



MKM määruse nr 63, 08.10.12
**„Hoonete energiatõhususe
arvutamise meetodika“
taastuenergia peatükist**

Teet Tark
Hevac OÜ
29.11.12



**4 jagu: Lokaalse taastuenergia
süsteemid**

- Aluseks Soome uuringud
- Päikesekollektorid: soojuse tootmine
- Päikesepaneelid: elektri tootmine
- Tuulegeneraatorid: elektri tootmine

Tõendamise põhimõtted

- Asjakohase tarkvara kasutamine
- Määruses toodud ligikaudsed valemid

Päikesekollektorid





Päikesekollektorid

- Nõuded tarkvarale:
 - võimaldama kasutada Eesti energiaarvutuste baasaasta kliima parameetreid,
 - võtta arvesse sõltuvalt kollektori suunatusest, kaldenurgast ja tekkivatest varjudest kollektori pinnale langevat päikese kiirgusvoogu,
 - võtta arvesse kollektori ja süsteemi soojuskadusid,
 - võtta arvesse salvestuspaagi laadimise iseärasusi ja hoone soojuskasutust
 - lähtuda seadme tootja poolt antud tehnilistest parameetritest.



Päikesekollektorid

- Soe tarbevesi lihtsustatud valem

$$Q_{kol} = 210 \cdot A_{kol} \cdot k_{ik} \cdot k_{nurk}$$

Kus Q_{kol} on päikesekollektorist saadav aastane soojatarbevee soojus kWh/a;
 210 on kollektori poolt toodetud soojusenergia kollektori aktiivpindala kohta kWh/(m²a);
 A_{kol} on kollektori aktiivpindala, millele ei teki varje m²;
 k_{ik} on tegur, mis arvestab kollektori suunatust ilmakaarte suhtes- (k_{ik} väärtused on toodud tabelis 16)

k_{nurk} on tegur, mis arvestab kollektori kaldenurka horisondi suhtes- (k_{nurk} väärtused on toodud tabelis 17).

Maksimaalne päikesekollektorist saadav tarbevee soojusenergia on **50 %** aastasest sooja tarbevee energiakasutusest.

Seda ületavat osa ei võeta energiaarvutuses arvesse.



Päikesekollektorid

Tabel 16. Kollektori või paneeli suunatuse tegur, k_{ik}

Suunatus	k_{ik} -
Kagu/lõuna/edel	1,0
Ida/lääs	0,8
Loe/põhi/kirre	0,6

Tabel 17. Kollektori või paneeli kaldenurga tegur, k_{nurk}

Kaldenurk	k_{nurk} -
<30°	1
30-70°	1,2
>70°	1



Päikesekollektorid

- Kollektori ringluspump

$$E_{kol.pump} = (50 + 5A_{kol}) \cdot t_{kol.pump} / 1000,$$

Kus $E_{kol.pump}$ on päikesekollektori ringluspumba aastane elektrikasutus kWh/a;

A_{kol} on kollektori aktiivpindala, millele ei teki varje m²;

$t_{kol.pump}$ on kollektori ringluspumba töötundide arv aastas h.

Täpsemate andmete puudumisel võib võtta ringluspumba töötundide arvuks $t_{kol.pump}$ 2000 h/a.

Näide: päikesekollektor

- Väikeelamu
 - Kõetav pind 200 m²
 - Kollektorite aktiivne pind 11 m²
 - Kollektori kaldenurk 45 °
 - Suunatud lõunasse

$$Q_{kol} = 210 \cdot A_{kol} \cdot k_{ik} \cdot k_{nurk}$$

$$Q_{kol} = 210 \cdot 11 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2\,772 \text{ kWh}$$

Tabel 5. Sooja tarbevee erikulu ja netoenergiavajadus kütava pinna ruutmeetri kohta.

Hoone kasutusotstarve	Sooja vee erikulu	Netoenergiavajadus
	l/(m ² a)	kWh/(m ² a)
Väikeelamu	430	25
Korterelamu	520	30
Büroohoone, raamatukogu ja		

$$Q_{stv} = 200 \cdot 25 = 5\,000 \text{ kWh}$$

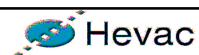
$$50\%: 5\,000 \cdot 0,5 = 2\,500 \text{ kWh}$$

ETA's läheb arvesse 2 500 kWh, mitte 2 772 kWh



Päikesepaneelid





Päikesepaneelid

$$E_{pan} = \frac{Q_{päike} \cdot P_{max} \cdot k_{kas}}{I_{ref}}$$

Kus E_{pan} on päikesepaneelidega toodetud aastane elektrienergia kWh/a;

$Q_{päike}$ on päikesepaneelide pinnale, millele ei teki varje, tulev aastane päikesenergia kWh/a

P_{max} on päikesepaneelide maksimaalne võimsus standardtingimustel kW($I_{ref}=1$ kW/m², temperatuur 25 °C);

k_{kas} on tegur, mis arvestab päikesepaneeli kastutingimusi;

I_{ref} on standardkiirgus 1 kW/m².



Päikesepaneelid

$$Q_{päike} = 960 \cdot k_{ik} \cdot k_{nurk}$$

Kus 960 on horisontaalpinnale tulev aastane päikesekiirgus kWh/(m²a);

k_{ik} on tegur, mis arvestab päikesepaneelide suunatust ilmakaarte suhtes (k_{ik} väärtused on toodud tabelis 16);

k_{nurk} on tegur, mis arvestab päikesepaneelide kaldenurka horisondi suhtes (k_{nurk} väärtused on toodud tabelis 17).

Päikesepaneelid

Päikesepaneeli maksimaalne võimsus standardtingimustel P_{max} sõltub paneeli tüübist ja saadakse lähtudes tootja andmetest. Kasutustingimuste tegur k_{kas} võtab arvesse päikesepaneeli ümbritseva keskkonna iseärasused (temperatuur, paneeli paigaldus) ja kaod vahelduvvooluks muundamisel. Täpsemate andmete puudumisel võib kasutada tabelis 18 toodud väärtusi.

Tabel 18. Päikesepaneeli kasutustegur, k_{kas}

Paneeli paigaldusviis	k_{kas} -
Tuulutuseta	0,7
Mõõduka tuulutusega	0,75
Intensiivse tuulutusega	0,8

Tuul





Tuul

- Tuulest toodetud elektrienergia arvutamisel tuleb lähtuda tuulegeneraatori paigalduskoha tuule andmetest, võttes arvesse generaatori kasuteguri ja tiiviku mõõtmed.
- **Energiaarvutuste baasaasta andmeid ei saa kasutada tuulest toodetud energia arvutamiseks.**



Tuul

- Täpsem valem:

$$E_{tuul} = \sum_{i=v_{min}}^{v_{max}} A_{tiivik} \cdot v_i^3 \cdot \rho \cdot \eta_{gen,i} \cdot t_i \cdot 0,5/1000,$$

Kus E_{tuul} on generaatori poolt toodetud aastane elektrienergia kWh/a;
 A_{tiivik} on tiiviku pöörlemisel moodustuv pindala õhuvoolu suhtes m^2 ;
 v_i on tuule kiirus, mil tuulegeneraator toodab elektrit m/s;
 v_{min} on väikseim tuule kiirus, mil tuulegeneraator toodab elektrit m/s;
 v_{max} on suurim tuule kiirus, mil tuulegeneraator toodab elektrit m/s;
 ρ on õhu tihedus $1,2 \text{ kg/m}^3$;
 $\eta_{gen,i}$ on tuule kiirusele v_i vastav tuulegeneraatori summaarne kasutegur, mis saadakse generaatori tootja andmetest; t_i on tuule kiirusele v_i vastav generaatori töötundide arv h.

Tuul

- Lihtsustatud valem:

$$E_{tuul} = A_{tiivik} \cdot v_k^3 \cdot \rho \cdot \eta_{k,gen} \cdot 0,5 \cdot B \cdot t / 1000,$$

Kus E_{tuul} on generaatori poolt toodetud aastane elektrienergia kWh/a;

A_{tiivik} on tiiviku pöörlemisel moodustuv pindala õhuvoolule suhtes m^2 ;

v_k on aasta keskmine tuule kiirus m/s;

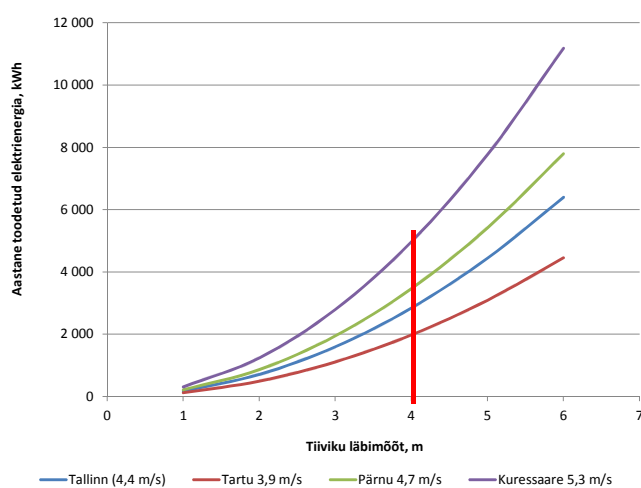
ρ on õhu tihedus $1,2 \text{ kg/m}^3$;

$\eta_{k,gen}$ on tuulegeneraatori aasta keskmine summaarne kasutegur, mis saadakse generaatori tootja andmetest;

B on tegur, mis arvestab generaatori töötamise aja tuule kiiruse jaotust aasta lõikes (täpsemate andmete puudumisel 1,5);

t on generaatori töötundide arv aastas h.

Tuule kiiruse mõju





Täna tähelepanu eest!