„Наш свет је урођен у огроман океан енергије, летимо у бескрајни свемир несхватљивом брзином. Све се врти около, креће се – све је енергија. Суочени смо са застрашујућим задатком – пронаћи начин како да се та енергија извуче. Значи, извлачећи је из овог неисцрпног извора, човјечанство ће се кретати напред огромном брзином.“

Никола Тесла

Садржај

1 Уводне напомене 1
1.1 Како је настала ова књига 1
1.2 Умјесто предговора 2
2 Основни појмови 7
2.1 Шта је енергија, поријекло имена 7
2.2 Основни облици енергије, поријекло 7
3 Основни закони термодинамике 11
3.1 Први закон термодинамике 11
3.2 Други закон термодинамике 12
3.3 Нулти закон термодинамике 13
3.4 Трећи закон термодинамике 13
3.5 Појам температуре и топлоте 14
3.6 Једначина стања идеалног гаса 15
3.7 Једначина стања реалних гасова 16
4 Основи механике 17
4.1 Њутнови закони механике 17
4.1.1 Први Њутнов закон механике – закон инерције 17
4.1.2 Други Њутнов закон – закон убрзања 18
4.1.3 Трећи Њутнов закон – закон акције и реакције 18
4.2 Статика 18
4.2.1 Услови равнотеже 18
4.2.2 Проста греда 19
4.3 Кинематика 19
4.3.1 Праволинијско равномјерно кретање 20
4.3.2 Промјењљиво кретање 20
4.3.3 Кружно кретање 22
4.4 Динамика 23
4.4.1 Импулс силе и количина кретања 24
4.4.2 Кинетичка и потенцијална енергија 24

4.4.3 Кружно кретање материјалне тачке 25
5 Основи електрицитета 27
5.1 Увод....27
5.2 Наелектрисање 27
5.2.1 Статички електрицитет....28
5.2.2 Електрична струја....28
5.2.3 Електрично поље 29
5.2.4 Електрични потенцијал 29
5.3 Електромагнет....29
5.4 Електрично коло, Омов закон 30
5.5 Електрична снага 30
5.6 Електромагнетно зрачење 30
5.7 Проводници, полупроводници и изолатори....31
5.8 Кирхофови закони 31
5.9 Отпорници у струјном колу....32
5.9.1 Серијска, редна веза термогеног отпорника 32
5.9.2 Паралелна веза отпорника 32
5.9.3 Соленоид, калем у струјном колу 33
5.9.4 Кондензатор у струјном колу....33
5.9.5 Омов закон у RLC колу....34
5.10 Снага наизмјеничне струје....35
6 Грађа материје....37
6.1 Атом 37
6.2 Изотопи....39
6.3 Нуклеарне силе....40
6.4 Енергија везе....41
6.5 Дефект масе 43
7 Човјек и енергија (2011)....47
7.1 Човјек, корисник енергије 47
7.2 Улога енергије у развоју живота 48
7.3 Открића из новијег доба:....49

7.4 Важни енергенти данашњице 49
7.5 Храна 50
7.6 Индустријске револуције 52
7.6.1 Прва индустријска револуција 52
7.6.2 Друга индустријска револуција 52
7.6.3 Трећа индустријска револуција 52
7.6.4 Четврта индустријска револуција 52
7.7 Остали енергенти 53
7.8 Фосилни енергенти 53
7.8.1 Нафта и њени деривати 53
7.8.2 Угаљ 55
7.8.3 Природни гас 57
7.8.4 Нуклеарна енергија 58
7.8.5 Обновљиви извори енергије 58
7.8.6 Електрична енергија 63
7.9 Закључак 65
8 Електране 67
8.1 Термоелекране 67
8.1.1 Термоелектране на угаљ 67
8.1.2 Термоелектране на гас 71
8.2 Хидроелектране /хидроцентрале 72
8.2.1 Проточне хидроелектране 72
8.2.2 Акумулационе хидроелектране 72
8.2.3 Електрана на плиму и осеку 73
9 Нуклеарни реактори (2010) 75
9.1 Енергетска ситуација у свијету 75
9.2 Енергетска ситуација у Србији 77
9.3 Могућности побољшања ситуације 78
9.4 Могућност финансирања предложеног стручног центра 79
9.5 Откриће нуклеарних процеса 80

9.6 Развој нуклеарних реактора 83
9.7 Врсте реактора 84
9.7.1 Фисиони реактори 84
9.7.2 Остали типови фисионих реактора 88
9.8 Нуклеарни отпад 90
9.9 Велики удеси у нуклеаркама 92
9.9.1 Удес у Чернобиљу 92
9.9.2 Удес у Фукушими 94
9.10 Сигурност нуклеарних реактора 95
9.11 Број смртних случајева 97
9.12 Закључак 97
9.13 Спајање језгра-нуклеарна фузија 98
10 Биогас као енергент (2012) 101
10.1 Енергија биомасе 101
10.1.1 Чврсти енергенти: 101
10.1.2 Течни енергенти: 101
10.1.3 Гасовити енергенти: 102
10.2 Биогас 102
10.3 Историјат биогаса 103
10.4 Могућности коришћења биогаса у Србији 103
10.5 Количине биогаса 104
10.6 Добијање биогаса 105
10.7 Предности и недостаци биогаса 106
10.8 Законска регулатива 107
10.9 Рентабилност биоелектрана 108
10.10 Просјечне цијене изградње по kW снаге 110
10.11 Могућности кредитне подршке и олакшице 111
11 Пластични отпад 113
11.1 Увод 113
11.2 Историјат пластичних маса 114
11.3 Производња и врсте пластичних материјала 114

11.4 Пластични отпад 118
11.5 Микропластика 121
11.6 Како даље? 122
11.6.1 Смањењем амбалажног пластичног отпада 122
11.6.2 Рециклирање отпада, враћање у нове продукте 123
11.6.3 Замјена синтетичке органском пластиком 123
11.6.4 Бактерије које „једу“ пластику 124
11.6.5 Гусјенице које „једу“ пластику 124
12 Избор материјала за термичку изолацију објеката (2017) 127
12.1 Увод 127
12.2 Законска основа 128
12.3 Како и гдје долази до губитака топлоте 130
12.4 Изоловање зидова 131
12.5 Изолациони материјали 133
12.6 Полистирол, уобичајеног назива стиропор 134
12.7 Камена и стаклена вуна 137
12.8 Цијене изолационих материјала (2017. година) 138
12.9 Остали изолациони материјали 139
12.10 Коефицијент пролаза топлоте U 140
12.11 Закључак 145
13 Енергија Сунца, извор живота на Земљи (2020) 147
13.1 Увод 147
13.2 Животни вијек звијезда 148
13.3 Величине у Сунчевом систему 151
13.4 Положај Сунца међу звијездама 151
13.5 Положај Сунца у Галаксији 153
13.6 Нуклеарна фузија 155
13.7 „Ајнштајнова формула“ и Велики прасак 156
13.8 Енергија вјетра 158
13.9 Фотосинтеза/свјетлосна енергија/биоенергија 158
13.10 Водотокови/падавине 160

13.11 Топлотна енергија Сунца....160
13.12 Геотермика и нуклеарна енергија....164
13.13 Има ли живота на другим планетама?....165
13.14 Потрага за планетама сличним Земљи....166
13.15 Закључак....167
14 Енергија свемира (2013)....169
14.1 Увод....169
14.2 Тесла и брзи јони-тахјони или неутрини....170
14.3 Да се подсјетимо најважнијих Теслиних проналазака....171
14.4 Упутство репродукције Теслиног патента:....176
15 Тамна енергија свемира (2016)....179
15.1 Увод....179
15.2 Кратак преглед развоја астрономије....180
15.3 Сунчев систем....185
15.3.1 Појас астероида....186
15.3.2 Кајперов појас....187
15.3.3 Ортов облак....187
15.3.4 Мјесец....188
15.4 Кеплерови закони о кретању планета и Њутнов закон гравитације....190
15.5 Рађање и умирање звијезда....192
15.6 Галаксије и тамна материја....196
15.7 Удаљавање галаксије и тамна енергија....199
15.8 Умјесто закључка....200
16 Магнетни мотори (2014)....203
16.1 Кратка напомена о данас уобичајеним појмовима....203
16.2 Увод....203
16.3 Обновљиви извори енергије....205
16.4 Слободна енергија....206
16.5 Магнетни мотори....207
16.6 Закључак....210
17 Гравитациони мотори (2015)....213

17.1 Шта је Слободна енергија 213
17.2 Гравитација 215
17.3 Гравитатциони мотори- конструкције кроз вијекове 216
17.4 Перпетуум мобиле, да или не? 219
17.5 Комбиновани системи 220
17.6 Реализоване, патентиране или пријављене конструкције 221
17.7 Закључак 223
18 Горивне ћелије (2019) 225
18.1 Увод 225
18.2 Шта је горивна ћелија и како ради 226
18.3 Историјски развој 227
18.4 Типови горивних ћелија 229
18.5 Предности и мане горивних ћелија 232
18.5.1 Предности горивних ћелија су: 232
18.5.2 Мане горивних ћелија су: 232
18.6 Примјена горивних ћелија 233
18.7 Водоник као гориво 234
18.9 Закључак 238
19 Мокре ћелије (2019) 239
19.1 Увод 239
19.2 Принцип рада мокрих ћелија 239
19.3 Врсте мокрих ћелија 240
19.4 NanoFlowCell- Нано мокра ћелија 242
20 Топлотне пумпе (2021) 245
20.1 Увод 245
20.2 Историјски развој 246
20.3 Принцип рада 247
20.4 Врсте топлотних пумпи 249
20.5 Неколико примјера за гријање породичних кућа: 251
20.6 Коју топлотну пумпу изабрати 252
20.7 Умјесто закључка 254
21 Неутрини – извор живота и енергије у свемиру (2022) 255

21.1 Подсјећање на грађу материје 255
21.2 Четири основне силе 257
21.3 Подсјећање на Николу Теслу 258
21.4 Експлозија великих звијезда 260
21.5 Без неутрина не би било експлозије 261
21.6 Закључак: 262
22 Литература 267

1 Уводне напомене

1.1 Како је настала ова књига

У јесен 2009. године упознао сам у Пожаревцу господина Милоша-Мишу Марковића, дипломираног грађевинског инжењера, секретара Краљевско-техничког друштва у Пожаревцу и једног од главних организатора савјетовања која се одржавају годишње на тему „Одрживи развој Браничевског округа и енергетског комплекса Костолац“. Већ у том првом разговору причали смо и о Савјетовању и о мом дугогодишњем раду у области нуклеарних реактора. Господин Марковић је искористио ту прилику да ми предложи да за наредну годину спремим једно излагање о нуклеарним реакторима. Ја сам се нећкао из простог разлога што сам **био** присталица нуклеарне енергије, а у Југославији је раније донијет закон да је забрањено и пропагирање ове енергије. Србија је била насљедница Југославије, сви стари закони који нису били укинути или измијењени важили су и даље. Да објасним оно **био**: још увијек сматрам да нуклеарна енергија има значајних предности над електранама са фосилним горивима, нарочито над угљем који се у Србији немилосрдно сагоријева, са врло малим степеном корисности и уз огромно загађење природе. Послије удеса у Фукушими носим у себи велику горчину према крупном капиталу и власницима нуклеарних електрана, који су згртали по пола милиона њемачких марака дневно од сваке нуклеарке, не улажући довољно ни у сигурност истих, а поготово не у истраживања о складиштењу и преради нуклеарног отпада. А и питање је да ли је Фукушима само природни удес!?

Зимске дугачке вечери, ја беспослен, сједнем и напишем дугачак рад под називом „Енергетски комплекс Костолац и нуклеарне електране“. Наравно, опишем принцип рада, врсте реактора, предности и мане, удес у Чернобиљу и дам приједлог да се при костолачким термоелектранама оформи стручна група, да испита могућност изградње реактора, како би се сачувао угаљ за долазеће генерације које ће га паметније користити (храна, лијекови, одјећа...). Послије Фукушиме 2011. године, и неочекиване ад хок одлуке СР Њемачке о затварању свих нуклеарки, мој приједлог је био у најмању руку смијешан.

И тако је почело. На почетку невољно, а временом радо се одазивам позиву и пишем о разним темама из енергије. Када су већ године поодмакле, ријешио сам да са 10 година завршим „циклус“. Сада је април 2021. Управо сам завршио рад „Топлотне пумпе“ за овогодишње Савјетовање, мени по реду дванаесто. Планирам да још са једном темом циклус завршим 2022. године.

Још прије Ковид-пандемије, почео сам те моје радове да ширим неким општим питањима енергије, у једну књигу.

Вријеме изолације и забране дружења (да ли је све то било неопходно?) искористио сам дјелимично и за овај посао. Надам се да ће „Човјек и енергија“ бар некоме помоћи да нађе одговор на нека питања из ове области.

1.2 Умјесто предговора

Сврха ове књиге била је да на једном мјесту окупи моја излагања на поменутом Савјетовању у току тих 13 година мога учешћа на истом. Када сам прегледао сву ту грађу схватио сам да би за оне који се, евентуално, заинтересују за неко од мојих излагања, а не припадају техничкој струци, било неопходно да погледају мало бар у средњешколско градиво из те три, за енергију најважније области: топлоту, механику и електотехнику. Зато су и основне поставке тих дијелова физике дате у најкраћем облику у уводном дијелу књиге.

Покушај да се избјегну нека понављања из излагања није успио, јер би се изгубио смисао истих, појединачна излагања не би била разумљива за читаоца.

Службени назив поменутих Савјетовања гласи: **„Одрживи развој Браничевског округа и енергетског комплекса Костолац“.** Појам *одрживи развој* представља нову филозофију развоја друштва које користи расположиве ресурсе за свој напредак, водећи нарочито рачуна о животној средини и њеној заштити. Моја излагања нису се тицала задате теме директно. Трудио сам се да појединачне појмове везане за енергију прикажем као могућност приближавања неком облику „зелене“ енергије, енергије са што мање штетних утицаја на животну средину.

Чисту енергију, без штетних утицаја на околиш нећемо постићи ни обновљивим изворима (потреба за енергијом је много већа) ни електро аутомобилима, нарочито не са литијум акумулаторима! Чистом енергијом човјечанство ће располагати тек онда када се прикључи на Теслину енергију свемира, његове тахјоне (брзе јоне), данас науци познате под именом **неутрини**.

За коришћење те енергије постоје јасне научне основе. Више професора реномираних свјетских универзитета доказало је постојање енергије свемира и дало јасне планове о могућности њеног коришћења. Богати власници великог капитала и државе/владе које су у њиховим канџама су не кочнице, већ бране њеној реализацији.

Од 2014. године у свијету, па и у Србији – (дат је линк за заинтересоване: https://m.facebook.com/QEGSerbia/posts?), се све више захуктава приватна иницијатива ангажованих стручњака разних профила (од мајстора до инжењера) на реализацији једног Теслиног патента под називом **Квантни енергетски генератор**. Обавјештавају да је у свијету направљено од стране разних групација (људи се удружују у групе и због стручне разноликости и из финансијских разлога) више генератора електричне енергије из свемира снаге од 10 до 40 киловата. За једно просјечно домаћинство извор од 10 киловата покрива све потребе за енергијом.

На крају изражавам моју захвалност **руководству Краљевског техничког друштва из Пожаревца**, организатору ових савјетовања. Са задовољством сам учествовао, чуо много интересантних излагања и упознао много вриједних стручњака разних профила.

Милан Шулић

11.6 Како даље?

Човјечанство може избјећи катастрофу која му пријети од пластичног отпада брзим и сложним дјеловањем у више праваца:

11.6.1 Смањењем амбалажног пластичног отпада

Пластичне кесе: Више свјетских земаља строго је забранило употребу синтетичких пластичних кеса (Италија, Француска, Кина, Мексико, Аустралија). Неке земље су предвидјеле и велике казне и за произвођаче и за кориснике пластичних кеса (Руанда). **Тоталном забраном** погађају се и произвођачи кеса, нарочито средња и мала предузећа, која су се у овим земљама, углавном, преорјентисала на производњу папирних и платнених кеса.

Многе земље (и Србија) су увеле обавезно плаћање синтетичких пластичних кеса.

Те трошкове мора да сноси купац, јер продавац једноставно угради цијену кесе у производ, и нама буде свеједно да ли кило парадајиза кошта 60 или 65 динара. Ирска је још 2002. године увела обавезно плаћање пластичних кеса, прво 18 евроценти по комаду, па 22, а за веће кесе и 44 евроцента. Успјех је све изненадио. Већ 2010. године смањено је коришћење од 390 на само 18 синтетичких пластичних кеса по глави становника и години! Њен примјер су слиједиле и друге европске земље. Према упутству ЕУ од краја 2018. године у свим чланицама ЕУ морају се од купца наплаћивати синтетичке пластичне кесе. Када слиједимо толико бесмислених ЕУ упутстава (нпр. да невладине организације, најчешће страни плаћеници, могу давати приједлоге за измјену Устава о избору судија и тужилаца?). Зашто да не прихватимо и ову корисну ЕУ-смјерницу? Али, ми смо и ту корисну идеју изиграли. Наплаћују се пластичне кесе, и то само смијешних два динара по кеси. Кога ће та два динара преорјентисати на другу амбалажу?



Дрвеће "родило" пластиком

Пластичне флаше:

У многим чланицама ЕУ се производе двије врсте пластичних флаша: за једнократну- и вишекратну употребу. И за једне и за друге мора купац да плати кауцију од 15 до 30 евроценти по комаду. У свим већим продавницама постављени су аутомати за откуп празних пластичних флаша. На самој флаши постоји баркод са ознаком врсте и цијене флаше и може се вратити у било којој продавници без рачуна, што код нас није случај ни са стакленим флашама. Једини начин да и код нас смањимо број пластичних флаша на депонијама и у природи је **увођења кауције на исте, али озбиљне – не опет два динара**.

11.6.2 Рециклирање отпада, враћање у нове продукте

Видјели смо, да се у просјеку само 9% пластичног отпада рециклира. Тај проценат се може и мора увишестручити. Идеално би било, да се рецимо само 9% не рециклира. Повећање се може постићи само уз помоћ државе: финансијска подршка и строги прописи.

11.6.3 Замјена синтетичке органском пластиком

Главна особина пластике органског поријекла је њен биолошки распад (труљење) као и код осталих органских материјала. Познато је више техника добијања пластичних маса из органских материја, најчешће из биљака. На примјер у Италији, која је 2011. забранила употребу синтетичних пластичних кеса, развијена је производња органске пластике из скроба кукуруза. Ту лиценцу купила је и једна наша фирма из Баточине и умјесто да производи кесе за наше тржиште, она их извози. Новац је господар!



Јужна Морава код Врања, Блиц, 28.05.2013.

У Европској Унији при производњи чикорије (Chicoree = врста салате) добије се годишње око 800 хиљада тона коријена као биолошког отпада. Прерадом се добија **HMF** материја (хидроксилметилфурфурол) која служи као основа за производњу органске пластике. Наравно, да се и из других органских производа може добити пластика, нпр. отпад кромпира при производњи помфрита... Али, сваки развој нових производа треба и мора бити потпомогнут од стране државе!



У ЕУ постоји већ удружење произвођача и потрошача тзв. **биопластике** (пластика која се биолошки разграђује). Прописано је да таква пластика мора бити означена (види слику).

У производњи биопластике најдаље је отишао Јапан. Не само за амбалажну пластику, тамо се биопластика употребљава, нпр. и у аутоиндустрији.

11.6.4 Бактерије које „једу“ пластику

Јапански научници изоловали су бактерију која разлаже пластику и користи је као извор енергије, што се види као могући начин за нешкодљиво уништавање отпада широм свијета, објавио је 2016. амерички часопис „Наука“ (Science).

Новооткривена бактерија Ideonela Sakaiensis практично „једе“ пластику, користећи два ензима којима хидролизује PET, материјал који се најчешће користи за производњу амбалаже за храну и пиће и иза тог процеса оставља двије, за природу нешкодљиве, супстанце. Један од ова два ензима (петаза) издвојен је 2017. у Енглеској и побољшан-очекује се његова скора примјена.

Ово откриће могло би бити веома добра вијест за заштиту животне средине, оцјењује Си-Ен-Ен (CNN), наводећи податак Свјетског економског форума да трећина PET амбалаже у свијету „заобилази“ системе за прикупљање и завршава у природи.

Анализа Свјетског економског форума на коју се позива CNN показује и то да се макс. 14 одсто пластичне амбалаже прикупи ради рециклаже, као и да ће у свјетским морима, ако се овај тренд настави, до 2050. године бити више пластичног отпада него риба, као што је већ раније констатовано.

11.6.5 Гусјенице које „једу“ пластику

Једна шпанска научница случајно је открила гусјеницу лептира/мољца (galleria mallonella) која једе пластику. Сакупила је ради проучавања гусјенице у

PE-пластичну кесу и четрдесетак минута касније све су побјегле-изгризле кесу и отишле.

Од преко билион кеса које се годишње произведу у свијету више од 40% су од PE. Кесе, један од два најмногобројнија пластична производа, спадају у групу производа који се тешко рециклирају и најчешће завршавају у природи.

Ово случајно откриће сигурно ће одиграти значајну улогу у рјешавању проблема пластичног отпада. Случајност је често велики проналазач, сјетимо се Архимедовог *еурека* и пеницилина Александра Флеминга!



Једно од многих „острва“пластике у океану.
Да ли смо на путу стварања новог П Л А С Т И Ч Н О Г континента?

Дописано у јулу 2021. године:

Власт нас сматра много глупим народом. У продавници прехране накупујеш пуну корпу намирница: месо у пластичним кутијама, сладолед исто, сир такође, јогурт, млијеко, киселу воду, сокове... у пластичним флашама, воће и поврће у пластичним кесама... Све без кауције. Значи, ништа се не враћа. Дођеш на касу, и тамо ти ради заштите околиша-животне средине продају папирну кесу!

Па докле, људи?

12 Избор материјала за термичку изолацију објеката (2017)

12.1 Увод

Крајњи процес при коришћењу фосилних енергената је сагоријевање које вишеструко загађује околиш (отпадни гасови и пепео). Три главна узрока (**цијена, недостатак и околиш**) због којих морамо штедити енергију. Штедња се највише исплати тамо гдје се много троши. Од укупне корисне енергије око 40% троше домаћинства, од тога око 75% домаћинства троше на гријање просторија. Значи, за гријање трошимо око 1/3 ukupne корисне енергије.

Чињеница да преко 85% објеката у Србији није термички довољно изолована и да преко 50% домаћинстава користи индивидуалне котларнице (најчешће са лошим или врло лошим степеном корисности) још више подвлачи потребу побољшања термичке изолованости односно, како се то по новом каже, **енергетске ефикасности**. Скоро да се може закључити да је наш највећи



енергетски извор управо побољшање енергетске ефикасности!

Важна напомена: Термичко изоловање објеката је нужност у недостатку бољих рјешења (рецимо бољих носећих грађевинских материјала или јефтиније енергије). Много енергије се троши у производњи изолационих материјала. Питање отпада уопште није ријешено. Спољашњом изолацијом се осакаћује архитектура!

Ипак, у овом моменту се не поставља питање да ли треба или не изоловати објекте, већ само питање којим материјалима то урадити. За нове и објекте у

реконструкцији то **морају урадити,** и то у договору са инвеститором, овлашћени инжењери пројектанти.

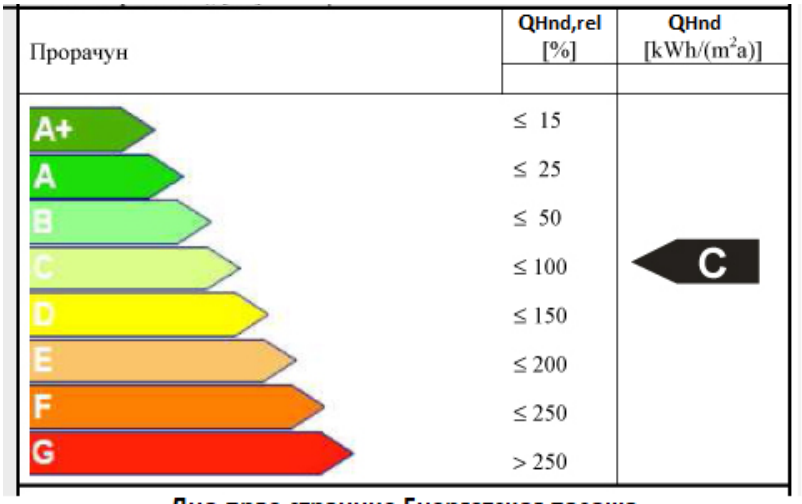
Термичка изолација се може постављати споља и изнутра. Изнутра је из више физичких и практичних разлога (стварање влаге, мања акумулација енергије, “меки” зидови…) много лошије рјешење и примјењује се тамо гдје је спољашње изоловање тешко или непожељно (подрумске просторије, фасаде под заштитом споменика културе…).

Овај текст је намијењен најприје оним инвеститорима, који се одлуче да термички изолују постојећи објекат по принципу „сам свој мајстор“ или уз ангажовање неког извођача и то тамо гдје није потребна дозвола (викенд насеља, изолација кровова и подрума изнутра), а осталим инвеститорима као основа за разговор са пројектантима. Због тога овај текст не улази у цијелу проблематику топлотног прорачуна објеката, већ само онолико колико је потребно да се схвати важност правилног избора изолационог материјала.

12.2 Законска основа

У ЕУ и другим развијенијим земљама свијета већ више од 50 година се полаже велика пажња термичкој изолацији објеката (стамбених, пословних, производних...). Од октобра 2012. године и у Србији се не може добити дозвола за градњу нових или реновирање постојећих објеката без прорачуна тзв. енергетске ефикасност, којом се доказује да ће објекат бити направљен од таквих материјала да за одржавање прописане температуре није потребно више од дозвољене количине енергије. Накнадна уградња термоизолације на већ постојећим објектима није прописана, али је препоручљива и исплатива за сваког ко је у финансијској могућности да једнократно уложи већу суму новца. Уложени новац, уз друге благодети, ће се „вратити,” сигурно не за 3-5 године као што неки неозбиљно препоручују, али за 10 до 20 година свакако!

Уз то, ваљда ће и наша држава коначно доћи у бољу финансијску ситуацију да за побољшање термичке ефикасности објеката понуди повољне или чак и неповратне кредите, као што то раде развијене земље.



Дио прве странице Енергетског пасоша

Цијела проблематика утрошка енергије у објектима прописана је **Правилником о енергетској ефикасности (ЕЕ).** По усвајању тзв. Националног програма за прорачун свих потрошача енергије у зградама (гријање, припрема санитарне топле воде, хлађење, провјетравање, осветљење) посебна пажња посветиће се само енергији потребној за гријање просторија.

Други важан документ је **Правилник о издавању енергетског пасоша** за објекте. Постоје три врсте пасоша (стамбене, нестамбене и друге зграде) и издаје се при техничком пријему зграде, а на основу прорачуна према правилнику о ЕЕ. Он није обавезан за већ постојеће објекте, али у случају продаје или изнајмљивања истог мора се накнадно затражити енергетски пасош и за старије објекте.

Пасош предвиђа 8 разреда од А+ до Г. Енергетски разред показује енергетска својства зграде изражена преко годишње финалне потрошње енергије за гријање $Q_н$ у kWh/m²*a. Нове зграде за исти разред имају мању дозвољену потрошњу енергије од старих зграда. Нове зграде морају задовољити најмање разред Ц, а старе послије реновирања морају добити најмање један разред више од ранијег. Потрошња енергије по разредима за породичне куће (са једним станом) веће су од вриједности за зграде са више станова.

У табели је QH,nd,rel релативна годишња енергија за гријање дата у процентима као однос специфичне годишње енергије за гријање QH,nd и максимално дозвољене QH,nd,max

QH,nd,rel=(QH,nd/ QH,nd,max)*100%

12.3 Како и гдје долази до губитака топлоте

Сваки објекат мора да задовољи више критеријума, као што су стабилност, топлотна и звучна изолованост, удобна клима-чист ваздух, без влаге и буђи, добра освијетљеност...Нас овдје интересује само топлотна изолованост, остала проблематика (влага, буђ) само онолико колико директно зависи од изолационог материјала.

Топлотна изолованост се добија материјалима са ниским коефицијентом топлотне проводљивости. Топлотна проводљивост је једна од физичких особина материјала. Обиљежава се грчким словом (ламбда) λ и показује која количина топлоте прође кроз неку материју у једној временској јединици, на јединици дужине и кроз јединицу површине при температурној разлици од 1 степена Келвина. Коефицијент λ зависи од врсте, структуре, густине, температуре и влажности материје и одређује се експериментално.

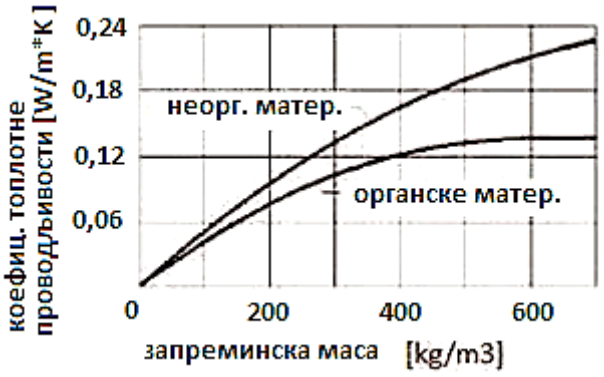
$$\lambda = \frac{Q \cdot l}{S \cdot t \cdot dT} \quad [W/m°K]$$

У формули су: Q= топлота у Ws, *L*= дужина у m, S= површина у m², t= вријеме у s и dT= температурна разлика у степенима Келвина.

За промјену температуре од 0 до 100°C важи емпиријска формула $\lambda_T=\lambda_0*(1+0,005*T)$, гдје је λ_0 коефицијент на 0°C, а λ_T на датој температури T.

Влага умањује коефицијент топлотне проводљивости јер је за воду λ=0,85, а лед још више јер је за лед λ=2,3 W/m°K.

Порознији материјали истог хемијског састава имају мањи коефицијент топлотне проводљивости од гушћих - види дијаграм.



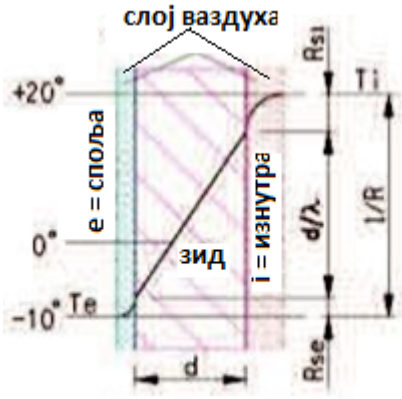
Топлота са тијела више температуре преноси се на тијело ниже температуре на три начина: преласком-конвекцијом, провођењем-кондукцијом и зрачењем-радијацијом. Значи, на свим површинама које раздвајају гријани од негријаног простора или спољашње околине долази до губитака топлотне енергије.

У зависности од конструкције објекта разликују се губици топлоте на појединим елементима. На приложеном примјеру се види да су они због великих површина највећи на зидовима и крововима, али ни остали елементи нису неважни, као што су подови и врата и прозори, нарочито њихова добра заптивеност. Губици грijања односе се и на само постројење за грijање и вентилацију просторија. Сам поступак изоловања или одабира елемената којима се изолује поприлично се разликује од дијела објекта који изолујемо



12.4 Изоловање зидова

Код једнослојних површина (спољашњи зидови) имамо прелаз топлоте са слоја ваздуха до зида на сам зид (карактеристика отпор прелаза топлоте Rsi, стара вриједност 1/αi), затим провођењем кроз сам зид (карактеристика коефицијент проводљивости λ, односно отпор проводљивости топлоте Ri= di/ λi) и поново прелаз топлоте са зида на слој ваздуха до зида (карактеристика отпор прелаза топлоте Rse, стара вриједност 1/αe). На основу ових коефицијената и са познатом дебљином зида (d) израчунава се укупни отпор пролаза топлоте ®.



Једнослојни зид

R=Rsi+Ri+Rse [m²*K/W].

Код отпора прелаза топлоте индекс **s** се односи на површину (енгл. surface), а индекс **i** на унутра (енгл. internal), **e** на спољa (енгл. external). Код отпора проводљивости индекс **i** се односи на i-ти слој зида сложеног из више слојева.

Укупан **коефицијент пролаза топлоте U** је једнак реципрочном збиру укупног отпора пролазу топлоте R:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{Rsi + R + Rse} \quad [W/(m^2K)],$$

Укупни коефицијент трансмисионих губитака топлоте кроз спољашњи омотач (трансмисијом) зграде (H_T) је збир свих појединачних губитака

$H_T=\Sigma(Fxi*Ui*Ai)+H_{TB}$ [W/K] ;

гдје је Fxi фактор корекције температуре (за спољашње зидове и кровове =1), а H_{TB} представља губитке на тзв. термичким мостовима (нпр. обим отвора прозора или улазних врата). Уколико нисмо у могућности да тачно прорачунамо губитке на термичким мостовима узима се

$H_{TB}= \Delta U_{TB}*A$ [W/K],

гдје је A збирна спољашња површина зграде, а ΔU_{TB} =0,1 W/(m²K). Множењем вриједност **H_T** са разликом температуре споља и изнутра и протеклим временом добијамо изгубљену енергију Q. За димензионисање постројења за гријање узимају се максималне разлике ових температура, а за прорачун стварно потребне енергије за гријање узимају се температуре дате у правилнику за поједине области и мјесеце. Овом треба додати и коефицијент вентилационих губитака топлоте који се рачуна према HV=ρ0*Cp*V*n [W/K], гдје је ρ0=густина ваздуха [kg/m³], Cp=топлотни капацитет ваздуха [J/(kgK), V=волумен просторије у m^3 и n број измјена ваздуха на сат, (за ваздух је ρ0*Cp=0,33 [Wh/(m^3K)]).

Носећи зидови се праве од чврстих материјала (бетон, блок, опека) који немају добру топлотну заштиту. Због тога се прибјегава вишеслојним зидовима

- на носећи зид се причвршћује слој материјала са добрим изолационим карактеристикама, тј. малим степеном топлотне проводљивости и тако настају двослојни, или најчешће, вишеслојни зидови.

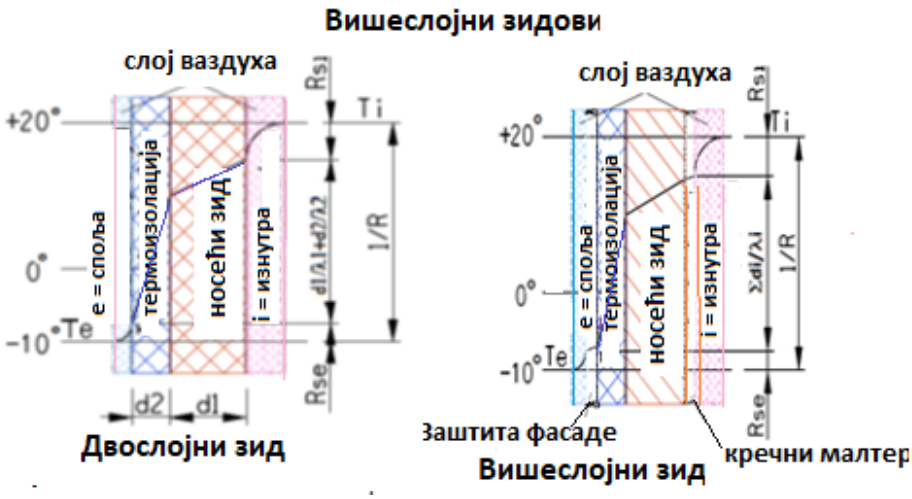
Код вишеслојних зидова отпор провођењу топлоте једнак је збиру појединачних отпора

$$R = \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \ldots + \frac{dn}{\lambda n} = \sum \frac{di}{\lambda i}$$

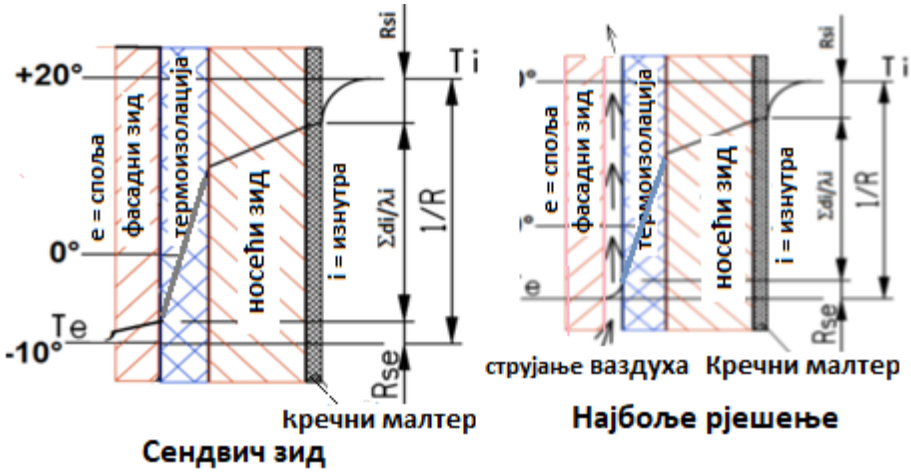
а цијели остали ток прорачуна остаје исти

$U = \frac{1}{R}$ **и $H_T=\Sigma(Fxi*Ui*Ai)+H_{TB}$**

У пракси су најчешћи **вишеслојни зидови**: унутрашњи малтер, носећи зид, изолациони слој и заштитни слој.



Заштитни слој може бити врло различит: разни малтери или љепила или фасадни зидови: од стакла, керамике или фасадне цигле. Сендвич зид је када је изолациони материал уграђен између носећег и фасадног зида. Велики недостатак овог рјешења је што се преко зиме кондензована вода у изолационом слоју без циркулације ваздуха врло споро суши. До кондензације долази увијек у области око нула степени. Најбоље је рјешење да се иза фасадног зида обезбиједи циркулација ваздуха, поготово ако се тај зид не мора кречити или прати, нпр. од керамичких плочица, стакла или фасадне цигле.



12.5 Изолациони материјали

Сви материјали који имају коефицијент топлотне проводљивости мањи од 0,3 (λ<0,3 W/(mK) могу се употријебити за термичко изоловање објеката.

Прави термоизолациони материјали имају λ < 0,06 W/(mK).

Термоизолациони материјали са **конструкционим својствима** имају

0,06 < λ < 0,3 W/(mK).

По свом поријеклу изолациони материјали могу бити:

- Минералног поријекла (камена и стаклена вуна)
- На бази нафтиних деривата (полиуретан и полистирол-стиропор)
- Природног поријекла (дрвена влакна, памук, вуна, целулоза, плута, слама, траве…).

Поред термоизолације ови материјали морају да задовоље и сљедеће услове:

- Постојаност на ниским и високим температурама,
- Мало упијање воде и добру проводљивост гасова и паре,
- Да имају задовољавајућу механичку, хемијску и биолошку постојаност,
- Да не садрже штетне или отровне хемикалије,
- Да се могу рециклирати или сврстати у нешкодљив отпад…

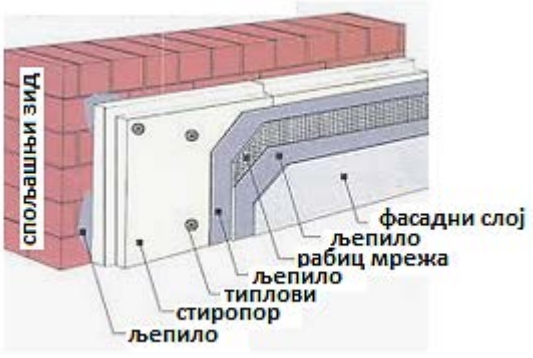
На основу ових захтјева сваки материјал има предности и недостатака.

У примјени се најчешће гледа на ефикасну изолацију (што мањи λ), и на цијену. Због тога се најчешће примјењује стиропор.

12.6 Полистирол, уобичајеног назива стиропор

И код нас и у свијету стиропор је најчешће употријебљени изолациони материјал. У зависности од начина производње постоје двије врсте стиропора:





EPS-стиропор=**експандирани полистирол** и XPS-стиропор = **екструдирани полистирол** или стиродур или делтадур. У новије вријеме поред бијелог постоји и сиви стиропор коме је додат графит и на тај начин му је побољшана топлотна изолованост за око 20%, али он је око 20 процената и скупљи од бијелог.

Поред ниске вриједности топлотне проводљивост (λ=0,030 до 0,040), ниске цијене, мале тежине и добре обрадивости, стиропор има и **низ недостатака**.

Као и сви органски материјали стиропор је горив-опасност од пожара! Да би се из групе Б2-лако запаљив превео у групу Б1-теже сагоријева пламеном додаје се стиропору хемикалија **хексабромциклододекан-HBCD**, врло отровна материја која при сагоријевању испушта отровне гасове. Против алги и бући додају се хемикалије **диурон и тербутрин** које киша испира и који штете околишу. Од августа 2015. ове хемикалије су забрањене, али је дозвољена уградња стиропора који их садржи све до краја 2018 - до налажења неког бољег рјешења!? Стиропор није UV постојан, временом се скупља настају шпалте и пукотине у које улази влага-појава бући. При рушењу објеката тешко се одваја од носећег материјала и пластичне мреже, те као таква мјешавина спада у посебан или опасан отпад. У СРЊ је до сада уграђено преко 1 милијарде квадратних метара стиропора. Многи изоловани објекти су већ срушени. До прошле године Њемачка је била претрпана отпадом од стиропора, јер није постојало рјешење за његово уништавање или складиштење. Политика је ријешила проблем, дала је дозволу да се годину дана смије спаљивати овај отпад и поред доказане штетности!

И на крају, као и све врсте пластике, стиропор у природи има врло велики вијек распадања. Свједоци смо да милијарде пластичних кеса свакодневно доспијевају у природу. Не само њиве и потоци, и најдубљи океани су загађени пластиком. Тамо гдје се због струјања стварају вртлози воде већ су се формирала огромна острва са више десетина и стотина тона пластичног отпада!