

РЕГИОНАЛНА ЕНЕРГИЙНА АГЕНЦИЯ - РУСЕ

КАЛКУЛАЦИЯ на ПРОИЗВОДСТВОТО на ФОТОВОЛТАИЧНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА НА ТЕРИТОРИЯТА НА ГРАД РУСЕ

Идеен проект и технико-икономически анализ на фотоволтаична
електроцентрала

изготвен по заявка от фирма ЕТ „Б.Сакалъ”

Екип на Регионална Енергийна Агенция - Русе



Intelligent Energy  Europe

Обяснителна записка

Настоящата калкулация е подкрепена с таблица на EXCEL, където могат да бъдат променяни изходните данни с цел проиграване на различни сценарии и достигане на оптимален технико-икономически вариант. Разполагаме със следните изходни данни:

- Инсталирана мощност на централата, KWp:

Измерва се в KWp (киловат пик) и се равнява на сумата от номиналните мощности на всички инсталирани фотоволтаични модули. Тази мощност на практика се достига само при определени условия (безоблачно време, ниска температура на околната среда, вятър и др.). През останалото време централата генерира по-малко електроенергия от пиковата и това е нормално за абсолютно всички фотоволтаични електроцентрали.

- Без следене, с едноосно следене и с двуосно следене:

Имаме три варианта за разположение на фотоволтаичните панели: на фиксирани носещи конструкции, на следящи конструкции с едноосно следене и на следящи конструкции с двуосно следене. Статично разположените фотоволтаици имат по-ниско електропроизводство в сравнение с тези които следват движението на слънцето, но пък цената на системата е по-ниска и поддръжката е незначителна. Следящите системи могат да постигнат значително по-високо електропроизводство – с до 45%, но тяхната поддръжка е по-сложна и цената им е по-висока. Смята се, че за по-малки мощности - в киловатовата област е по-изгодно да се направи следяща система. Реално погледнато – следящата система ще изисква повече грижи, поради това че има движещи се части и електронна система за следене. Въпрос на пресмятане е кой вариант е по-подходящ за конкретна ситуация. Не може да се даде еднозначен отговор на въпроса кой вариант е по-добър – зависи от конкретната ситуация.

- Ефективни работни часове на година (без следене), ч:

За получаване на ефективните работни часове при различните режими сме използвали информацията на интернет страницата: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>. Известно е, че много немски фирми използват същия сайт, за да прогнозират производството на подобни съоръжения и по този начин от една страна получават коректни данни, а от друга спестяват на възложителя на проекта скъпоструващия т.нар „слънчево-енергиен одит”. За да пресметнем възможно най-точно тези ефективни работни часове е нужно да предвидим какви ще бъдат загубите на съоръжението независимо силно от метеорологичните условия – загуби в инверторите, проводниците, свързките, трансформатора (ако има такъв) и др. Ефективните работни часове за град Русе според

PVGIS при загуби от 5,5% са: **1230 часа**. Тази стойност е осреднена и чрез нея се получава общото производство на централата за една година. На практика тя ще работи винаги когато е ден – през около половината време през годината (около 4380 часа), като ще произвежда различно според това в коя част на деня се намираме. За усреднената стойност се приема, че централата е работила на пълна мощност и я въвеждаме за улеснение на пресмятанията.

- Ефективни работни часове на година (с едноосно следене), ч:

Ефективните работни часове на година при едноосно следене на слънцето според PVGIS са **1610 часа**, като за вертикална и хоризонтална ос се получават сходни данни.

- Ефективни работни часове на година (с двуосно следене),ч:

Ефективните работни часове на година при двуосно следене на слънцето според PVGIS са **1640 часа**.

- Вид на модулите:

Има различни видове модули – монокристални, поликристални, тънкослойни и др. Кристалните модули са се доказали във времето и затова са избрани те за калкулацията. Тънкослойните модули са по-евтини, но изискват по-голяма площ за единица инсталирана мощност, а от там и повече носещи конструкции, кабели и крепежни елементи. Спорен е въпросът, дали ниската цена на модула може да се компенсира от другите разходи. Освен това, тънкослойни модули се използват само за статични конструкции и никога при следене.

- Загуба на производителност на година,%:

Това е параметър, характерен за всички фотоволтаични елементи. Силициевите клетки стареат с времето и намаляват своята производителност с около 1% на година. Производителите гарантират, че спадът няма да е по-голям от 1% на година, което означава, че може да бъде и по-нисък. Този спад е взет под внимание в калкулацията.

- Цена на електроенергията произведена от фотоволтаици за 2010 година за MWh, лева без ДДС:

„На основание чл. 21, ал. 1 от ЗВАЕИБ, ДКЕВР ежегодно до 31 март определя преференциални цени за продажба на електрическа енергия, произведена от възобновяеми или алтернативни енергийни източници, с изключение на енергията, произведена от водноелектрически централи с инсталирана мощност над 10 MW.”

„Въз основа Р Е Ш Е Н И Е № Ц-018 от 31.03. 2010 г. Държавната комисия за енергийно и водно регулиране определи преференциална цена за електроенергията

произведена от фотоволтаични модули с обща мощност над 5 KWr от 728,29 лева без ДДС за MWh. ”

- Прогнозна цена на електроенергията произведена от фотоволтаици за 2011 година за MWh, лева без ДДС:

Цената на електроенергията произведена от фотоволтаични модули с обща инсталирана мощност над 5 KWr за 2010г. е с 3,6% по-ниска от тази през 2009г. Затова прогнозираме, че тенденцията ще се запази и цената за 2011г. ще бъде с около 3,6% по-ниска от тази за 2010г. В калкулацията сме предвидили цена от 702,07 лева без ДДС за MWh.

- Цена на централата за KWr (без насочване), лева с ДДС:

Крайната цена на централата се определя от няколко компоненти:

1. Цена на земята.
2. Цена на проектирането и узаконяването.
3. Цена на оборудването.
4. Цена на монтажа.

Цената на земята варира в широки граници, но въпреки това не е определяща за цената на централата. Дори и много скъпата земя не може да струва повече от 1-2% от крайната цена на съоръжението.

Проектирането и узаконяването на централата е тежка и времеемка процедура. Предвиждат се промени в законодателството с цел улесняване на процедурите. На този етап е нужно да се предвидят около 12 месеца и 30 000 лева на MWr инсталирана мощност. Важно е да се има предвид, че при по-малка мощност разходите не намаляват в същото съотношение с намаляването на мощността. Например за 200 KWr разходите няма да бъдат 5 пъти по малко, а около $\sqrt{5} = 2,24$ пъти по-ниски или около 13500 лева. Цената на оборудването също варира в широки граници. Истина е, че могат да се намерят модули за около 2 900 лева за KWr, което е много добра цена, в сравнение с общоприетото схващане, че качествените модули струват поне 4 000 лева за KWr. Видно е, че половината от разходите са за модулите, които безспорно са най-скъпата част от централата. Затова техният избор е критичен за цената на съоръжението и възвръщаемостта на инвестицията. Другата част от оборудването – кабели, муфи, инвертори, защиты, трансформатор и др., присъединителни съоръжения поемат останалата част от разходите и струват около 2 200 – 3 100 лева за KWr. Тук

определянето на точната цена изисква подбор на конкретни съоръжения и е предмет на идейния проект.

Цената на конструкциите и техният монтаж струва около 400 – 500 лева за КВт, в зависимост коя е фирмата изпълнител и какви материали използва, какви конструкции се използват и т.н. Когато има следене на слънцето цената ще бъде доста по-висока и може да достигне до 1 100 – 1 500 лева за КВт. Покривната конструкция пък ще бъде по-евтина, тъй като няма забиване в земята и сложни операции по закрепването.

- Крайна цена на централата (без насочване) , лева с ДДС:

Приемаме крайната цена на централата да бъде 6000 лева за КВт. Тази цена естествено е приблизителна и може да варира. На този етап на развитие на техниката и съобразно флукуациите на пазара не е реалистично да се получи крайна цена на централата с добро качество на оборудването под 5000 лева за КВт., което считаме за абсолютен минимум в момента. Всяко допълнително намаляване ще се отрази на качеството.

- Цена на централата за КВт (с едно- или двусно насочване) , лева с ДДС:

Когато имаме следене на слънцето цената е по-висока, главно заради по-сложната система за следене и подвижните части, които трябва да работят при екстремни условия – зимата до -30°C, лятото до над 40°C. Калкулацията показва, че добивът при едно- и двусно насочване е приблизително еднакъв. Затова е целесъобразно да се избере едноосно следене, тъй като то ще бъде по-изгодно като цена и ще предизвиква по-малко проблеми при поддръжката. Залагаме в калкулацията цена от 7400 лева за КВт, която естествено може да претърпи промени при избора на оборудване.

- Крайна цена на централата (с едно или двусно насочване) , лева с ДДС:

Двусното следене води до най-високи добиви и е най-скъпо и най-трудно за поддръжка. Цената му е съизмерима с тази на едноосното следене – 7400 лева за КВт. При изчисляване на годишния добив се вземат предвид производителността на модулите за съответната година и ефективните работни часове на година според избраната технология – със следене или без следене. Освен това са предвидени два сценария на образуване на преференциалната цена. Тъй като според законодателството в момента цената може да търпи промени всяка година сме предвидили среден спад на цената от 3,6% на година. Все повече се говори за промяна в закона, като цената за целия период на изкупуване на електроенергията, който за България е 25 години, цената ще остава непроменена. На този принцип е изграден и втория сценарий за ценообразуването – фиксирана цена за целия период на договора за изкупуване на електроенергията.

Калкулация на производството и приходите от фотоволтаична централа	
Инсталирана мощност на централата, KWp	300
Ефективни работни часове на година (без следене), ч	1230
Ефективни работни часове на година (с едноосно следене), ч	1610
Ефективни работни часове на година (с двуосно следене), ч	1640
Вид на модулите	моно / поли-кристални
Загуба на производителност на година,%	1,00%
Цена електроенергията от фотоволтаици за 2010 година за MWh, лева	728,29
Прогнозна цена на електроенергията от фотоволтаици за 2011 година за MWh, лева	702,07
Цена на централата за KWp (без насочване), лева с ДДС	6000
Крайна цена на централата (без насочване), лева с ДДС	1 800 000
Цена на централата за KWp(с едно- или двуосно насочване), лева с ДДС	7400
Крайна цена на централата (с едно или двуосно насочване), лева с ДДС	2 220 000

Година	Производителност на модулите, %	Годишен добив, MWh (без следене)	Годишен добив, MWh (с едноосно следене)	Годишен добив, MWh (с двуосно следене)	Фиксирана цена за MWh, лева без ДДС	Плаваща цена за MWh, лева без ДДС	Годишен приход при фиксирана цена (без следене), лева без ДДС	Годишен приход при плаваща цена (без следене), лева без ДДС	Годишен приход при фиксирана цена (с едноосно следене), лева без ДДС	Годишен приход при плаваща цена (с едноосно следене), лева без ДДС	Годишен приход при фиксирана цена (с двуосно следене), лева без ДДС	Годишен приход при плаваща цена (с двуосно следене), лева без ДДС
1	100,00%	369,00	483,00	492,00	702,07	702,07	259 064	259 064	339 101	339 101	345 419	345 419
2	99,00%	365,31	478,17	487,08	702,07	676,80	256 474	247 241	335 710	323 624	341 965	329 654
3	98,00%	361,62	473,34	482,16	702,07	652,43	253 883	235 933	332 319	308 822	338 511	314 577
4	97,00%	357,93	468,51	477,24	702,07	628,94	251 292	225 118	328 928	294 667	335 057	300 158
5	96,00%	354,24	463,68	472,32	702,07	606,30	248 702	214 777	325 537	281 130	331 602	286 369
6	95,00%	350,55	458,85	467,40	702,07	584,48	246 111	204 888	322 146	268 187	328 148	273 184
7	94,00%	346,86	454,02	462,48	702,07	563,43	243 521	195 433	318 755	255 811	324 694	260 577
8	93,00%	343,17	449,19	457,56	702,07	543,15	240 930	186 393	315 364	243 978	321 240	248 524
9	92,00%	339,48	444,36	452,64	702,07	523,60	238 339	177 751	311 973	232 666	317 786	237 001
10	91,00%	335,79	439,53	447,72	702,07	504,75	235 749	169 489	308 582	221 852	314 331	225 986
11	90,00%	332,10	434,70	442,80	702,07	486,58	233 158	161 592	305 191	211 515	310 877	215 456
12	89,00%	328,41	429,87	437,88	702,07	469,06	230 567	154 044	301 800	201 635	307 423	205 392
13	88,00%	324,72	425,04	432,96	702,07	452,17	227 977	146 830	298 408	192 192	303 969	195 773
14	87,00%	321,03	420,21	428,04	702,07	435,90	225 386	139 936	295 017	183 168	300 515	186 581
15	86,00%	317,34	415,38	423,12	702,07	420,20	222 795	133 347	291 626	174 544	297 061	177 797
16	85,00%	313,65	410,55	418,20	702,07	405,08	220 205	127 052	288 235	166 304	293 606	169 403
17	84,00%	309,96	405,72	413,28	702,07	390,49	217 614	121 037	284 844	158 431	290 152	161 383
18	83,00%	306,27	400,89	408,36	702,07	376,44	215 023	115 291	281 453	150 909	286 698	153 721
19	82,00%	302,58	404,18	403,44	702,07	362,88	212 433	109 801	283 764	146 671	283 244	146 402
20	81,00%	298,89	391,23	398,52	702,07	349,82	209 842	104 558	274 671	136 860	279 790	139 410
21	80,00%	295,20	386,40	393,60	702,07	337,23	207 252	99 549	271 280	130 304	276 335	132 732
22	79,00%	291,51	381,57	388,68	702,07	325,09	204 661	94 766	267 889	124 043	272 881	126 355
23	78,00%	287,82	376,74	383,76	702,07	313,38	202 070	90 198	264 498	118 064	269 427	120 264
24	77,00%	284,13	371,91	378,84	702,07	302,10	199 480	85 836	261 107	112 355	265 973	114 448
25	76,00%	280,44	367,08	373,92	702,07	291,23	196 889	81 671	257 716	106 903	262 519	108 895