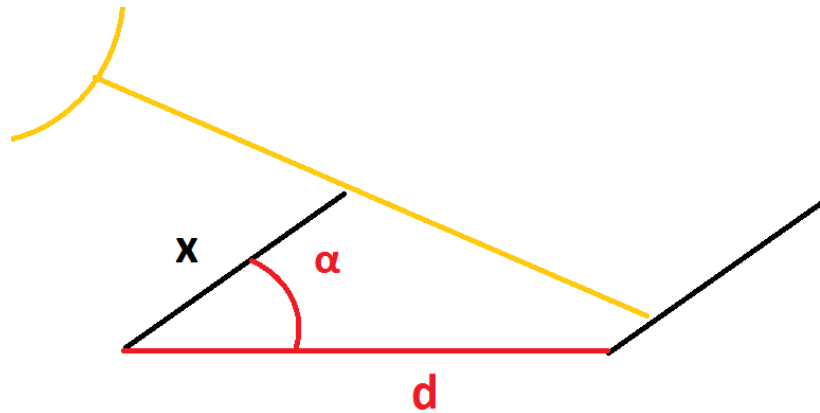


Päikesepaneelide optimeerimine lamekatusel

Andri Jagomägi

1. Päikesepaneelide installeerimise nurk ning ridadevaheline kaugus

Päikeseelektri süsteemi enda poolt tekitatud varjud sõltuvad paneelide installeerimisnurgast ning kahe järjestikku paikneva rea omavahelisest kaugusest.



J1. Tagumistele paneeliridadele langevad varjud sõltuvad paneeli installeerimise viisist. Analüüsi tulemustes on paneeliridade omavaheline kaugus esitatud parameetrimina $r = d/x$, kus d on paneelidevaheline kaugus ning x on paneeli küljepikkus.

Tabelis T1 on toodud üksteise taha jäävatele paneeliridadele langev aastane globaalne kiirgus hulk sõltuvalt installeerimise nurgast ning parameetrist $r = d/x$. Installeerimise nurk on paneeli kaldenurk horisontaaltasandi suhtes. Päikesepaneeli sisemise topoloogia tõttu pole elektriline kadu lineaarselt võrdeline varju pindalaga. Tabel T2 näitab varjutatud PV paneeli poolt genereeritud elektrienergia vähenemist võrreldes optimaalselt orienteeritud varjudeta paneeliga. Arvutused on tehtud eeldusel, et päikesepaneel on installeeritud külili (*landscape* orientatsioon). Antud orientatsioon on soovituslik, kuna paneeli sisemiste ühenduste tõttu on sellisel juhul horisontaalpiirjoontega varjude mõju tootlikkusele väiksem. Tulemused on rakendatavad kõikidele paneelidele, millel on 6 rida elemente ning mis on kaitstud 3 ümberviigu diodiga.

T1. Üksteise taga paiknevatele paneeliridadele langev aastane globaalne kiirgushulk sõltuvalt installeerimisnurgast ning parameetrist r . Kiirgushulga mõõtühikuks on kWh/m². Varjudeta optimaalselt orienteeritud pinnal on aastane kiirgushulk Tallinnas ca. 1100 kWh/m².

r	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	4.0	5.0	7.0
pindala katvus %	83	71	63	56	50	45	42	38	36	33	31	29	25	20	14
nurk α 10	991	998	1000	1001	1002	1002	1002	1002	1003	1003	1003	1003	1003	1003	1003
11	996	1005	1008	1010	1010	1011	1011	1012	1012	1012	1012	1012	1013	1013	1013
13	999	1011	1015	1017	1018	1019	1020	1020	1020	1021	1021	1021	1022	1022	1022
14	1001	1016	1021	1024	1026	1027	1028	1028	1028	1029	1029	1029	1030	1031	1031
15	1001	1020	1027	1030	1032	1034	1035	1035	1036	1037	1037	1037	1038	1039	1039
17	1001	1023	1031	1036	1038	1040	1041	1042	1043	1044	1044	1045	1045	1046	1047
18	999	1025	1035	1040	1044	1046	1047	1049	1049	1050	1051	1051	1052	1053	1055
20	997	1026	1038	1044	1048	1051	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1062
21	994	1026	1040	1048	1052	1055	1057	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1066	1068
23	991	1026	1042	1050	1056	1059	1061	1063	1065	1066	1067	1068	1070	1071	1074
24	988	1025	1042	1052	1058	1062	1065	1067	1069	1070	1071	1072	1074	1076	1079
25	984	1024	1042	1053	1060	1064	1068	1070	1072	1074	1075	1076	1079	1081	1083
27	979	1022	1042	1054	1061	1066	1070	1073	1075	1077	1078	1079	1082	1085	1088
28	974	1019	1041	1054	1062	1067	1072	1074	1077	1079	1081	1082	1085	1088	1091
30	969	1016	1039	1053	1062	1068	1073	1076	1078	1081	1082	1084	1087	1091	1094
31	964	1013	1037	1052	1061	1068	1073	1076	1079	1082	1084	1085	1089	1093	1097
33	958	1009	1034	1050	1060	1067	1073	1076	1080	1082	1084	1086	1090	1095	1099
34	953	1004	1030	1047	1058	1066	1072	1076	1079	1082	1084	1086	1091	1096	1100
35	947	999	1026	1044	1056	1064	1070	1075	1078	1081	1084	1086	1091	1096	1101
37	941	994	1022	1040	1053	1061	1068	1073	1077	1080	1083	1085	1090	1096	1101
38	935	989	1017	1036	1049	1058	1065	1071	1075	1078	1081	1084	1089	1095	1101
40	929	983	1012	1032	1046	1055	1062	1068	1073	1076	1079	1082	1088	1094	1100
41	922	977	1006	1027	1041	1051	1059	1065	1070	1073	1076	1079	1086	1092	1099
43	916	970	1001	1021	1037	1046	1055	1061	1066	1070	1073	1076	1083	1090	1097
44	909	964	994	1016	1031	1042	1050	1057	1062	1066	1070	1073	1080	1087	1095
45	903	957	988	1010	1026	1036	1045	1052	1058	1062	1066	1069	1076	1084	1092
47	896	950	981	1003	1020	1031	1039	1047	1053	1057	1061	1064	1072	1080	1089
48	889	942	974	996	1013	1025	1033	1041	1047	1052	1056	1059	1067	1076	1085
50	882	934	966	989	1006	1018	1027	1035	1041	1046	1051	1054	1062	1071	1081
51	874	926	958	981	998	1011	1020	1028	1035	1040	1044	1048	1056	1066	1076
53	867	918	950	973	990	1003	1013	1021	1028	1033	1038	1042	1050	1060	1071
54	859	910	942	965	982	996	1005	1013	1020	1026	1031	1035	1043	1054	1065
55	851	901	933	956	973	987	997	1006	1012	1018	1023	1027	1036	1047	1059
57	843	892	924	947	965	979	988	997	1004	1010	1015	1019	1028	1039	1052
58	835	883	914	938	955	970	979	988	996	1002	1007	1011	1020	1032	1044
60	826	873	904	928	946	960	970	979	986	992	998	1002	1012	1023	1037

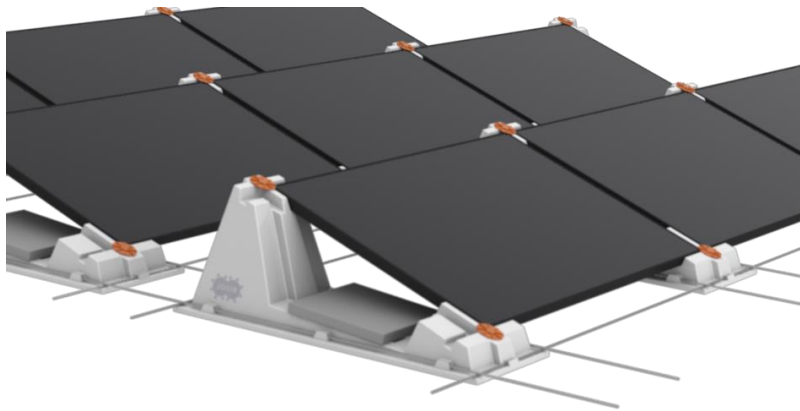
T2. Aastane tootluse kadu protsentides sõltuvalt süsteemi konfiguratsioonist. Kadu on arvatud varjudeta süsteemi suhtes.

<i>r</i>	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	4.0	5.0
pindala katvus %	83	71	63	56	50	45	42	38	36	33	31	29	25	20
nurk α 10	12	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10
11	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
13	12	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
14	12	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8
15	12	10	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7
17	13	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
18	13	9	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6
20	13	10	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5
21	14	10	8	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
23	14	10	8	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4
24	15	10	8	7	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4
25	16	10	8	7	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4
27	16	11	8	7	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3
28	17	11	8	7	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3
30	17	11	9	7	6	5	5	4	4	4	4	4	3	3
31	18	12	9	7	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3
33	19	12	9	8	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3
34	19	13	10	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3	2
35	20	13	10	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3	2
37	21	14	11	9	7	6	6	5	5	4	4	4	3	2
38	21	15	11	9	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3
40	22	15	12	9	8	7	6	6	5	5	4	4	3	3
41	23	16	12	10	8	7	7	6	5	5	5	4	4	3
43	23	16	13	11	9	8	7	6	6	5	5	5	4	3
44	24	17	14	11	9	8	8	7	6	6	5	5	4	3
45	24	18	14	12	10	9	8	7	7	6	6	5	5	4
47	25	18	15	12	10	9	9	8	7	7	6	6	5	4
48	26	19	16	13	11	10	9	8	8	7	7	6	5	5
50	26	20	16	14	12	11	10	9	8	8	7	7	6	5
51	27	20	17	15	13	11	10	10	9	8	8	7	6	5
53	27	21	18	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	6
54	28	22	19	16	14	13	12	11	10	10	9	9	8	7
55	29	23	20	17	15	13	13	12	11	10	10	9	8	7
57	29	24	20	18	16	14	13	12	12	11	10	10	9	8
58	30	24	21	19	17	15	14	13	13	12	11	11	10	9
60	31	25	22	20	18	16	15	14	13	13	12	12	11	9

2. Konstruksioonide valik

Lamekatustele mõeldud päikesepaneelide konstruktsioone saab liigitada paigaldamise viisi järgi kaheks. Esimesteks on nn. lisaraskusega katuse peale asetatavad alused ehk ballastalused (Joonis J2). Nende puhul katusekonstruktsioonidesse läbiviike pole tarvis teha. Tuule tõttu tekkiv tõste- ning nihkejõud kompenseeritakse lisaraskuse abil. Lisaraskuse arvutused viiakse läbi ehitusnormide järgi.

Teiseks kinnitusmeetodiks on aluste fikseerimine katuse kandekonstruktsioonide külge (Joonis J3). Mõlemal meetodil on nii positiivseid kui ka negatiivseid külgi, mis on välja toodud tabelis T3.



J2. Lisaraskusega fikseeritavad päikesepaneelide alused. (Foto www.bisol.com)



J3. Katuse kandekonstruktsioonide külge fikseeritud alused.

T3. Kinnitusmeetodite plussid ja miinused. Konkreetne valik sõltub detailsemast analüüsist koostöös hoone konstruktoriga.

Ballastsüsteem	Fikseeritud süsteem
<ul style="list-style-type: none"> + lihtne paigaldus + soodsam hind + ei läbista katust 	<ul style="list-style-type: none"> + optimaalsem nurk väikeste süsteemide juures + madalam töötemperatuur + talvel kukub lumi maha + kergem
<ul style="list-style-type: none"> -väikese pindala katvuse juures optimaalsest väiksem nurk -kõrgem töötemperatuur -suurem koormus katusele -talvel lumeprobleem 	<ul style="list-style-type: none"> -kõrgem hind -keerulisem paigaldus -katuses läbiviigid

Euroopa Regionaalfondist rahastatav projekt „Ehitusintegreeritud fotoelektriliste päikesepaneelide kasutamine Eesti tingimustes“, nr 3.2.0801.11-0003