

СРАВНЕНИЕ НА ДВЕ МЕТОДИКИ ЗА ТЪРСЕНЕ НА ОПТИМАЛНАТА ОРИЕНТАЦИЯ НА СГРАДИ С ЕДНАКЪВ ПЛАН, ОБЕМ И РАЗЛИЧЕН НАКЛОН НА СКАТА ПО ОТНОШЕНИЕ НА ПОЛУЧЕНА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ

Ст. Иванова¹, Р. Савов²

Ключови думи: пряка и дифузна слънчева радиация, анизотропен модел, оптимална ориентация, PVGIS

Научна област: Автоматизация на инженерния труд / Архитектура

РЕЗЮМЕ

Статията описва и сравнява резултатите от две методики за търсене на оптималната ориентация на сгради с еднаква форма, план и подпокривен обем, но с променящи се ориентация и наклон на ската на покрива, по отношение на количеството получена слънчева радиация, която е от значение за енергийна ефективност на една сграда. Първата методика разглежда количеството пряка слънчева радиация, получена от сграда с план квадрат, генерирано в определен характерен ден от зимния сезон. Втората методика изчислява и анализира падащото върху същата сграда общо количество слънчева енергия (пряка и дифузна радиация) през целия зимен сезон, сравнено с резултата за летния сезон.

1. Въведение

Сред задачите, свързани с оптималното използване на слънчевата енергия, една от най-важните е определянето на най-добрата ориентация на една сграда спрямо географските посоки. Промяната на наклона на двускатния покрив на сградата също силно влияе върху общото количество получена слънчева енергия. В тази статия са описани и сравнени резултатите от две методики, които целят откриването на най-подходящите ориентация и скатен наклон на покрива за малък еталонен обект с план – квадрат със страна 1 m и височина 1 m. Ориентацията на обекта (в т. ч. и билото на

¹ Ст. Иванова, гл. ас., УАСГ, каб. 6, solarina@online.bg

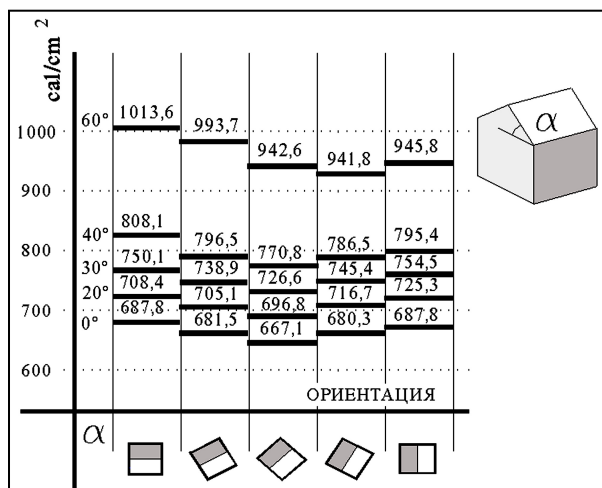
² Р. Савов, доц., д-р, ВСУ “Черноризец Храбър”, rossen@savov.net

покрива) се променя през 22.5°, (0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°), а наклонът на ската се изследва при стойности: 0°, 20°, 30°, 40°, 60° спрямо хоризонта. Така вариант с ориентация 0° има скатове на покрива, ориентирани север / юг, а вариант с ориентация 90° има скатове на покрива, ориентирани изток / запад. По този начин се формират 25 варианта за изследване.

2. Описание на кратка методика за изчисляване

Кратка методика наричаме начина на изчисляване, при който стойностите на възможната пряка слънчева радиация се вземат от публикуваните през 1970 г. таблици „Възможната пряка слънчева радиация върху склонове с различни наклони и ориентации” [1], базирани на данните, получени от натурните измервания на С. Лингова за периода 1957 – 1966 г. с актинометъра на Савинов-Янишевски в ЦМС край София. Те представляват числено интегрирани стойности на пряката слънчева радиация върху склонове с различни наклон и ориентация. В тях са дадени тричасови суми, отнесени към синоптичните срокове за наблюдение 5, 8, 11, 14, 17 и 20 часа, които се намират в средата на тричасовите интервали. Данните са обработени за датите 5, 15 и 25, които се явяват представителни за съответните декади в месеца. Таблиците са разработени както за хоризонтални и вертикални, така и за наклонени равнини съответно на 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° спрямо хоризонта, при променяща се през 22.5° ориентация спрямо посоките на света.

2.1. Определяне на получената пряка слънчева радиация от околните стени и двускатния покрив



Фиг. 1. Влияние на ориентацията и промяната на ъгъла на двускатния покрив на сградата върху количеството получена слънчева радиация [2]

ния покрив на сградата върху количеството получена пряка слънчева радиация при постоянен подпокривен обем.

Кратката методика е използвана от доц. арх. Савов през 1989 г. за изчисляване на количеството попаднала пряка слънчева радиация върху споменатия вече еталонен модел [2]. Неговите параметри са избрани така, че да съответстват на критериите, залегнали в основата на съставянето на споменатите таблици [1].

Авторът е избрал определен характерен ден от зимния сезон - 5 януари, при който стойността на сумарната едnodневна възможна пряка слънчева радиация е най-малка.

На фиг. 1 е илюстрирано влиянието на ориентацията и промяната на ъгъла на двускат-

2.2. Заключение от получените числови резултати

Графиките във фиг. 1 показват, че еталонният модел получава най-много слънчева радиация при следните разглеждани случаи:

- в случай на плосък покрив – при строго ориентиране на фасадите изток, запад, север, юг.
- в случай на скатен покрив – също при строга ориентация на фасадите изток, запад, север, юг, но с ориентация на скатове север / юг
- с нарастването на ъгъла на ската нарастват и стойностите на получената радиация. Това е логично, защото така се увеличава и покривната площ - при ъгъл 60° на ската покривната площ, сравнена с тази на плоския покрив, е 2:1.

3. Описание на разширена методика за изчисляване

При разширената методика, приложена от гл. ас. арх. Ст. Иванова, изчисленията се извършват за слънчевата радиация (сума от пряка, дифузна и отразена), с натрупване за всеки отделен ден за два изследвани периода – зимен (от 1 октомври до 31 март, 6 месеца или 182 дни) и летен (от 1 юни до 31 август, 3 месеца или 92 дни). Работи се с данните за гр. София (местоположение: $42^\circ 41' 47''$ North, $23^\circ 19' 33''$ East, надморска височина: 554 m), предоставени от европейската географска информационна система PVGIS [3] на JRC. От тяхната база данни са използвани: стойностите на T_{LK} (Линке-турбидити фактор) и средна дневна хоризонтална сумарна и дифузна радиация по месеци. Тези данни се базират на наблюдения и измервания от 1981 до 1990 г. и на анизотропния модел на Т. Мунир [4], описан в [5] и реализиран в PVGIS от Я. Хофиерка. Моделът описва начина на разпределение на дифузната слънчева радиация върху вертикални или наклонени повърхности. Приносът на дифузната радиация е важен, понеже тя съставлява повече от 50% от сумарната слънчева радиация през по-голямата част от годината.

3.1. Определяне и анализ на общите сезонни количества слънчева енергия, получени от околните стени и двускатния покрив

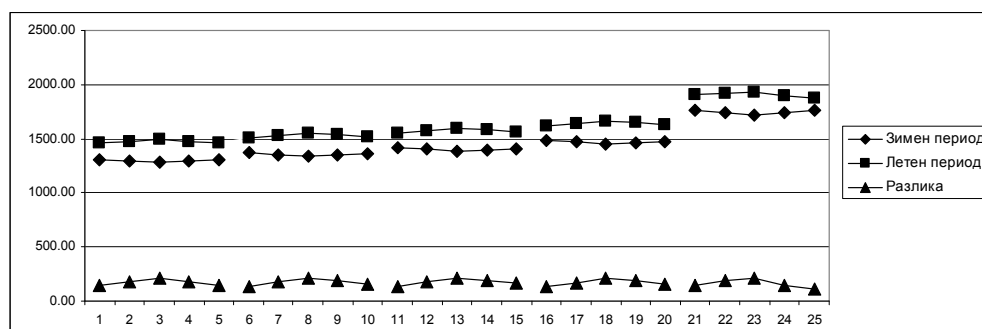
На база на данните в PVGIS чрез интерполация бяха определени за всеки ден от годината средните стойности на T_{LK} (характеризиращ прозрачността на въздуха) и общото количество хоризонтална радиация – сума от пряка и дифузна радиация. С помощта на разработена програма по методиката в [5] бяха изчислени количествата пряка, дифузна и отразена радиация, падащи през 15 минути върху изследваните варианти на вертикални стени и наклонени повърхности на покривните скатове. След това чрез натрупване по сезони на производението от така получените дневни стойности и площта на всяка изследвана повърхност беше определена общата сезонна сумарна радиация, получена от всеки изследван вариант на еталонния обект.

От така изчислените стойности, показани в табл. 1, се вижда, че получената слънчева радиация през зимата за разглежданите 25 варианта варира от 1281 kWh до 1766 kWh, с около 27%. Получената слънчева радиация през лятото варира от 1457 kWh до 1930 kWh, т.е. с около 24%. За целогодишно обитаване би следвало най-добри да са сградите с минимални летни и максимални зимни получени количества слънчева енергия, или с минимална разлика между летни и зимни количества слънчева радиация. Анализиранията разлика варира между минимум 106 kWh и максимум 214 kWh, т.е. два пъти повече от минималната разлика (виж фиг. 2).

Таблица 1. Зимни и летни количества сумарна слънчева радиация за всеки вариант

Вариант №	Наклон на ската [°]	Ориентация[°]	Ок.пов. [m ²]	Зимен период [kWh/year]	Летен период [kWh/year]	Разлика [kWh/year]
1	0	-90	5.00	1308.56	1457.47	148.91
2	0	-67.5	5.00	1294.28	1474.83	180.55
3	0	-45	5.00	1281.14	1491.74	210.60
4	0	-22.5	5.00	1294.28	1474.83	180.55
5	0	0	5.00	1308.56	1457.47	148.91
6	20	-90	5.25	1369.87	1508.81	138.94
7	20	-67.5	5.25	1353.47	1528.77	175.30
8	20	-45	5.25	1336.46	1550.09	213.63
9	20	-22.5	5.25	1346.15	1536.57	190.42
10	20	0	5.25	1358.97	1520.35	161.39
11	30	-90	5.44	1418.93	1554.35	135.42
12	30	-67.5	5.44	1401.66	1574.73	173.07
13	30	-45	5.44	1382.50	1596.26	213.76
14	30	-22.5	5.44	1389.76	1582.74	192.98
15	30	0	5.44	1402.32	1566.90	164.58
16	40	-90	5.72	1488.46	1622.00	133.54
17	40	-67.5	5.72	1470.33	1642.52	172.18
18	40	-45	5.72	1450.00	1660.79	210.79
19	40	-22.5	5.72	1458.23	1646.57	188.34
20	40	0	5.72	1471.86	1630.92	159.06
21	60	-90	6.87	1759.71	1903.44	143.72
22	60	-67.5	6.87	1739.23	1923.54	184.31
23	60	-45	6.87	1721.81	1930.09	208.28
24	60	-22.5	6.87	1742.96	1893.49	150.53
25	60	0	6.87	1766.36	1872.68	106.32

Графиките за всички варианти от табл. 1 са показани на фиг. 2, разделени на 5 групи, всяка с еднакъв наклон на покривния скат.



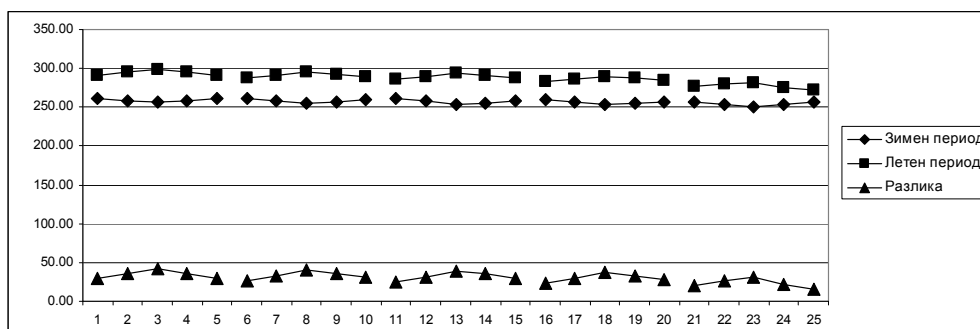
Фиг. 2. Графики на получената зимна и лятна слънчева енергия, и разликата им по варианти

От графиките се вижда, че най-голямо количество слънчева енергия през зимата получава вариант 25 със скатове с изложение север / юг (т.е. ротация 0° на билото на покрива) и наклон 60° спрямо хоризонта, което съвпада с изводите от предходно описаната методика (виж фиг. 1). Във всяка група най-неблагоприятни са вариантите с ориентация на стените 45° спрямо юг, при които има едновременна комбинация от максимални летни и минимални зимни количества слънчева радиация. Най-благоприятните във всяка група са вариантите с вертикални стени, успоредни на основните географски посоки – изток, запад, север, юг, защото при тях е налице комбинация от минимални летни и максимални зимни количества слънчева радиация, изискващи по-малко енергия за зимно отопление и по-малко енергия през лятото за охлаждане.

3.2. Определяне и анализ на полученото средно количество слънчева радиация на квадратен метър от околната повърхнина

Вариантите с по-голям наклон на скатовете имат и по-голяма околна повърхнина. В зависимост от решението на конструкцията между основния етаж и подпокривното пространство най-вероятно тези варианти имат и по-големи топлинни загуби. Ако приемем, че сградата излъчва във всички посоки относително еднакви количества топлина на квадратен метър и разделим зимните количества слънчева радиация на околната повърхнина (колона 4 на табл. 1), получаваме число, което в себе си отразява получената слънчева радиация в явен вид, и топлинните загуби в неявен вид.

Така получените стойности за зимните количества слънчева радиация на квадратен метър околна повърхнина за разглежданите 25 варианта варират от 251 kWh до 262 kWh, с разлика от около 4%. Летните количества слънчева радиация на квадратен метър околна повърхнина варират от 273 kWh до 298 kWh, т.е. с разлика от около 9%.



Фиг. 3. Графики на получената зимна и летна слънчева енергия на квадратен метър околна повърхнина, и разликата им по варианти

Най-благоприятни за целогодишно обитаване са вариантите с минимална разлика между летни и зимни количества на квадратен метър околна повърхнина. Анализиранията разлика варира между минимум 15 kWh и почти три пъти по-големия максимум 42 kWh.

Графиките на фиг. 3, съставена по тези данни отново потвърждават изводите, направени по-горе относно най-неблагоприятна и най-благоприятна ориентация на изследваните обекти при целогодишно обитаване, както и относно най-благоприятен наклон на ската – 60° (вдясно на графиката).

4. Изводи

Двете методики дават сходни резултати по отношение на очакваните зимни количества слънчева енергия върху еталонния обект. Втората методика включва в анализа и очакваната лятна слънчева радиация, разликата ѝ по стойност със зимната и в неявен вид – зимните топлинни загуби, което спомага за още по-точна оценка на значението на получените числови резултати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джолов, Г., Д. Сираков, С. Лингова, Възможна пряка слънчева радиация върху склонове с различни наклони и ориентации /Таблицы/, Печатница на УХМ, 1970
2. Савов Р., Архитектурно-градоустройствени методи за проектиране на енергоактивни сгради с пасивно използване на слънчевата, ветровата и геотермалната енергия, ТСУА, бр. 6, 1989
3. Photovoltaic Geographical Information System, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
4. Muneer, T., Solar radiation and Daylight models, Elsevier, 1997, 2004
5. Hofierka, J., Šúri M., The solar radiation model for Open source GIS: implementation and applications, *Open source GIS - GRASS conference*, Trento, Italy, 2002

A COMPARISON OF TWO METHODS IN SEARCH OF OPTIMAL ORIENTATION OF BUILDINGS WITH EQUAL PLAN, VOLUME AND DIFFERENT ROOF SLOPE IN RESPECT TO RECEIVED SOLAR RADIATION

St. Ivanova³, R. Savov⁴

Keywords: *direct and diffuse solar radiation, anisotropic model, optimal orientation, PVGIS*

Research area: *Computer Aided Engineering / Architecture*

ABSTRACT

This article describes and compares the results from two methods in search of optimal orientation of buildings with equal form, plan and volume, but different orientation and roof slope, in respect to received solar radiation, which is important for the energy effectiveness of a building. First method examines the quantity of direct solar radiation, received from a building with square plan in a fixed typical day of the winter season. The second method calculates and analyzes received from the same building the summary quantity global solar radiation (direct and diffuse) for the whole winter season, in comparative analysis with the results for the summer season.

³ St. Ivanova, UACEG, solarina@online.bg

⁴ R. Savov, Assoc. Prof., D-r, VFU "Chernorizets Hrabar", rossen@savov.net