол и управление, както и обвързване с архитектурните конструкции за естествено осветление – дограми и покривно остъкляване.

#### 4. РОЛЯ НА ОСВЕТИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ ПРИ УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ

Осветителните системи са с комплексна роля в създаването на физиологично съобразена, психологически комфортна и безопасна работна среда в склада.

Изкуственото осветление е необходимо условие за ориентиране на работещите в пространството и за тяхното безопасно и **безконфликтно придвижване** в работната среда при функциониращо технологично оборудване. Съобразеното с изискванията осветление създава възможност за **оптимално протичане на складови процеси**, включително и техния контрол и управление при съвременната автоматизация и разнообразно складово оборудване – стационарно и подвижно. Коректното възприемане на съхранявани товарни стокови единици позволява бързо, опростено и безопасно разтоварване, приемане, съхранение, комплектуване, издаване, и натоварване на складовите поръчки в реално време. На тази основа се постига висока производителност в складовото стопанство при осигуряване на **ергономична работна среда**.

Изкуственото осветление е пряко обвързано с осигуряването на обща техническа безопасност в склада. Постигането на нормираната осветеност във всички складови зони **намалява потенциалните рискове за здравето и безопасността** при работа от една страна, а от друга осигурява съобразено ниво на безопасност при пожар и безопасност на труд в екстремни условия или аварийни ситуации. Автоматизирането и интегрирането на управлението и контрола на всички елементи в склада, включително осветителните

инсталации, гарантира тяхното правилно и оптимално функциониране. Ефективните оценка и управление на риска и прилагането на добри практики спомага за запазване на здравето и работоспособността на работещите и посетителите, както и за запазване на сградите, оборудването, и съхраняваните стоки и материали.

Прилагането на инсталации с търсене на **биодинамичен ефект на светлината** подкрепя жизнената и сърдечна дейности на организмите на хората в склада. Развитието на тази инсталационна функционалност постига стимулиране или успокояване на биологичния ритъм с цел подобряване на психологическото и физиологичното състояние на работещите и повишаване на производителността на техния труд.

Изграждането и използването на осветителни системи с частична или комплексна автоматизация потвърждава ролята на инсталационното решение за постигането на висока **енергийна ефективност** при експлоатация чрез намаляване на консумирана електрическа енергия. Управлението на постигнатата осветеност, чрез включване в инсталациите на сензори и контролни модули, е стъпално или плавно в определен диапазон в зависимост от използването на помещенията и от получената естествена осветеност [6].

В тази насока са и задълженията поети по Парижкото споразумение от 2015 г. за намаляване на консумацията на външна енергия във всички сгради до 2050 г. Проектираните днес сгради заедно с техните технически инсталации е наложително да съответстват на изискванията на nZEB, а до средата на века да бъдат усъвършенствани до съответствие на класификацията ZEB (сгради с нулева консумация на енергия) [8].

Осветяването на помещенията и пространствата в складовото стопанство благоприятства видимостта и възможността за наблюдение за охрана. Функционирането и на специализирани охранителни осветителни системи допълнително повишава ефективността на комплекса от **мерки по физическа сигурност** на складовата сграда.

Оптималното производство и използване на осветители и осветителни уредби е част от системните решения за **опазване на околната среда** и отделните и компоненти. Екологичните изисквания към осветителни инсталации са за предотвратяване на отделяне на емисии от вредни вещества в атмосферен въздух и за липса на значителни вредни физични фактори – шум, вибрации и лъчения. Също така да са спазени нормативните изисквания за управление на отпадъци, и да не се генерират опасни отпадъци.

Техническите системи за изкуствено осветление са елемент на архитектурната конструкция на складовата сграда. Материалните обекти на системното решение участват активно във пространственото изграждане със своите форма, геометрични размери, пропорции, цвят и разположение. Едновременно с това при функциониране им се добавя и ролята на излъчвания светлинен поток и изкуствената осветеност на отделните вътрешни и външни повърхности [9]. Обвързването и взаимодействието на конкретните архитектурни конструкция и пространства изграждат архитектурната форма и определят нейното **естетическото възприятие** в интериора и екстериора на склада.

В зависимост от особеностите на осветлението се **възприемат стереометричната структура**, цветовата композиция и повърхностното третиране на структурните елементи на архитектурната конструкция, технологичното оборудване и функционалното обзавеждане. Съответствието на осветлението с физиологичните параметри на работната среда и необходимостта от функционална **гъвкавост на склада през целия жизнен цикъл** оказва **обратно въздействие върху цялата архитектурна конструкция** и върху конкретното пространство, и съответно върху архитектурната форма. Определени функционални видове осветление са значима част и от изграждането на цялостни знакова система за идентификация на складовите процеси и на целия архитектурен обект, както и за визуална информация относно технологични процеси и рискове при експлоатация.

Икономическа оценка на осветителните инсталации в складовото стопанство е на основата на **общите инвестиционни разходи** и на **годишните експлоатационни разходи**



за инсталационното решение за обекта и на приведената стойност на разходите за една съхранявана товарна стокова единица. Инвестиционните разходи отчитат реалната стойност на доставка и монтаж, техническата възможност за монтиране **в съкратени срокове** за всички инсталационни елементи, както и тяхната дълготрайност и надеждност. Експлоатационните разходи се включват в икономическа целесъобразност и ефективност чрез консумативни разходи за електрически ток, и генерираната стойност и необходимо време за поддръжка, почистване и подмяна на инсталационни елементи.

Интегрираното разглеждане на фактора осветление в контекста на комплексна работна среда е условие за цялостна ефективност на склада – пространствена, технологична, енергийна и икономическа. Успешното постигане на устойчиво развитие при складова сграда предполага прилагане на комплексен подход в целия жизнен цикъл на реализацията и – проучване, проектиране, строителство, експлоатация и премахване на строежа [10]. Всичко това рефлектира върху икономическото състояние и общественото положение на складовото търговско предприятие.

## 5. ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА ОСВЕТИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ

В осветителни силнотокните електрически инсталации основна насока на развитие е **намаляването на експлоатационните разходи** за електрическа енергия и поддръжка, чрез което се постига енергийна и икономическа ефективност на склада. Едновременно е и предпоставка за цялостна социална ефективност и екологично съответствие на изгражданите и функциониращи складови сгради [11].

Предпочитаните източници на светлина са **светоизлъчващи диоди LED**, с оглед постигане на светлинен добив над 150 lm/W и удължаване на експлоатационния срок над 80000 h. Актуалните тенденции в силнотокните осветителни инсталации са за повишаване на нивото и **качеството на осветлението**, като фактор на работната среда, с цел повишаване на производителността и повишаване на нивото на безопасност. Разширява се полето на приложение на системи за биодинамично осветление.

Използват се **енергийно ефективни технологии** за изкуствено осветление с автоматично управление и контрол в реално време, които са съобразени с начина на съхранение в склада. Осветителните инсталации все повече се разглеждат като съставна част от цялостна **интегрирана автоматизирана система** на всички технически инсталации в сградата. Електрическите инсталации се включват във формирането на обща система за комплексно сградно управление (BMS/BAS) с цел оптимална автоматизация на функционирането на техническите инсталации и възможности за извличане на допълнителна функционалност.

От друга страна осветителните електрически системи се обвързват все по-пълно с реализирането на покривно остъкляване за естествено осветление на работната среда, ако прилагането му е допустимо. Включват се в формирана система за **смесено осветление** (естествено и изкуствено) с оглед на увеличаване на относителния дял на естественото осветление и за намаляване на експлоатационните разходи за склада.

Постиганите ефективни технически решения при осветителните системи са предпоставка за прилагането на **възобновяеми източници** на електрическа енергия – фотоволтаична система или ветрови генератор, в складовото стопанство.

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ – УСТОЙЧИВОСТ НА СКЛАДОВАТА СГРАДА

С прилагането на представените актуални класификации и специфични характеристики, изкуственото осветление се формира като устойчив елемент от комплексната устойчива структура на складовата сграда в съответствие с актуалните стандарти за:

- архитектурна и инсталационна гъвкавост на сградата, енергийна ефективност, удължени гаранционни срокове, съкращаване на период за изграждане, редуциране на инвестиционни и експлоатационни разходи;

- намаляване на въздействията върху околната среда, ограничаване на въглеродни емисии;

- безопасност при пожар, защита от рискове за човешко здраве, техническа безопасност при труд, пасивен и активен контрол на работна среда, обезпечаване на физическа и социална сигурност, организиране на безопасни зони за придвижване, естетическо възприятие и художествено въздействие на архитектурния образ.

Оптималното постигане на изкуственото осветление е възможно при детайлен анализ на особеностите на складовата сграда, ролята на осветителните системи, и избор на вида на осветителя по представените класификации и тенденции, както и пълното им интегриране в цялостната взаимосвързана система на сградните технически инсталации.

Тенденцията към устойчив склад се реализира към интегрирането на трите насоки на устойчивото развитие: постигане на икономическо развитие, опазване на околната среда и подобряването ѝ в бъдеще, и осигуряване на висок жизнен стандарт – социален и културен. Икономическите показатели продължават да са с определяща роля за обществото, но осъзнатото значение на екологичната сигурност и социалната реализация се засилва непрекъснато при оценяване на архитектурната форма на съвременните складови сгради.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] World Commission on Environment and Development (WCED), United Nations Our Common Future, Report of the World Commission On Environment and Development, C., 1987 by Oxford University, UK
- [2] ЕВРОПЕЙСКИ ПАРЛАМЕНТ И СЪВЕТ НА ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ Директива 2010/31/ЕС от 19.05.2010 г. на Европейския парламент и на Съвета относно енергийните характеристики на сградите, 2010, EU
- [3] Мазников А. Съвременни складови сгради и стопанства УАСГ, РБългария, С., 2019, 182 стр., ISBN 978-954-724-119-0
- [4] Мазников А. Технически инсталации и системи, лекционен курс/учебна единица, проект BG051PO001-4.3.04-0022 ЕФОСАГ, УАСГ–София, С., 2014
- [5] \* \* \* БДС EN 12464-1:2011 Светлина и осветление. осветление на работни места. Част 1: Работни места на закрито.
- [6] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Advanced Energy Design Guide for Small Warehouses and Self-Storage Buildings C., 2008 by ASHRAE Inc., USA, 90 p.
- [7] Philips Lighting Application available: <https://www.lighting.philips.com/> [26.04.2020]
- [8] UN Climate Change Secretariat (UNFCCC Secretariat), United Nations Paris agreement, Decisions 1/CP.21 Adoption of the Paris Agreement, Paris Climate Change Conference-November 2015, C., 2016 by UNFCCC Secretariat.
- [9] Lechner, N. Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects, 4th Edition, C., 2014, by John Wiley & Sons, Inc., USA, 712 p..
- [10] Сентова Ек. Устойчива архитектура и среда за труд. Студио 17,5-М, РБългария, С., 2019, 212 стр., ISBN: 978-619-91051-4-6
- [11] Silver P., McLean W. Introduction to Architectural Technology, Second Edition, C., 2013, by Laurence King Publishing Ltd, UK, 208 p.