

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Грејање, климатизација и соларна енергија

Број индекса: 219/2009.

Срђан, Момчило Тасић

Осветљење

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Небојша Лукић - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да наведе основне особине светлости као и начине израчунавања светлосних величина. Овим задатком потребно је објаснити електричне изворе светлости, основну поделу и њихове принципе рада. Суштина завршног рада треба да представља упоређивање, потрошњу енергије, сијалице са ужареним металним влакном (класичне сијалице) и флуоресцентно компактне сијалице (штедљиве сијалице). Кандидат је потребно да уради прорачун електричног осветљења датог објекта.

Препоручена литература:

[1] Милорад Н. Јустинијановић- Електричне инсталације и осветљења, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1995. ISBN 86-17-03807-1

[2] Слободан Бјелић- Електрична осветљења, ХЕРОХ Чачак, 2001. ISBN 86-7967-010-3

Крагујевац, датум

ментор:

Име, презиме и звање ментора

Резиме

У оквиру овог завршног рада представљене су основне особине светлости, теорије о пореклу светлости, као и начин израчунавања светлосних величина. Приказани су електрични извори светлости, њихова подела и принципи рада.

Суштина завршног рада огледа се у упоређивању сијалица са ужареним металним влакном (класичне сијалице) и флуоресцентно компактних сијалица (штедљиве сијалице), из које видимо да свака од наведених врста сијалица има како одређених предности, тако и одређених мана.

Извршеним прорачуном на крају рада видимо да коришћењем штедљивих сијалица у великој мери утичемо на потрошњу електричне енергије. Из тих разлога јавља се потреба за повећаном употребом штедљивих сијалица, које за разлику од класичних сијалица троше мање електричне енергије за исту јачину светлости коју производе.

Кључне речи: светлост, осветљење, електрична енергија, сијалица са ужареним металним влакном, флуоресцентно компактна сијалица.

Abstract

In this final paper present`s the basic properties of light, the theory of the origin of light and the method of calculating the size of the light. This work shown electricity sources of light, their classification and principles.

The essence of the final work is reflected in the comparison of incandescent light bulbs and energy saving lights bulbs, from which we see that each of these types of light bulbs have their advantages as well as it`s flaws.

Performed at the end of the budget shows that the use of energy saving light bulbs have large impact of the power consupcion. For these reasons, there is a need for incrased use of energy saving light bulbs, wich unlike the conventional bulbs consume less electricity for the same intensity of light produced.

Keywords: light, lighting, electricity, classic light bulb, compact fluorescent light bulb.

Садржај:

1. Увод	[5]
2. Особине светлости	[6]
2.1 Спектар видљиве светлости	[9]
2.1.1 Врсте спектра	[9]
2.2 Извори светлости	[11]
3. Фотометрија	[12]
4. Електрични извори светлости	[15]
4.1 Сијалице са ужареним металним влакном	[15]
4.2 Сијалице испуњене металним парама	[17]
4.2.1 Принцип рада сијалица које су испуњене металним парама	[17]
4.3 Флуоресцентне сијалице	[18]
4.4 Флуоресцентно компактна светиљка(штедљива сијалица)	[20]
4.4.1 Конструкција компактно флуоресцентне сијалице	[20]
5. Оправданост употребе штедљивих сијалица	[22]
5.1 Ресурси потребни за производњу	[23]
5.2 Светлосни флукс(јачина светлосног зрачења)	[23]
5.3 Уштеда енергије	[23]
5.4 Могућност замене класичних сијалица компактно флуоресцентним	[24]
5.5 Квалитет светлости	[24]
5.6 Радни век сијалица	[25]
5.7 Рециклажа	[25]
5.8 Утицај на природну средину	[25]
6. Прорачун утрошене електричне енергије на осветљење	[26]
6.1 Осветљење у кући	[28]
6.2 Потрошња електричне енергије на осветљење у летњем периоду [kWh]	[29]
6.3 Потрошња електричне енергије на осветљење у летњем периоду [дин.]	[30]
6.4 Потрошња електричне енергије на осветљење у зимском периоду [kWh]	[31]
6.5 Прорачун електричне енергије на осветљење у зимском периоду [дин.]	[32]
6.6 Потрошња ел. ен. на осветљење у периоду пролеће/јесен [kWh]	[33]
6.7 Потрошња ел. ен. на осветљење у периоду пролеће/јесен [дин.]	[33]
7. Укупно утрошена ел. ен. на осветљење за период од 01.01.2011.-31.12.2011.год.	[33]
8. Укупна утрошена ел. ен. на осветљење за период од 01.01.2011.-31.12.2001.год.	[34]
9. Замена сијалица са ужареним металним влакном, ФКС	[35]
9.1 Просечна потрошња електричне енергије на осветљење по замени сијалица са ужареним металним влакном, штедљивим сијалицама	[35]
9.2 Оправданост куповине штедљивих сијалица	[36]
10. Закључак	[37]
ЛИТЕРАТУРА	[38]

1. УВОД

Електрично осветљење просторија у којима човек борави може се поделити на рационално и декоративно осветљење.

Основни задатак рационалног осветљења је да омогући рад човеку са истом тачношћу и продуктивношћу као да се рад обавља при дневној светлости, када су услови за извођење те делатности најбољи.

Декоративно осветљење изводи се на местима где се предност даје светлосним ефектима, а добро виђење осталих предмета и обављање рада нису битни.

За човека стан је место рада и одмора у коме се већи део године живи и ради под вештачким осветљењем. Избор врсте осветљења, избор врсте светиљке и висина осветљаја остављени су кориснику. У модерним становима, који се данас граде, само се у купатилу уграђују светиљке приликом израде стана, а сва остала места су само припремљена за прикључење светиљке. На корисника стана врши се дискретан притисак произвођача опреме да стан опреме са што више светиљки велике снаге. Наводи се податак да је потребно инсталирати снагу од 20 W за сваки квадратни метар стамбене просторије. У задњих неколико година снажна је и акција за уштеду електричне енергије с предлозима да се пређе на коришћење компактно флуоресцентних сијалица.

Из досад реченог произилазе следећи основни захтеви, које вештачко осветљење у просторијама мора испуњавати:

- да омогући добре видне услове, потребне за извршење видних задатака,
- да, у оквиру комплексног обликовања просторије, човеку омогући такву околину која

доприноси његовом добром физичком и психичком осећању,

- да спречи незгоде и несреће,
- да испуни захтеве економичности.

Вештачко осветљење просторија треба извести тако, да оно с једне стране задовољи светлотехничким захтевима и, са друге стране-у оквиру комплексног архитектонског обликовања-хармонички уклопи у целину просторије. У светлосној техници је устаљена пракса да се поступци за извођење осветљења дају у облику стандарда, препорука или прописа. Њихова је основна намена да одреде и квантитативно пропишу све оне факторе квалитета, које осветљење мора испуњавати за постизање квалитетног и квантитетног нивоа.

2. Особине светлости

Људска бића доживљавају природу углавном чулом вида, односно преко светлости.

Наш свет, то је свет светлости, свет боја и предмета које видимо. Разумљива је људска радозналост да о том свету нешто више сазна.

Шта је светлост (слика 1), како човек види предмете, како разликује боје, шта су извори светлости? Ова питања људи су вековима себи постављали, и с мање или више успеха налазили одговор. [3]



Слика 1. Природна светлост[1]

Стари Грци су веровали да људско око зрачи одређене зраке и да је помоћу тих зрака могуће видети предмете и одредити њихову боју. Убрзо су и они закључили да греше и да човек односно људско око није основни извор светлости, већ да је то Сунце.

Много година касније Исак Њутн је поставио прву научну теорију према којој је светлост сноп честица које емитује осветљени предмет (слика 2). Ове честице доспевају до људског ока и, сразмерно својој величини, изазивају осећај црвене или неке друге боје.

Још за живота Исака Њутна (1642-1727) холандски научник Кристијан Хајгенс објављује 1678. године нову теорију о таласној природи светлости која, по њему, није млаз честица, већ талас кога емитује извор светлости. [3]



Слика 2. *Експеримент са призмом Исака Њутна [2]*

Према научним сазнањима тог времена, Хајгенс није могао да објасни какви су то таласи. За Хајгенса и присталице његове теорије били су то механички таласи. Како се процес преношења с тачке на тачку простог таласног кретања честица не може остварити без постојања средине сличне обичним гасовима, течностима или чврстим телима, усвојена је претпоставка о постојању материје непознатих облика која испуњава читаву васиону. Постојање ове материје у васиони, назване етером, требало је да послужи и као објашњење појаве да се виде светлосни зраци са веома удаљених звезда од којих нас дели бескрајно велики празан простор. [3]

Максвел 1873.године објављује радове у којима тврди да се електромагнетни таласи простиру кроз вакум истом брзином као и светлосни. Практични експерименти, изведени нешто касније, показују да су тврдње биле тачне и указују на истоветну природу светлости и електромагнетних таласа, што доводи до формирања електромагнетне теорије светлости.

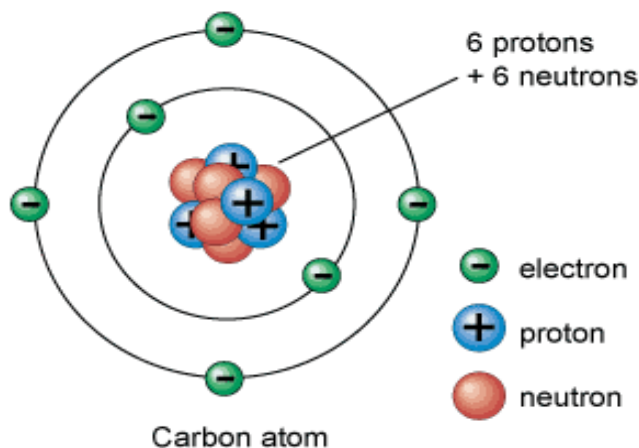
Према овој теорији, светлосни зраци су заправо електромагнетни таласи таласне дужине од 400-760 nm (нанометар), који изазивају појаву на коју реагује људско око и коју називамо светлошћу.

Даљим развојем науке долази се до нових сазнања, па и до формирања нових теорија. Најновија теорија о пореклу светлости ослања се на квантну механику. Према овој теорији, свака честица материје има двојаку – дуалистичку природу : таласну и корпускуларну. Једну честицу материје карактеришу маса, количина кретања, енергија и таласна дужина која зависи од брзине кретања честице. Размишљајући на овај начин, може се закључити да и светлост, као сноп електромагнетних таласа одређене таласне дужине, има и корпускуларну природу. [3]

Како настају електромагнетни таласи на које реагује људско око?

На слици 3 је приказан модел атома са позитивно наелектрисаним језгром и негативно наелектрисаним електронима који круже око језгра по једној од седам путања (слојева), које називамо и енергетским нивоима. Ако атом није побуђен, тачније, ако се атому не доводи енергија са стране, електрони се крећу по својим путањама и не зраче светлост. [3]

Под дејством побуде (загревања или зрачења), атом је добио енергију и електрони прелазе на виши енергетски ниво. Убрзо затим електрони се враћају на сопствену првобитну путању и том приликом вишак енергије зраче у виду електромагнетних таласа.



Слика 3. Модел атома [3]

Људско око је осетљиво на електромагнетне таласе у опсегу таласних дужина од 400-760 nm.

Све електромагнетне таласе у поменутом опсегу људско око региструје као светлост. Таласи блиски таласној дужини од 760 nm изазивају утисак црвене боје, 580-620 nm наранџасте, а затим се ређа жута, зелена, плава, модра и љубичаста са 400 nm.

Установљено је да извори светлости испуштају, поред видљивих светлосних радијација и друге облике зрачења. Ови зраци се, по својој природи, не разликују се од светлосних зрака и они су такође електромагнетни таласи, само што су им таласне дужине за инфрацрвене зраке нешто веће од 760 nm, а за ултраљубичасте мање од 400 nm. [3] Од извора зрачења електромагнетни таласи се крећу праволинијски све док не наиђу на неку препреку. За електромагнетне таласе је препрека сваки предмет у природи.

Свака материја на другачији начин одбија или пропушта светлосне зраке. Захвалјујући овој појави, до људског ока допиру рефлектовани светлосни зраци и ми смо у могућности да видимо предмете и да им одредимо боју.

Облик предмета се у оку формира на основу одбијених зрака, а боју предмета одређују електромагнетни таласи који се рефлектују. Када се од предмета обасјаног светлосним зрацима подједнако одбијају сви електромагнетни таласи, предмет нам изгледа бео. Ако предмет одбија електромагнетне таласе само једне таласне дужине, а све остале упија, предмет има боју одбијеног електромагнетног таласа. [3]

2.1 Спектар видљиве светлости

Електромагнетна зрачења се међусобно разликују по таласним дужинама односно по фреквенцијама, из којих су састављена. При томе неко зрачење може бити састављено само из једне таласне дужине (фреквенције) или пак из већег броја таласних дужина (фреквенција). Обзиром на то, разликују се:

- монохроматска зрачења,
- комплексна зрачења.

Монохроматска зрачења имају само једну таласну дужину. У проширеном смислу, то је зрачење врло уског подручја, нпр. свега 10 nm, које се може означити само једном средњом таласном дужином.

Комплексна зрачења садрже уделе неједнаких таласних дужина. Код те врсте зрачења разликујемо: континуална и неkontинуална зрачења.

Континуална зрачења су комплексна зрачења већег подручја у којем дејство зрачења нигде не показује скокове. Ако ови скокови постоје, онда је реч о неkontинуалном зрачењу.

Спектар је појам, који се употребљава онда, када се желе приказати учешћа таласних дужина из којих је неко зрачење састављено.

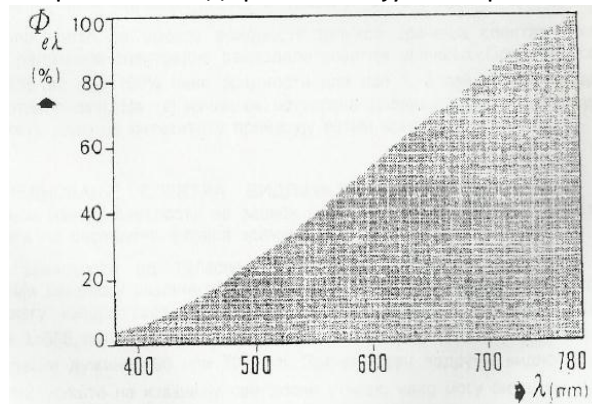
Спектар видљивог зрачења светлости најприкладније се приказује преламањем светлосних зрака на неком медију (призма, сочиво, водена кап и сл.); при томе се краткоталасно зрачење прелама јаче него дуготаласно. Најпознатији пример оптичког приказа видљивог спектра је дуга. [4]

2.1.1 Врсте спектра

Обзиром на састав зрачења разликују се две основне врсте спектра, и то:

- континуални спектар,
- линијски спектар.

Континуални спектри (слика 4 и 5) имају благе прелазе између појединих спектралних подручја (нпр, код дуге). Графички се то приказује једном кривом без икаквих скокова. Ток зрачења неког подручја таласних дужина је тада пропорционалан површини испод криве између ових граничних вредности тог подручја зрачења.

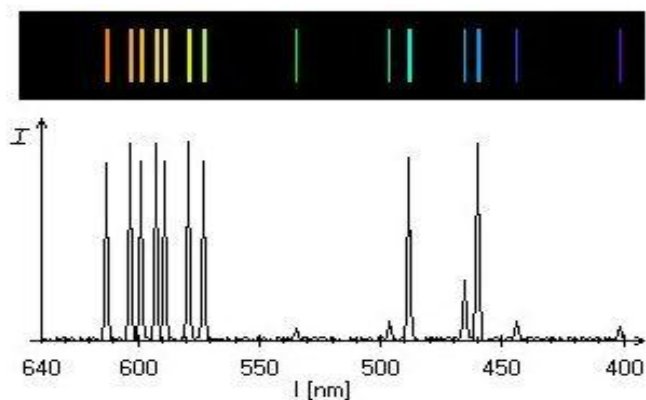


Слика 4. Континуални спектар [4]



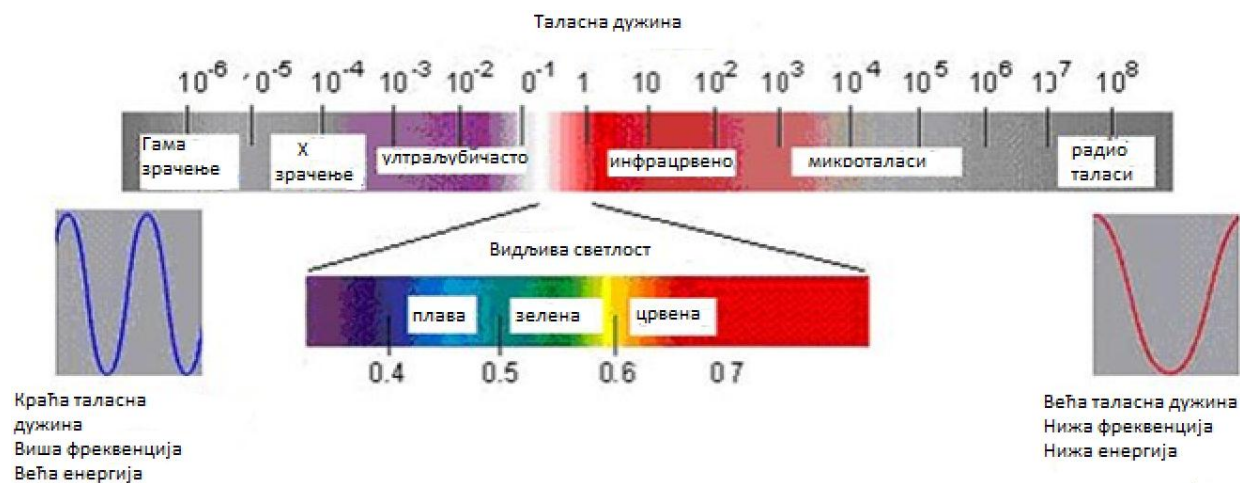
Слика 5. Дуга[4]

Линијски спектри (слика 6) приказују се једном спектралном линијом или с више међусобно ограничених спектралних линија које понекад потичу од неког ограниченог монохроматског зрачења. Такве спектралне линије приказују се графички у виду уских правоугаоника (вертикалних), код којих је величина површине пропорционална току одговарајућих зрачења. Ширина таквог правоугаоника најчешће одговара једном интервалу таласне дужине од 10 nm. [4]



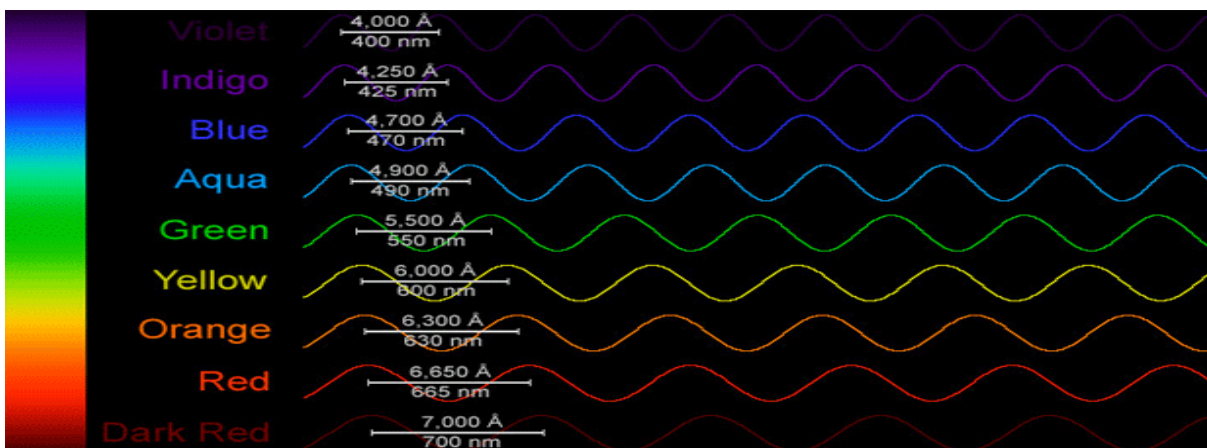
Слика 6. Линијски спектар [4]

На слици 7. приказан је спектар електромагнетних таласа. Најмању таласну дужину имају космички зраци, а затим се ређају гама зраци, икс зраци, ултраљубичасти зраци, зраци видљиве светлости, инфрацрвени, радарски, радио-дифузни и таласи који потичу од електроенергетских постројења.



Слика 7. Преглед спектра електромагнетних таласа [5]

Уочљиво је да је појас који одговара видљивим светлосним зрацима веома узан и да су у том уском појасу поређани опсежи таласних дужина који одговарају бојама седам основних боја беле светлости(слика 8). [4]



Слика 8. Основне боје беле светлости [6]

2.2 ИЗВОРИ СВЕТЛОСТИ

Човек може видети предмете који га окружују само ако су ти предмети осветљени. Мора, значи, у близини посматраног предмета поставити извор светлости. Разликујемо две врсте извора светлости и то:

- природне изворе светлости,
- вештачке изворе светлости.

Вештачке изворе светлости је створио сам човек, а природни су настали као продукт неког физичко-хемијског процеса, или су, као Сунце, део природе. Вештачки извори светлости су груписани, према врсти физичког или хемијског процеса који се одиграва приликом појаве светлости, на:

- термичке изворе светлости (слика 9),
- јонизационе изворе светлости,
- флуоресцентне изворе светлости.

Термички извори светлости за свој рад условљавају повишење температуре, па и сагоревање. То су: електричне сијалице са усијаном влакном, свеће, гасне лампе итд.



Слика 9. Термички извори светлости [7]

Јонизујући извори видљиве светлости раде на принципу електричног пражњења кроз паре и гасове (слика 10). Типичан пример јонизујућег извора видљиве светлости су живине сијалице.



Слика 10. Јонизациони и флуоресцентни извори светлости [8]

Флуоресцентни извори светлости користе особину луминисценције, тј. особину неких материја које, обасјане невидљивим ултраљубичастим зрацима, трансформишу ове зраке у зраке веће таласне дужине на које реагује људско око. [3]

3. ФОТОМЕТРИЈА

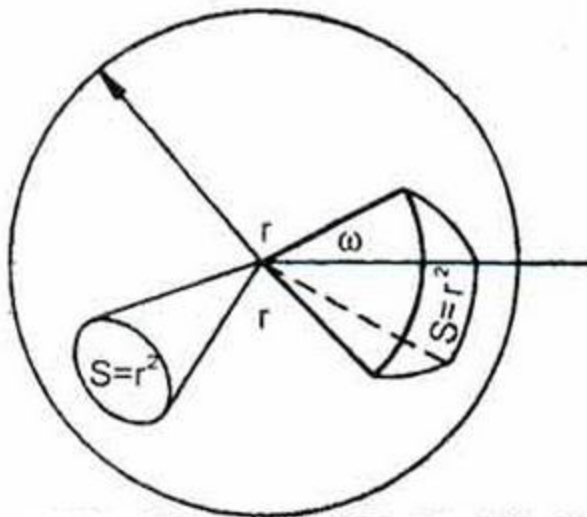
Фотометрија је део оптике који се бави мерењем светлосних величина. У даљем тексту биће изложене величине и јединице које користи фотометрија.

Просторни угао

Просторни угао (слика 11), је део простора ограничен омотачем купе чији се врх налази у средишту лопте полупречника r , а основа је лоптина калота која се види из средишта под просторним углом. Јединица просторног угла јестерадијан (str.). То је онај просторни угао под којим се из средишта лопте види калота чија је површина једнака површини квадрата са странама једнаким полупречнику лопте. На слици дат је графички приказ јединице просторног угла. [3]

Просторни угао се бројно изражава као однос површине калоте S и квадрата полупречника r^2 лопте:

$$\omega = S/r^2 \quad (1)$$



Слика 11. Просторни угао [3]

Светлосни флуks

Светлосни флуks представља количину енергије коју емитује светлосни извор у јединици времена (у једној секунди):

$$\Phi = dW/dt \quad (2)$$

Светлосни флуks се изражава у луменима lm. Лумен је светлосни флуks који у јединици просторног угла 1 strd. одашиље светлосни извор униформне јачине од 1 канделе. [3]

Количина светлости

Светлосна енергија коју извор светлости емитује за неко време t назива се количина светлости Q :

$$Q = \Phi \cdot t \quad (3)$$

Јединица за количину светлости је лумен секунда lms.

Количину светлости од једног lms емитује извор светлости, ако у свакој секунди зрачи флуks од једног лумена.

Светлосна јачина

Распоред видљивих светлосних радијација једног извора светлости није у свим правцима исти. Да би се могла пратити распрострањеност светлосних радијација једног извора светлости у различитим правцима, уведен је појам светлосне јачине. [3]

Светлосна јачина I је део светлосног флуksа који одговара одређеном светлосном углу. Дефинише се и као количник елементарног светлосног флуksа $d\Phi$ и елементарног просторног угла $d\omega$. [3]

$$I = d\Phi/d\omega \quad (4)$$

Светлосна јачина једног извора светлости мења се са посматраним правцем. Веома су ретки светлосни извори код којих је светлосна јачина у свим правцима иста. Они

светлосни извори код којих је светлосна јачина у свим правцима иста називају се униформни светлосни извори. Природни униформни извор светлости је Сунце.

Јединица за светлосну јачину је кандела (cd) или свећа.

Осветљај

Осветљај E површине dS јесте густина светлосног флуksа $d\Phi$ на њој. Ова величина је дефинисана као однос светлосног флуksа и величине осветљене површине.

$$E = d\Phi/dS \quad (5)$$

Јединица осветљаја је лукс (lx).

Осветљај од 1 лукса има површину од 1 m ако је обасјана светлосним флуksом од 1 lm.

$$1lx = 1lm/m^2 \quad (6)$$

Бљесак (Луминација)

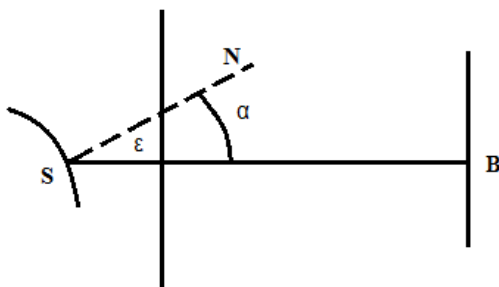
Извор светлости није тачкасти извор, већ има облик неког геометријског тела одређене површине. Због таквог облика јачина светлости није подједнака у свим правцима.

Бљесак је дефинисан као однос између светлосне јачине извора светлости у том правцу и привидне површине S извора светлости које око види (слика 12).

Бљесак или луминација дефинисана је једначином:

$$B = I\alpha/S \quad (7)$$

α – је угао између нормале на површину извора светлости и зрака у правцу ока



Слика 12. [3]

Јединица бљеска је НИТ (nt) или Cd/m. Извор светлости има јединицу бљеска; ако одаје светлосну јачину од 1 cd са сваког 1 m. [3]

4. ЕЛЕКТРИЧНИ ИЗВОРИ СВЕЛОСТИ

После првих експеримената за добијање електричне струје хемијским путем, велики број научника и проналазача почео се бавити проналажењем вештачког извора светлости који би електричну енергију претварао у светлосну. Поред експеримената са електричним луком, било је у другој половини 19.века више покушаја да се изради електрична сијалица са усијаним влакном. Касније су истраживачи ишли и другим правцима, па данас располажемо са неколико група савремених електричних извора светлости. То су:

- електричне сијалице са ужареним металним влакном,
- електричне сијалице са металним парама,
- флуоресцентне цеви (сијалице) и цеви са гасом,
- светлеће цеви (сијалице).

Електрични извор светлости, кога можемо назвати заједничким именом електрична сијалица, има карактеристике о којима водимо рачуна приликом избора и уградње.

Основни електрични подаци за сваку сијалицу су називни напон и називна снага. поред ових података, важне су и следеће карактеристике: називна струја, укупан светлосни флукс, крива расподеле светлосне јачине, време трајања, механичке димензије и др. податак о времену трајања сијалице говори о времену после кога сијалица изгуби 20 % од почетног флукса. [3]

4.1 СИЈАЛИЦЕ СА УЖАРЕНИМ МЕТАЛНИМ ВЛАКНОМ

Електричну сијалицу са усијаним влакном (слика 13), која се практично могла применити, пронашао је познати амерички научник и проналазач Томас Едисон. Године 1879. он је конструисао сијалицу по конструкцији врло сличну данашњој, са угљеним влакном и једносмерним струјним напајањем.

На високој температури угљено влакно се у несавршеном вакуму стакленог звона (из звона је извучен ваздух да влакно не би прегорело) полако распада и постепено затамњује унутрашњу страну стакленог звона. Временом сијалица при истој потрошњи електричне енергије даје све мање и мање светлосне јачине.

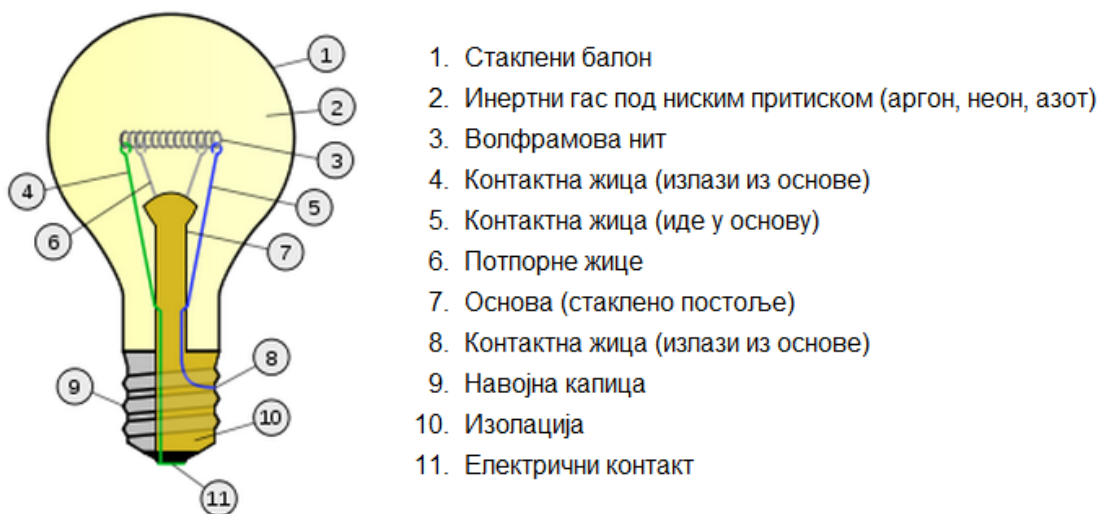
У жељи да нађу материјал који би издржао вишу температуру од угљеног влакна, научници су експериментисали с влакнима од осмијума, тантала и волфрама. Волфрам се показао као најприкладнији и зато се данас за сијалице са усијаним влакном употребљава искључиво волфрам.

Принцип рада сијалице са усијаним влакном је прост и био је познат и раније. Ако се кроз влакно одређеног отпора пропусти електрична струја, проводник ће се постепено загревати и када достигне температуру од 500°C , почеће да светли. Загрејан до температуре од 1500°C светли жутом бојом, а на 2500°C светли белом бојом. [3]

Жарна нит сијалице може се посматрати као црно тело и зато су видљиви светлосни зраци само део од укупне енергије коју зрачи загрејано црно тело. Са следећег

дијаграма може се видети расподела енергије у спектру зрачења црног тела при различитим температурама. Из дијаграма се види да црно тело зрачи претежно електромагнетне таласе мале таласне дужине (400-760 nm, видљиви зраци) ако је његова температура врло висока (6000 K). Сијалица би имала најбољи степен корисног дејства ако би се њена жарна нит могла загрејати до те температуре. У природи не постоје материјали који би могли издржати овако високу температуру без промене агрегатног стања и зато је могуће произвести сијалице у којима се жарна нит загрева од 2100-2500 K. Последица овога је да већи део енергије бива претворен у топлотну, а само мали део (4-8 %) у светлосну енергију.

Данас се за израду металне нити употребљава волфрам због врло високе тачке топљења (3650 K). Метална нит се спирализује, у неким сијалицама и два пута, чиме се повећава радна површина металног влакна и постижу бољи резултати. [3]



Слика 13. Сијалица са ужареним влакном [3]

На слици 13. приказан је цртеж сијалице са усијаним влакном. Танак проводник великог отпора (сијалично влакно или жарна нит) постављен је на држаче причвршћене за електроде преко којих је спојен с металном чахуром и плочом и даље с мрежом. Сви делови сијалице смештени су у стаклени балон на чији је доњи део причвршћена чахура са лозом. Разликујемо више облика балона, и то: куглу, крушку, печурку, конус, капљицу, елипсоид, свећу и цев.

Према начину израде и конструкцији, сијалице са усијаним влакном деле се на:

- сијалице са вакумом,
- сијалице пуњене гасом,
- специјалне сијалице.

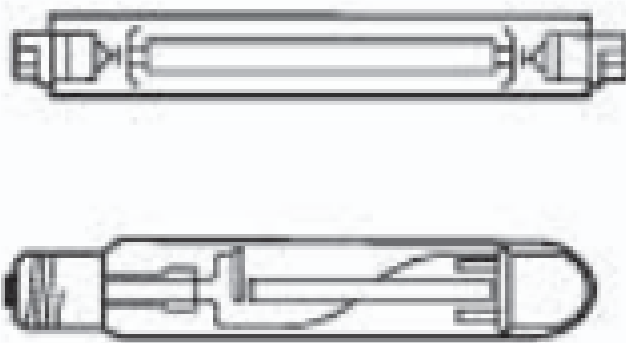
Сијалице са вакумом су крушкастог облика снаге од 5-60 W. Да би се спречила оксидација металне нити, из балона је исцрплен ваздух. Сијалице испуњене гасом имају стаклени балон у облику лопте, а израђују се за снаге од 25 W-2000 W. Унутрашњост балона је испуњена инертним гасом аргоном или криптоном. Сијалице испуњене аргоном имају велики бљесак, па се по потреби површина балона матира или боји одговарајућом

бојом. Специјалне сијалице чија је нит изграђена од угљеног влакна, данас се ретко користи. Оне су отпорне на удар, и доскора су употребљаване на бродовима и железници.

Радни век сијалица са ужареним влакном је око 1000 часова. После овог времена светлосни флуks сијалице опада за више од 20 процената. [3]

4.2 СИЈАЛИЦЕ ИСПУЊЕНЕ МЕТАЛНИМ ПАРАМА

Поред термичких извора светлости, који за свој рад условљавају повишење температуре, постоје и извори светлости код којих се један вид енергије директно претвара у светлосну без повишења температуре светлећег тела. Ова појава се у физици назива луминисценција, па су и извори светлости који раде на овом принципу названи луминисцентни извори светлости (слика 14). Луминисценција изазива цео низ различитих процеса. Појаве се разликују према врсти процеса и обележавају посебним именом. За вештачке изворе светлости посебно су значајни електролуминисценција и флуоресценција.



Слика 14. Натријумове сијалице [3]

Електролуминисценција је процес код кога се јавља светлост приликом проласка електрицитета кроз паре и гасове. Флуоресценција је појава која се јавља када предмет осветљен једном светлошћу почиње сам да светли другом и светли све док траје примаран извор светлости. Овај принцип примењен је код израде флуоресцентних цеви. [3]

4.2.1 ПРИНЦИП РАДА СИЈАЛИЦА КОЈЕ СУ ИСПУЊЕНЕ МЕТАЛНИМ ПАРАМА

Сијалице испуњене металним парама раде на принципу електролуминисценције. То је појава која се манифестује тако што у моменту проласка електричне струје кроз средину са металним парама ова средина почиње да зрачи видљиве светлосне радијације.

Основни елеменат ових сијалица је стаклена цев (жижак) испуњена основним и карактеристичним пуњењем. Основно пуњење је племенити гас: неон или аргон, а карактеристично је да се пуни живом или натријумом. Жива и натријум се употребљавају због ниске тачке топљења.

На крајевима стаклене цеви уграђене су електроде од оксида метала. Основна стаклена цев смештена је у већи стаклени балон из кога је извучен ваздух. Балон је, у ствари, топлотни изолатор који треба да спречи хлађење основне цеви, јер је за њен рад потребна висока температура. Када се оваква сијалица прикључи на извор наизменичне струје, долази до јонизације средине у жишку и почиње пражњење кроз гасове. Услед пражњења развија се топлота и ситне капи живе или натријума код температуре од 200°C испаравају. Са испаравањем ситних капи метала полако се мења и боја светлости и поприма карактеристичну боју. Истовремено престаје пражњење струје кроз основно пуњење и наставља се само кроз пару карактеристичног пуњења (живу или натријум).

Боја светлости сијалица испуњених металним парама је монохроматска (једнобојна). Код сијалица пуњених живом, као карактеристичним пуњењем, боја је плава или ултраљубичаста, а код натријумове сијалице је светлост жута. Због ових карактеристика, примена ових сијалица је ограничена на она места где се не тражи распознавање боја, али где је потребно на великој радној површини постићи велики осветљај, нпр. путеви, друмови, железничке станице и др.

Одлучујући разлог за употребу ових сијалица је њихова велика економичност. Специфична производња ових сијалица је 3-4 пута већа од сијалица са усијаним влакном. Радни век им је знатно дужи од сијалица са ужареним влакном и износи 3000 сати, без обзира на број укључења. Такође им се у току рада флукс не мења са променом напона мреже шти их чини још ефикаснијим.

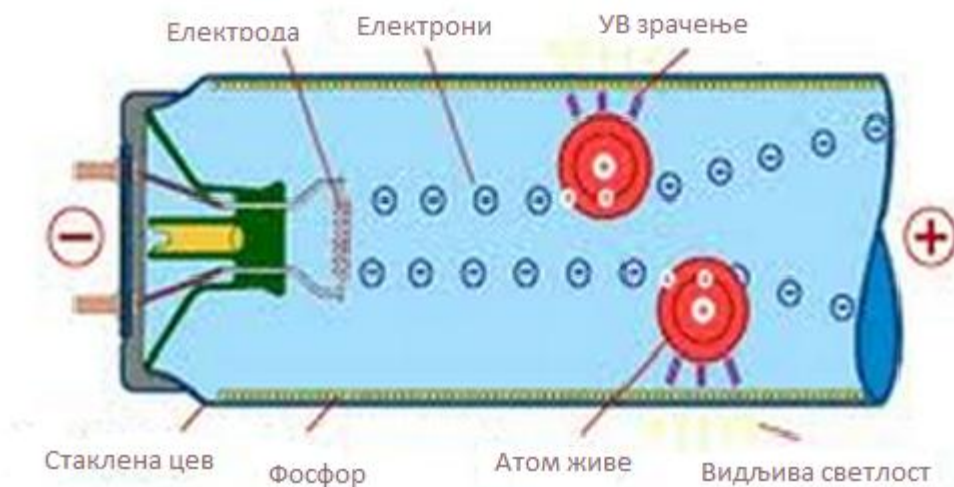
После искључења из рада, сијалицу са живином паром није могуће одмах поново укључити. Потребно је сачекати да се жива охлади и кондезује. Процес паљења траје 1-5 минута. [3]

4.3 ФЛУОРЕСЦЕНТНЕ СИЈАЛИЦЕ

Живина сијалица ниског притиска, познатија као флуоресцентна сијалица израђена је најчешће у облику дугачке стаклене цеви на чијим се крајевима налазе две електроде E1 и E2. Са унутрашње стране стаклена цев је пресвучена танким слојем флуоресцентног праха а цев је испуњена аргоном и малом количином живе. [3]

Принцип рада флуоресцентне цеви приказан је на слици 15. Када се електроде прикључе на наизменични напон преко одговарајућег стартера, почиње њихово загревање и емисија електрона. Аргон се јонизује под нижим напонима и на нижој температури од живе и зато после примарне емисије електрона са ужарених електрода долази прво до јонизације аргона. Услед јонизације аргона и протицања струје, цев се загрева и жива у цеви испарава. Називни рад цеви почиње после испаравања живе. Електрони емитовани са тренутно негативне електроде крећу се кроз живину пару и на том путу се сударају са атомима живе. При овим сударима јављају се три карактеристична случаја:

1. Услед мале брзине електрон мења само правац кретања.
2. Брзина електрона је толика да он привремено избија електрон из састава атома живе. Избачени електрон једно време осцилује око стабилног енергетског нивоа и при томе настаје емисија светлосних ултраљубичастих таласа дужине 253,7 nm.



Слика 15. Принцип рада флуоресцентне цеви [3]

3. Брзина електрона је толика да и избијени електрон атома има потребну кинетичку енергију да се не враћа у састав атома, већ креће према аноди.

Овако добијене ултраљубичасте радијације у износу од 96 % од укупног зрачења сијалице биле би у потпуности апсорбоване у стаклу цеви. Без флуоресцентног праха нанетог са унутрашње стране, сијалица не би светлела.

Под дејством ултраљубичастих таласа флуоресцентни прах, нанесен на унутрашњу страну стаклене цеви, почиње да светли мирном пријатном светлошћу. Користећи различите мешавине флуоресцентног праха, може се добити жељена боја без употребе филтра у боји.

Флуоресцентне сијалице-цеви раде се у облику стаклене цеви, и то у дужинама од 225-1500 mm, пречника од 15,8-54 mm и снаге од 6-100 W.

Време трајања флуоресцентних сијалица дефинисано је као време после кога светли преко 50 % истовремено укључених сијалица. Ово време зависи од више фактора као нпр. притисак у сијалици, чистоћа живе и гаса, квалитет луминатора, број укључења, неисправни starter, неисправна пригушница или нижи напон мреже.

Температура околине знатно утиче на рад флуоресцентних сијалица, и то тако што се произведени светлосни флукс осетно смањује, ако је површинска температура сијалице изван дијапазона 30-50 °C. За више температуре флукс линеарно опада, а за ниже опадање је осетније и на 0 °C флукс је свега 15 % од максималног. [3]

4.4 КОМПАКТНА ФЛУОРЕСЦЕНТНА СВЕТИЉКА (ШТЕДЉИВА СИЈАЛИЦА)

Претходница данашње компактно флуоресцентне сијалице (слика 16), познате још под називом штедљива сијалица је сијалица из 1890-тих година коју је изумео Петар Купер Хевит. Хевитова сијалица је употребљавана у фотографским студијама и индустрији. Неколико деценија касније група научника патентирали су тзв. светиљку са паром под високим притиском. Џорџ Инман је у сарадњи са Џенерал електриком направио је практичну флуоресцентну светиљку 1938.године која је касније била и патентирана. Данашњу компактно флуоресцентну светиљку, изумео је Ед Хамер као одговор на нафтну кризу 1973 године. И као таква флуоресцентно компактна сијалица је почела да се производи те примењује за широку употребу. [8]

4.4.1 Конструкција компактно флуоресцентне сијалице

Најважнији технички напредак у односу на класичне флуоресцентне сијалице, био је замена електромагнетног баласта са електронским баластом, који је остранио већину трептања те спорог паљења, карактеристично та флуоресцентне сијалице. Главна два дела сијалице су: гасом напуњена цев те баласт.

Електрична струја из баласта долази до гаса где проузрокује емитовање ултравиолетног светла. Ултравиолетно светло затим узбуди фосфорни слој унутар цеви, који почне да емитује видљиву светлост. Електронски баласт садржи мали електронички круг (исправљач, филтер, транзистор),прикључен на резонантни високо-фреквентни (40 kHz) претварач. Код стандардних компактно флуоресцентних сијалица, пошто претварач настоји да стабилизује струју светиљке, а самим тим и произведену светлост, за распон улазног напона ове светиљке нису погодне за континуалну регулацију јачине светлости од нуле па до пуне светлости светиљке. [8]

Разликујемо, интегрисане компактно флуоресцентне сијалице и неинтегрисане компактно флуоресцентне сијалице. Код интегрисаних компактно флуоресцентних сијалица баласт и цев представљају један део па отуда им назив интегрисане и оне имају навојни прикључак који може да се директно уврне у сијалична грла класичних сијалица.

Неинтегрисане компактно флуоресцентне сијалице имају посебно замењливу сијалицу и перманентно инсталирани баласт. Стартер је обично смештен у бази саме сијалице.Собзиром да је баласт смештен у самом сијаличном грлу (кућишту), он је већи и трајнији у поређењу са баластом интегрисаних компактно флуоресцентних сијалица. Из тог разлога само кућиште је доста скупље али и напредније је израде јер нуди мање треперења, брже паљење, регулацију светлости и др. [8]



Слика 16. Компактна флуоресцентна светиљка са навојем[8]

Постоје неколико проблема око конструкције компактно флуоресцентних сијалица:
-**ВЕЛИЧИНА.** Количина светлости емитована од компактно флуоресцентне сијалице је пропорционална величини фосфорне површине, што значи да су сијалице са већом снагом веће од еквивалентних класичних сијалица. Због тога често сијалице овога типа не могу да стану у елемент (лустер) у којем смо имали класичну сијалицу. [8]

-**РЕГУЛАЦИЈА.** Код велике већине компактно флуоресцентних сијалица не постоји могућност регулације јачине светлости. Само мали број ових сијалица имају ту могућност.

-**ХЛАДНА СВЕТОСТ.** Компактно флуоресцентне сијалице производе тзв.хладну светлост. Која је непријатна за човеково око и расположење. Код ових сијалица и при сниженој јачини светлости, емитовање хладне светлости остаје. Ово је у супротности са осталим изворима светлости, као што су Сунце или класичне сијалице, где боја светлости постаје топлија са смањењем јачине (интезитета) светлости. Тестирање емоционалног реаговања код људи на пригушену хладну светлост, показују да таква светлост делује одвратно хладно, чак и злокобно.

-**СПОРО ПОСТИЗАЊЕ ПУНОГ ОСВЕТЉЕЊА.** Пуна јачина светлости из компактно флуоресцентних сијалица постиже се тек након дужег времена (и до 3 минута). На самом почетку када се укључи компактно флуоресцентна сијалица ниво светлости може да буде чак и упола мањи од нормалног пуног нивоа. На другој страни, класичним сијалицама је потребно само око 0,1 секунда.

-**ИНФРАЦРВЕНО ЗРАЧЕЊЕ.** Емисија инфрацрвених сигнала од стране компактно флуоресцентних сијалица може да омета направе за даљинско управљање, нпр.код

радија, телевизије, као и на мобилне телефоне и др. Стога је употреба у таквим случајевима доста ограничена.

-БРУЈАЊЕ. Као већина флуоресцентних светиљки тако и компактно флуоресцентна светиљка може да емитује звук у облику брујања. Посебно у мирним собама то може да буде доста непријатно и узнемиравајуће.

-РАД НА НИСКИМ ТЕМПЕРАТУРАМА. Компактно флуоресцентне сијалице нису предвиђене за рад на ниским температурама околине.

-УЛТРАВИОЛЕТНО ЗРАЧЕЊЕ. Компактно флуоресцентне сијалице могу да оштете, покваре разне материјале, као што су зидна боја, текстилни материјал и друге ствари које су осетљиве на ултравиолетну светлост. Ултравиолетно зрачење је штетно и за човека ако је он изложен овом зрачењу дужи временски период. [8]

5. Оправданост употребе штедљиве сијалице

Сијалице са ужареним влакном тзв. класичне сијалице, се полако повлаче у ЕУ и уступају место тзв. штедљивим сијалицама. Али да ли су и колико овакве сијалице стварно штедљиве, да ли мање загађују околину и који је њихов еколошки аспект?

Постоји низ чињеница на основу којих се може закључити да ли је оправдано коришћење штедљивих сијалица или не? У даљем тексту биће дате само неке од чињеница са аспекта уштеде енергије, економичности и екологије. [9]

Базичне чињенице:

- Климатске промене су евидентне.
- Постоји реална потреба за смањењем индивидуалне потрошње електричне енергије, у циљу смањења глобалне емисије CO₂.
- Флуоресцентни извори светлости енергетски су ефикаснији од класичних (сијалица са жареном нити) извора светлости (lm/W).
- Јавност није довољно упозната са свим аспектима везаним за употребу компактно-флуоресцентних сијалица, односно укупан енергетски, еколошки и здравствени биланс њиховог коришћења.

Од осталих чињеница, најбитније су:

1. Ресурси потребни за производњу.
2. Светлосни флукс (јачина светлосног зрачења).
3. Уштеда енергије.
4. Могућност замене класичних сијалица компактно флуоресцентним.
5. Квалитет светлости.
6. Радни век сијалица.
7. Рециклажа.
8. Утицај на природну средину.
9. Цена.

5.1 Ресурси потребни за производњу

-Утрошак енергије за производњу штедљиве компактно флуоресцентне сијалице је, према различитим изворима, од 6 до 40 пута већи у односу на класичне сијалице, а самим тим већа је емисија CO₂ у атмосферу. [9]

-За производњу класичне сијалице (слика 17) потребни су само:

1. стакло,
2. лим,
3. бакар,
4. калај,
5. волфрам.



Слика 17. Класична сијалица[9]

-За производњу компактно флуоресцентне сијалице (слика 18) потребни су:

1. стакло, 2. лим, 3. бакар,
4. калај, 5. жива, 6. олово,
7. антимон, 8. баријум,
9. арсен, 10. итријум,
11. јединјенја фосфора,
12. цинк-берилијум -силикат,
13. кадмијум бромид,
14. једињења ванадијума,
15. торијум, 16. пластика.



Слика 18. Компактно флуоресцентна сијалица[9]

5.2 Светлосни флуks (јачина светлосног зрачења)

Компактно флуоресцентне сијалице имају светлосну ефикасност од 60-72 lm/W, док сијалице са ужареним влакном од 8-17 lm/W. То значи да компактно флуоресцентне сијалице претварају електричну енергију у светло пет пута брже од сијалица са ужареним влакном. [9]

5.3 Уштеда енергије

Гледано на годишњем нивоу, уштеда енергије која се добије коришћењем компактно флуоресцентних у односу на сијалицу са ужареним влакном уз једнаку количину светлости коју дају је вишеструка.

Сијалица са ужареним влакном	Компактно флуо.сија.	Уштеда
60(W)	15(W)	180(kW/h)
75(W)	20(W)	220(kW/h)
100(W)	25(W)	300(kW/h)

Напомена: Подаци су дати под претпоставком да сијалица ради 4000 сати годишње. [9]

5.4 Могућност замене класичних сијалица компактно флуоресцентним

Компактно флуоресцентне сијалице нису прикладне за коришћење у светиљкама са лошом вентилацијом (затвореним плафоњерама и зидним светиљкама и неким полуотвореним светиљкама) због осетљивости интегрисане електронике на високе температуре. Може се рећи да 50% светиљки у домаћинствима није прикладно за компактно флуоресцентне сијалице (слика 19), те забрана класичних сијалица изискује додатне трошкове куповине нових светиљки. [9]

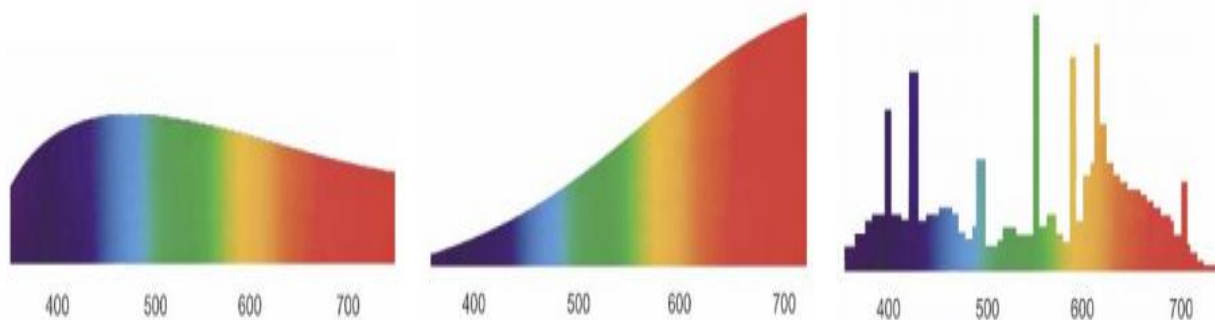


Слика 19. Савети при замени класичних сијалица компактно флуоресцентним[9]

5.5 Квалитет светлости

Квалитет светлости класичних сијалица супериоран је у односу на све остале вештачке изворе светлости. Разлог томе лежи у континуалном спектру, који светлост ових извора чини најприближнијим сунчевој светлости на коју је људско око адаптирано током милиона година еволуције. [9]

Неконтинуалност спектра код компактно флуоресцентне сијалице (слика 20) има за последицу немогућност разликовања финијих нијанси боја. Индекс репродукције боја и најквалитетнијих компактно флуоресцентних сијалица и даље је неадекватан у стамбеним просторима за дужи боравак, због могућег стварања непријатне атмосфере у просторији, изобличења боја људске коже, боја материјала у ентеријеру, хране, одеће и сл.



Слика 20. Квалитет светлости: дневна светлост, инкандесцентна сијалица, компактна флуоресцентна сијалица [9]

5.6 Радни век сијалица

Просечан радни век компактно флуоресцентних сијалица је од 6000-15000 сати, а просечан радни век класичних сијалица је од 750-1000 сати, што је отприлике 8-15 пута дужи век трајања компактно флуоресцентних сијалица. Међутим, декларисани радни век компактно флуоресцентних сијалица реалан је само у идеалним условима: 2,7 сати рада дневно, циклуси од 60 минута рада и 90 минута искључења. У стварности више од 50% компактно флуоресцентних сијалица реномираних брендова откаже пре истека декларисаног броја радних сати. А код сијалица јефтинијих брендова радни век је још краћи (у пракси свега 2000-3000 сати).

Честа паљеањ и гашења компактно флуоресцентних сијалица значајно скраћују њен радни век. Инсталација компактно флуоресцентних сијалица у слабо вентилиране светилке драстично скраћује њен радни век. [9]

5.7 Рециклажа

-Трошкови рециклаже једне компактно флуоресцентне сијалице крећу се, према различитим изворима, од 0.30 до 1.00 евра.

-Рециклажа компактно флуоресцентних сијалица није економски исплатива и врши се само у сврху безбедног одлагања живе.

-У Србији (и великој већини земаља у свету) не спроводи се рециклажа компактно флуоресцентних сијалица, те жива из сијалица завршава на депонијама смећа, а одатле у подземним водама, речним токовима и, на крају, у ланцу људске исхране. Ово може имати несагледиве последице у случају омасовљења коришћења компактно флуоресцентних сијалица. [9]

5.8 Утицај на природну средину

Собзиром да је један од саставних делова компактно флуоресцентне сијалице и жива (слика21), постоје велики проблем око одлагања исте. Жива је изузетно токсичан елемент, али и неизбежни састојак сваке компактно флуоресцентне сијалице у количинама до (дозвољених) 5 mg. Квалитетне сијалице реномираних произвођача садрже мање живе (1-2 mg.), али су оне значајно скупље. реалност је да ће већина конзументата, примораних на куповину компактно флуоресцентних сијалица услед забране класичних сијалица, одлучивати за јефтиније варијанте-са већим садржајем живе. [9]

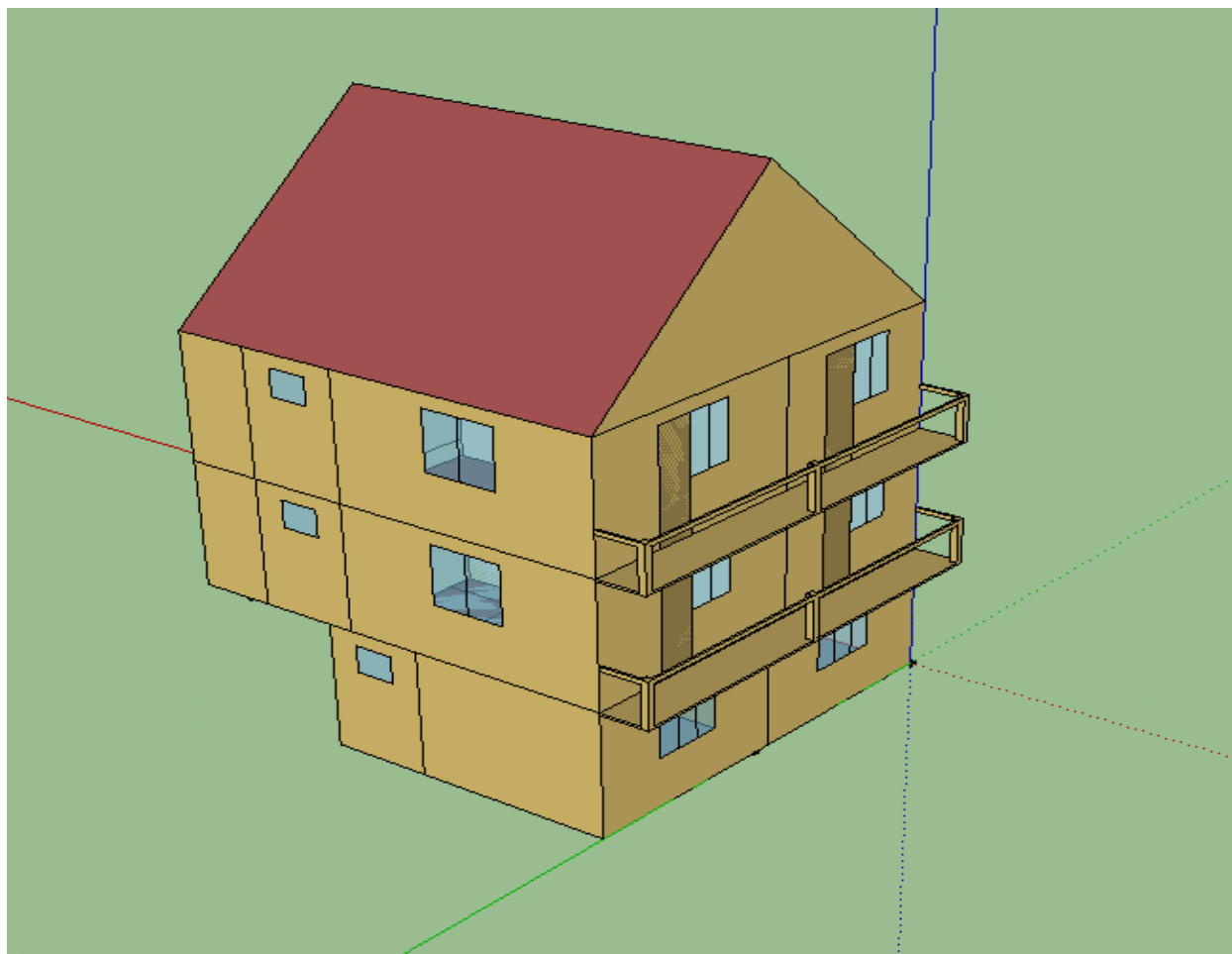


Слика 21. Жива[9]

6. Прорачун утрошене електричне енергије на осветљење

За прорачун је узета кућа (слика 22) укупне површине $A = 216 \text{ m}^2$.

Број просторија као и укупна површина датих просторија приказана је у табели 1.



Слика 22. Изометријски изглед куће

Назив просторије	Број просторија у кући	Укупна површина просторија [m^2]
Дневна соба (ДС)	3	63
Спаваћа соба (СС)	5	70
Купатило (КУП)	3	17
Ходник (ХОД)	5	37
Гаража (ГА)	1	20
Степениште (СТ)	2	9

Табела 1. Приказ броја просторија са њиховом укупном површином у кући

Потрошња електричне енергије [kWh] као и цена за утрошену електричну енергију по месецима приказани су табеларно (табела 2.) и графички (график 1. и 2.)

Месец	Потрошња ел. ен. [kWh]	Цена у динарима
Јануар	981	6.019,00
Фебруар	857	5.417,00
Март	945	5.836,00
Април	1050	7.856,00
Мај	851	6.542,00
Јун	721	4.905,00
Јул	763	5.365,00
Август	950	7.123,00
Септембар	1037	7.766,00
Октобар	1001	7.125,00
Новембар	876	6.730,00
Децембар	1095	8.132,00
Σ	11.127,00	78.816,00

Табела 2. Годишња потрошња електричне енергије у kWh

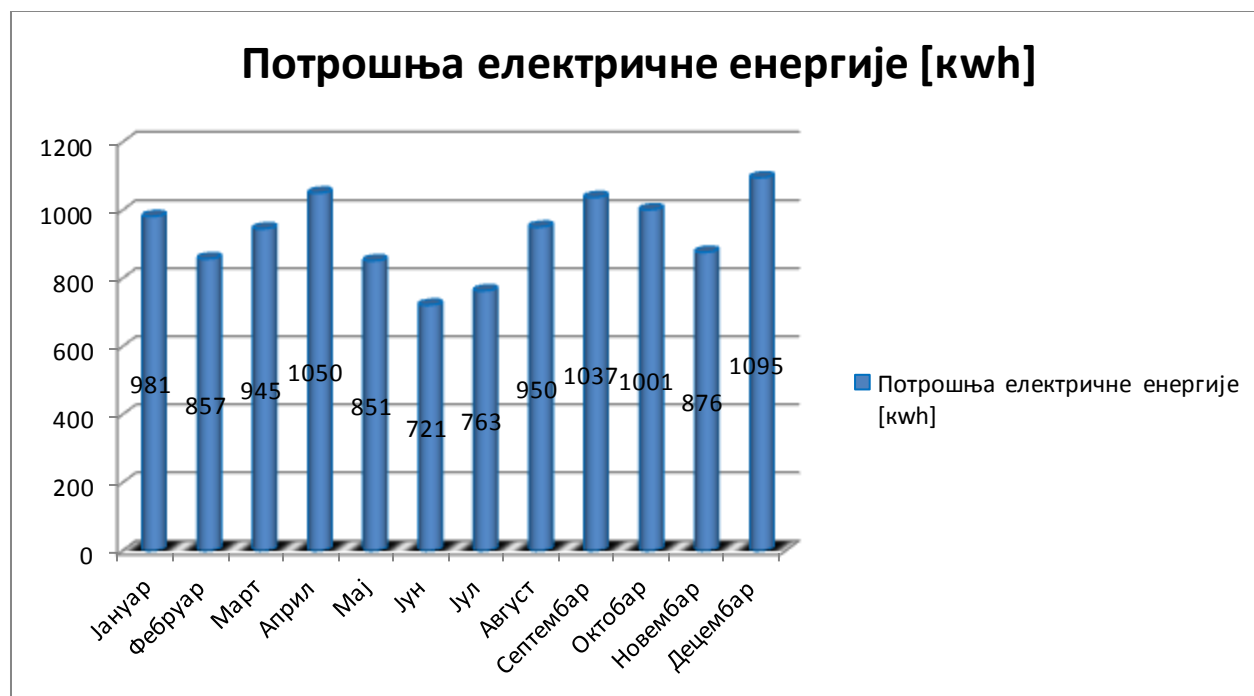


График 1. Годишња потрошња електричне енергије [kWh]

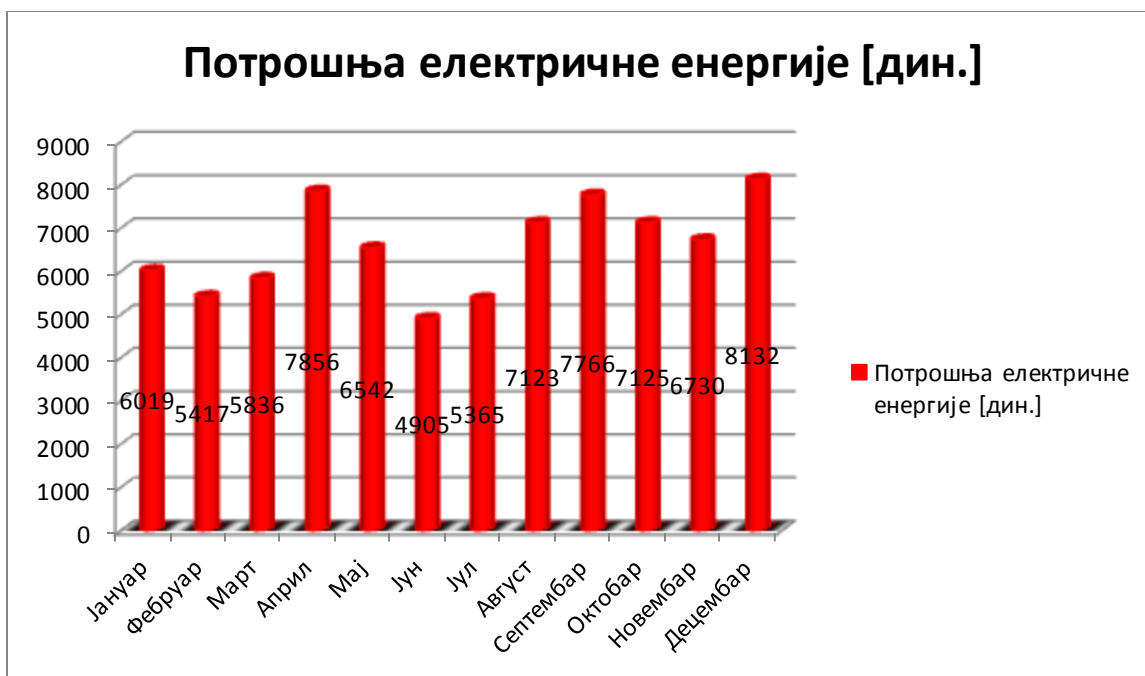


График 2. Годишња потрошња електричне енергије [дин.]

6.1 Осветљење у кући

У кући су инсталиране само сијалице са ужареним метелним влакном, различитих снага: 40W, 60W, 75W, 100W (табела 3). Нема флуоресцентно компактних светилки (штедљиве сијалице).

Назив просторија	Број сијалица одређених снага			
	100W	75W	60W	40W
Дневна соба	2	2	2	/
Спаваћа соба	1	4	4	/
Купатило	/	2	1	3
Ходник	3	2	/	/
Степениште	/	2	/	/
Гаража	1	/	/	/
Балкон, тераса	4	/	/	/
Σ	11	12	7	3

Табела 3. Број сијалица по просторији

6.2 Потрошња електричне енергије на осветљење у летњем периоду [kWh]

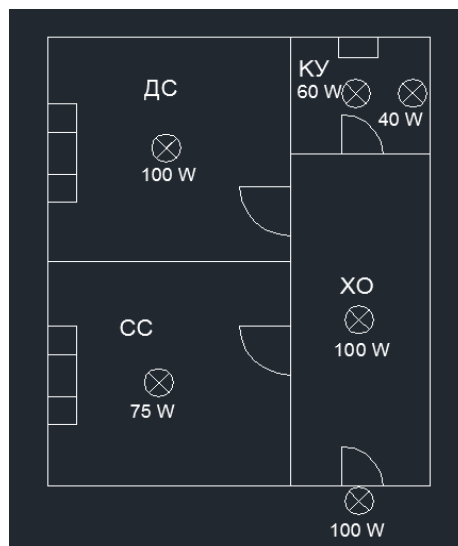
Ако узмемо да дневни рад сијалице по просторијама у току летњег периода износи:

-дневна соба-	4,5 h
-спаваћа соба-	2 h
-ходник-	4,5 h
-купатило-	2 h
-степениште-	1 h
-гаража-	2 h
-балкон-	4,5 h
-тераса-	1 h

Онда дневна потрошња електричне енергије на осветљење у летњем периоду по етажама износи:

СУТЕРЕН (слика 23.):

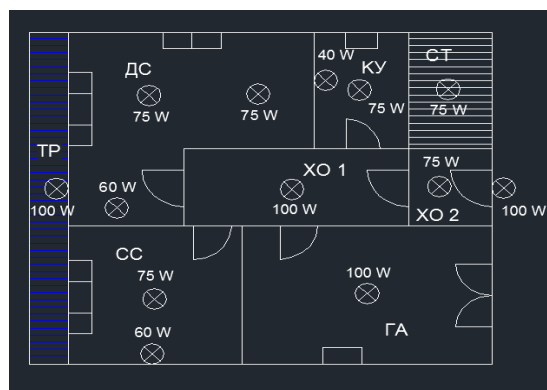
	$Q_{psl} \times T_{hl} = Q_{els.h}$
-дневна соба-	100 W x 4,5 h = 450 Wh
-спаваћа соба-	75 W x 2 h = 150 Wh
-ходник-	100 W x 4,5 h = 450 Wh
-купатило-	60 W x 2 h = 120 Wh
-балкон-	100 W x 4,5 h = 450 Wh
	<u>Σ 1620 Wh</u>



Слика 23. Сутерен

ПРИЗЕМЉЕ (слика 24.):

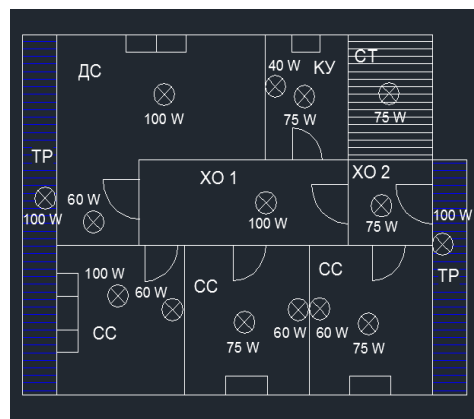
	$Q_{ppl} \times T_{hl} = Q_{elp.h}$
-дневна соба-	2 x 75W x 4,5h = 675Wh
-спаваћа соба-	75W x 2h = 150Wh
	60W x 1 = 60Wh
-ходник 1-	100W x 4,5h = 450Wh
-ходник 2-	75W x 1h = 75Wh
-купатило-	75W x 2h = 150 Wh
-степениште-	75W x 1h = 75 Wh
-гаража-	100W x 2h = 200 Wh
-балкон-	100W x 4,5h = 450 Wh
-тераса-	100W x 1h = 100 Wh
	<u>Σ 2385 Wh</u>



Слика 24. Приземље

СПРАТ (слика 25.):

	$Q_{pspl} \times T_{hl} = Q_{elsp.h}$
-дневна соба-	100 W x 4,5 h= 450 Wh
	60 W x 4,5 h= 270 Wh
-спаваћа соба-	100 W x 2 h= 200 Wh
	60 W x 1 h= 60 Wh
	2 x 75 W x 2 h= 300 Wh
-ходник 1-	100 W x 4,5 h= 450 Wh
-ходник 2-	75 W x 1 h= 75 Wh
-купатило-	75 W x 2 h= 150 Wh
-степениште-	75 W x 1 h= 75 Wh
-тераса-	100 W x 1 h= 100 Wh
	Σ 2130 Wh



Слика 25. Спрат

Из свега приказаног, можемо израчунати дневну потрошњу електричне енергије на осветљење у летњем периоду:

$$Q_{els.h} + Q_{elp.h} + Q_{elsp.h} = Q_{uld} \\ 1620 \text{ Wh} + 2385 \text{ Wh} + 2130 \text{ Wh} = 6135 \text{ Wh} = 6,135 \text{ kWh.} \quad (8)$$

На месечном нивоу потрошња електричне енергије на осветљење у летњем периоду је:

$$Q_{ulm} = Q_{uld} \times 30 = 6135 \text{ Wh} \times 30 = 184.050 \text{ Wh} = 184,05 \text{ kWh.} \quad (9)$$

За цео летњи период потрошња електричне енергије на осветљење је:

$$Q_{ul} = Q_{uld} \times 91 = 6135 \text{ Wh} \times 91 = 558.285 \text{ Wh} = 558,285 \text{ kWh.} \quad (10)$$

6.3 Потрошња електричне енергије на осветљење у летњем периоду [дин.]

Уколико узмемо средњу цену за електричну енергију (једнотарифно бројило, зелена и плава зона):

$$(4,386 + 6,578)/2 = 5,482 \text{ дин./ kWh,}$$

добиамо да је дневно за електричну енергију при осветљењу потребно издвојити:

$$Tr_{dl} = Q_{uld} \times 5,482 \text{ дин./ kWh} = 6,135 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./ kWh} = 33,63 \text{ дин.} + 18\% = 39,69 \text{ дин.} \quad (11)$$

На месечном нивоу за утрошену електричну енергију при осветљењу потребно је издвојити:

$$Tr_{ml} = Q_{ulm} \times 5,482 \text{ дин./ kWh} = 184,05 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./ kWh} = 1008,96 \text{ дин.} + 18\% = 1190,57 \text{ дин.} \quad (12)$$

За цео летњи период за утрошену електричну енергију на осветљење треба издвојити:

$$Tr_l = Q_{ul} \times 5,482 \text{ дин./ kWh} = 558,285 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./ kWh} = 3060,52 \text{ дин.} + 18\% = 3611,41 \text{ дин.} \quad (13)$$

6.4 Потрошња електричне енергије на осветљење у зимском периоду [kWh]

Ако узмемо да дневни рад сијалице по просторијама у току зимског периода износи:

-дневна соба-	7,5h (16h 30min – 24h)
-спаваћа соба-	3 h
-ходник-	7,5 h
-купатило-	2,5 h
-степениште-	1,5 h
-гаража-	3 h
-балкон-	7,5 h

Онда дневна потрошња електричне енергије на осветљење у зимском периоду по етажама износи:

СУТЕРЕН (слика 26.):

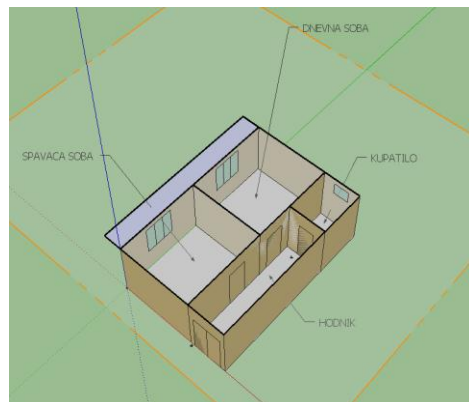
	$Q_{psz} \times T_{hz} = Q_{ezls.h}$
-дневна соба-	$100W \times 7,5h = 750 \text{ Wh}$
-спаваћа соба-	$75W \times 4h = 225 \text{ Wh}$
-ходник-	$100W \times 7,5h = 750 \text{ Wh}$
-купатило-	$60W \times 2,5h = 150 \text{ Wh}$
-балкон-	$100W \times 7,5h = 750 \text{ Wh}$
	$\Sigma 2625 \text{ Wh}$

ПРИЗЕМЉЕ (слика 27.):

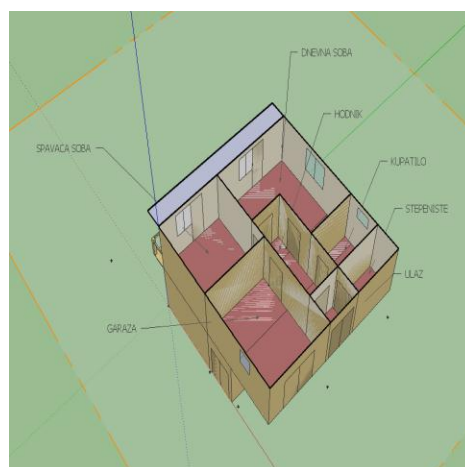
	$Q_{ppz} \times T_{hz} = Q_{ezp.h}$
-дневна соба-	$2 \times 75W \times 7,5h = 1125 \text{ Wh}$
-спаваћа соба-	$75W \times 3h = 225 \text{ Wh}$
	$60W \times 1 = 60 \text{ Wh}$
-ходник 1-	$100W \times 7,5h = 750 \text{ Wh}$
-ходник 2-	$75W \times 1,5h = 112,5 \text{ Wh}$
-купатило-	$75W \times 2,5h = 187,5 \text{ Wh}$
-степениште-	$75W \times 1,5h = 112,5 \text{ Wh}$
-гаража-	$100W \times 3h = 300 \text{ Wh}$
-балкон-	$100W \times 7,5h = 750 \text{ Wh}$
	$\Sigma 3622,5 \text{ Wh}$

СПРАТ(слика 28.):

	$Q_{pspz} \times T_{hz} = Q_{ezsp.h}$
-дневна соба-	$100W \times 7,5h = 750 \text{ Wh}$
	$60W \times 7,5h = 450 \text{ Wh}$

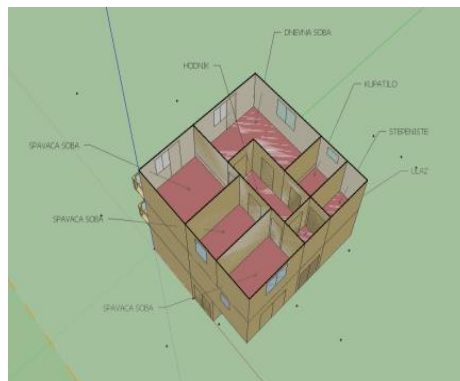


Слика 26. Сутерен



Слика 27. Приземље

-спавача соба-	100W x 3h= 300 Wh 60W x 1h = 60 Wh 2 x 75W x 3h= 450 Wh
-ходник 1-	100W x 7,5h= 750 Wh
-ходник 2-	75W x 1,5h= 112,5 Wh
-купатило-	75W x 2,5h= 187,5 Wh
-степениште-	75W x 1,5h= 112,5 Wh Σ 3172,5 Wh



Слика 28. Спрат

Из свега приказаног, можемо израчунати дневну потрошњу електричне енергије на осветљење у зимском периоду:

$$Q_{ezs.h} + Q_{ezp.h} + Q_{ezsp.h} = Q_{uzd} \\ 2625 \text{ Wh} + 3622,5 \text{ Wh} + 3172,5 \text{ Wh} = 9.420 \text{ Wh} = 9,42 \text{ kWh.} \quad (14)$$

На месечном нивоу потрошња електричне енергије на осветљење у зимском периоду је:

$$Q_{uzm} = Q_{uzd} \times 30 = 9420 \text{ Wh} \times 30 = 282.600 \text{ Wh} = 282,6 \text{ kWh.} \quad (15)$$

За цео зимски период потрошња електричне енергије на осветљење је:

$$Q_{uz} = Q_{uzm} \times 91 = 9420 \text{ Wh} \times 91 = 857.220 \text{ Wh} = 857,22 \text{ kWh.} \quad (16)$$

6.5 Потрошња електричне енергије на осветљење у зимском периоду [дин.]

Уколико узмемо средњу цену за електричну енергију (једнотарифно бројило, зелена и плава зона):

$$(4,386 + 6,578) / 2 = 5,482 \text{ дин./kWh,}$$

добиамо да је дневно за електричну енергију при осветљењу потребно издвојити:

$$Tr_{dz} = Q_{uzd} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 9,42 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 51,64 \text{ дин.} + 18\% = 60,94 \text{ дин.} \quad (17)$$

На месечном нивоу за утрошену електричну енергију при осветљењу потребно је издвојити:

$$Tr_{mz} = Q_{uzm} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 282,6 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 1549,22 \text{ дин.} + 18\% = 1828,08 \text{ дин.} \quad (18)$$

За цео зимски период за утрошену електричну енергију на осветљење треба издвојити:

$$Tr_z = Q_{uz} \times 5,482 \text{ дин./ kWh} = 857,22 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 4699,29 \text{ дин.} + 18\% = 5545,17 \text{ дин.} \quad (19)$$

6.6 Потрошња електричне енергије на осветљење за период пролеће/јесен [kWh]

С`обзиром да за пролећни/ јесењи период можемо узети да се подједнако утроши електричне енергије на осветљење, из тих разлога узећемо средњу вредност дневне потрошње електричне енергије у летњем и зимском периоду:

$$Q_{u(p/j)d} = (6135 \text{ Wh} + 9420 \text{ Wh}) / 2 = 7777,5 \text{ Wh} = 7,7775 \text{ kWh} \quad (20)$$

На месечном нивоу потрошња електричне енергије на осветљење у овом периоду је:

$$Q_{u(p/j)m} = Q_{uzd} \times 30 = 7777,5 \text{ Wh} \times 30 = 233.325 \text{ Wh} = 233,325 \text{ kWh}. \quad (21)$$

За цео период потрошња електричне енергије на осветљење је:

$$Q_{u(p/j)} = Q_{u(p/j)m} \times 91 = 7777,5 \text{ Wh} \times 91 = 707.752,5 \text{ Wh} = 707,752 \text{ kWh}. \quad (22)$$

6.7 Потрошња електричне енергије на осветљење у периоду пролеће/јесен [дин.]

Ако узмемо да је средња цена електричне енергије за један kWh, 5,482 динара онда добијамо да је на дневном нивоу потребно издвојити:

$$Tr_{d(p/j)} = Q_{u(p/j)d} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 7,7775 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 42,56 \text{ дин.} + 18\% = 50,22 \text{ дин.} \quad (23)$$

На месечном нивоу за утрошену електричну енергију при осветљењу потребно је издвојити:

$$Tr_{m(p/j)} = Q_{u(p/j)m} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 233,325 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 1279,1 \text{ дин.} + 18\% = 1509,34 \text{ дин.} \quad (24)$$

За цео период за утрошену електричну енергију на осветљење треба издвојити:

$$Tr_{u(p/j)} = Q_{u(p/j)} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 707,752 \text{ kWh} \times 5,482 \text{ дин./kWh} = 3879,89 \text{ дин.} + 18\% = 4578,28 \text{ дин.} \quad (25)$$

7. Укупно утрошена електрична енергија на осветљење за период од 01.01.2011.- 31.12.2011. године [kWh]

За дати временски период (график 3.), укупна потрошња електричне енергије на осветљење је:

$$Q_u = Q_{up} + Q_{ul} + Q_{uj} + Q_{uz} = 707,752 \text{ kWh} + 558,285 \text{ kWh} + 707,752 \text{ kWh} + 857,22 \text{ kWh} = 2831 \text{ kWh} \quad (26)$$

Процентуално гледано, од укупне утрошене електричне енергије на годишњем нивоу, на осветљење одпада:

$$Q_u / Q_r \times 100\% = (2831 \text{ kWh} / 11127 \text{ kWh}) \times 100\% = 25,44\%. \quad (27)$$

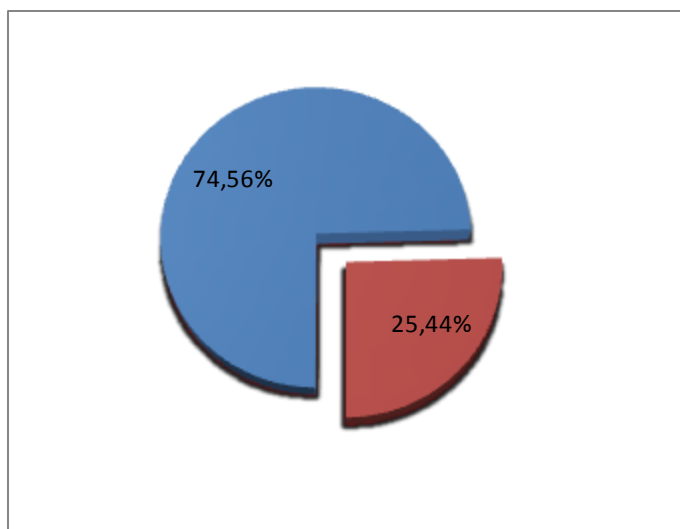


График 3. Процентуални удео утрошене електричне енергије на осветљења

8. Укупно утрошена електрична енергија на осветљење за период од 01.01.2011.- 31.12.2011. године [дин.]

За дати временски период, укупна потрошња електричне енергије на осветљење је:

$$Tr_u = Tr_p + Tr_l + Tr_j + Tr_z = 4578,28 \text{ дин.} + 3611,41 \text{ дин.} + 4578,28 \text{ дин.} + 5545,17 \text{ дин.} = 18313,14 \text{ дин.} \quad (28)$$

Процентуално гледано, од укупно утрошене електричне енергије на годишњем нивоу, на осветљење одпада:

$$Tr_u / Tr_r \times 100\% = (18313,14 \text{ дин.} / 78816 \text{ дин.}) \times 100\% = 23,24\%. \quad (29)$$

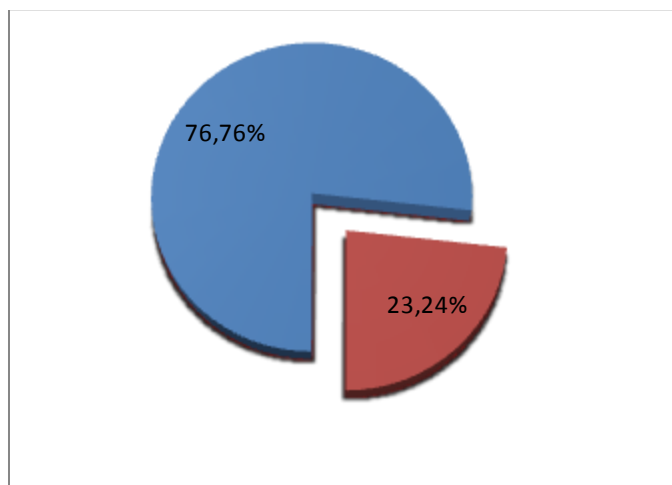


График 4. Процентуални удео утрошене електричне енергије на осветљења

9. Замена сијалица са ужареним металним влакном флуоресцентно- компактним сијалицама

За даљи прорачун узимамо из табеле 4. штедљиве сијалице произвођача „ General Electronic“ са постојећим карактеристикама и ценама

Тип сијалице произвођач	Облик сијалице	Снага [W]	Светлосна јач. [lum]	Радни век сија. [L]	Цена [дин.]
Са ужареним влакном General electronic	Крушкасти	75	940	1000	41,00
Са ужареним влакном Philips	Крушкасти	100	1100	1000	54,00
Штедљива сијалица General electronic	Крушкасти	9	400	8000	399,00
Штедљива сијалица General electronic	Спирални	12	550	8000	319,00
Штедљива сијалица General electronic	Спирални	15	750	8000	449,00
Штедљива сијалица General electronic	Спирални	20	1100	8000	449,00
Штедљива сијалица GP	Спирални	12	550	6000	520,00
Штедљива сијалица GP	Спирални	20	1100	6000	595,00
Штедљива сијалица Samoggji Electronic	Спирални	15	750	6000	368,00
Штедљива сијалица Samoggji Electronic	Спирални	20	1100	6000	398,00

Табела 4. Приказ неких врста сијалица са основним карактеристикама [10]

За даљи прорачун узимамо из табеле 4. штедљиве сијалице произвођача „ General Electronic“ са постојећим карактеристикама и ценама.

9.1 Прорачун потрошње електричне енергије на осветљење по замени сијалица са ужареним металним влакном, штедљивим сијалицама.

Из табеле 4. видимо да је светлосна јачина класичне сијалице од 75 W иста као и штедљиве сијалице од 15 W, па на основу тога закључујемо да је потрошња електричне енергије штедљивих сијалица за 5 пута мања од класичних сијалица (График 5.). Из тог разлога, укупна потрошња електричне енергије на осветљење по замени сијалица, биће:

$$Q_{uz} = Q_u / 5 = 2831 \text{ kWh} / 5 = 566,2 \text{ kWh} \quad (30)$$

Из истих разлога цена за утрошену електричну енергију по замени сијалица биће 5 пута мања од укупне цене за утрошену електричну енергију на осветљење.

$$Tr_{uz} = Tr_u / 5 = 18313,14 \text{ дин.} / 5 = 3662,62 \text{ дин.} \quad (31)$$

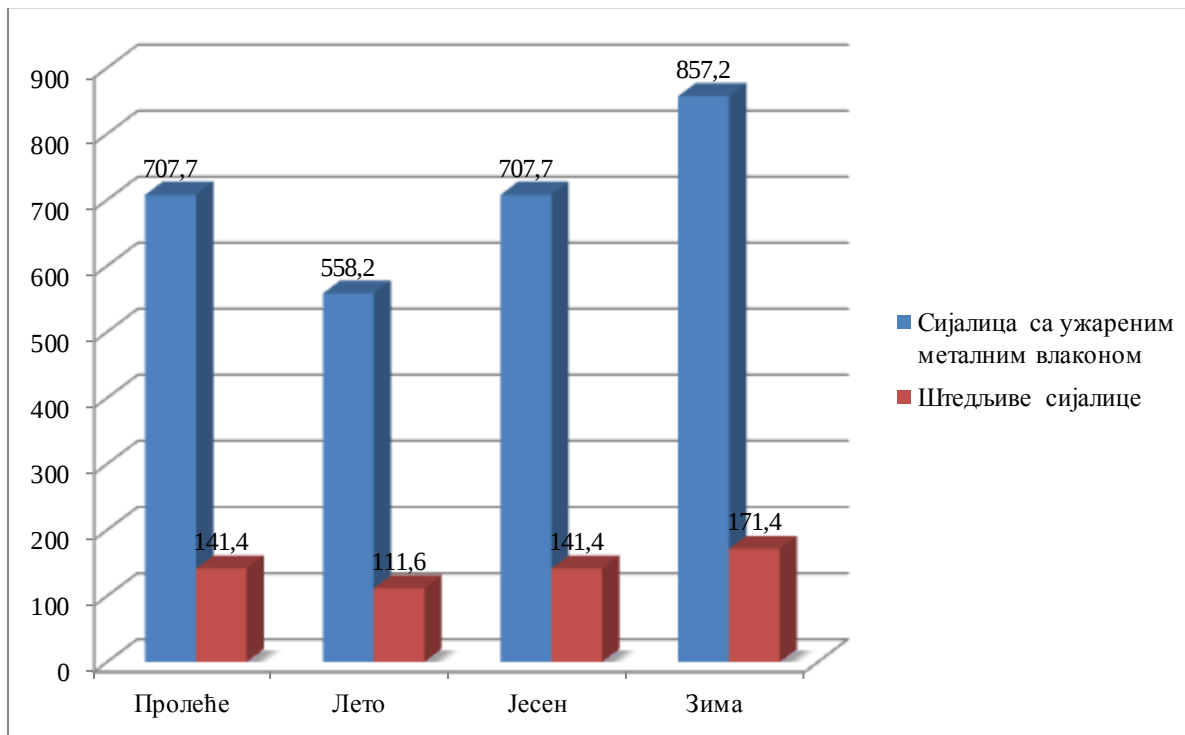


График 5. Потрошња електричне енергије у kWh

9.2 Оправданост куповине штедљивих сијалица

Из табеле 4. можемо видети да је радни век штедљивих сијалица 8000 h, а радни век сијалица са ужареним металним влакном које су инсталиране у кући је 1000 h.

С`обзиром на ову чињеницу оправдана је замена сијалице са ужареним металним влакном штедљивом сијалицом, јер куповином 8 сијалица са ужареним металним влакном нпр. 100 W, утрошићемо:

$$8 \times 54 \text{ дин} = 432 \text{ дин}$$

Овим доказујемо да је цена у односу на радни век ових двеју врста сијалица подједнака.

Из свега до сада реченог, видимо да се велики део електричне енергије тороши на осветљење, па се јавља потреба за заменом сијалица са ужареним металним влакном штедљивим сијалицама.

Упоређивањем добијених резултата, добијамо да је просечна месечна потрошња електричне енергије када за осветљење користимо сијалице са ужареним металним влакном око 927,25 kWh.

После замене сијалице са ужареним металним влакном штедљивим сијалицама добијамо да је месечна потрошња електричне енергије око 740,97 kWh.

10. Закључак:

Производњом, транспортом и коришћењем енергије у великој мери утичемо на околину и еко системе.

Код енергије, утицај на околину је готово увек негативан, од директних еколошких катастрофа до индиректних последица као што је глобално отопљавање.

Како ће енергетске потребе човечанства расти у будућности, неопходне су мере којима би се утицај експлоатације и коришћење енергије на околину и здравље људи смањило на најмању могућу меру.

Уштеда енергије при осветљењу могла би да игра велику улогу у том процесу, собзиром да око 10% укупне утрошене електричне енергије у домаћинствима отпада на осветљење. Из тих разлога постоји потреба за повећаном употребом компактно флуоресцентних сијалица, које за разлику од класичних сијалица троше много мање електричне енергије за исту јачину светлости које производе. Прорачуном је утврђено да уштедом електричне енергије при осветљењу директно утичемо на смањење рачуна за електричну енергију а самим тим и на побољшање кућног буџета, а индиректно утичемо на смањење емисије штетних гасова као и на глобално загревање, које представља основни проблем данашњег човечанства.

Међутим, иако је очигледна предност компактно флуоресцентних сијалица у односу на класичне сијалице по питању уштеде енергије, тако оне имају и одређене недостатке у односу на исте. Узимајући у обзир укупни енергетски биланс производње, употребе и рециклаже компактно флуоресцентне сијалице, њиховом масовном употребом смањује се уштеда електричне енергије добијена мањом потрошњом електричне енергије истих у односу на класичне сијалице. Из тих разлога пред научницима је тежак задатак, да нађу баланс између класичних сијалица и компактно флуоресцентних сијалица, како би допринели уштеди енергије и очувању животне средине.

Најштедљивија сијалица је угашена сијалица!

Литература

[1]http://blog.ooyyo.rs/generalna-kategorija/uredaj-koji-koristi-suncevu-svetlost-za-pravljenje-tecnog-goriva.html/attachment/slike-zivot-1-sunceva_svetlost_857391762
(преузето 23.5.2012.)

[2]<http://www.vreme.com/cms/view.php?id=952605>
(преузето 26.5.2012.)

[3]Милорад Н. Јустинијановић- Електричне инсталације и осветљења, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1995. ISBN 86-17-03807-1

[4]Слободан Бјелић- Електрична осветљења, ХЕРОХ Чачак, 2001.
ISBN 86-7967-010-3

[5]<http://zvjezdarnica.com/astronomija/istrazivanja/radio-astronomija/425>
(преузето 5.6.2012.)

[6]<http://lensenses.com/skola/osnove/svetlost-u-fotografiji/> (преузето 11.6.2012.)

[7]http://sr.wikipedia.org/sr/Sveca_u_mraku.JPG (преузето 11.6.2012.)

[8]http://sr.wikipedia.org/sr/Компактна_флуоресцентна_светиљка
(преузето 16.6.2012.)

[9]http://www.fluxlight.rs/doc/CFL_stedljive_sijalice_DOS2009.pdf
Небојша Радивојевић, Саветовање „Осветљење 2009“ (преузето 17.6.2012.)

[10] <http://www.tehnomanija.rs/sijalice> (преузето 21.9.2012.)