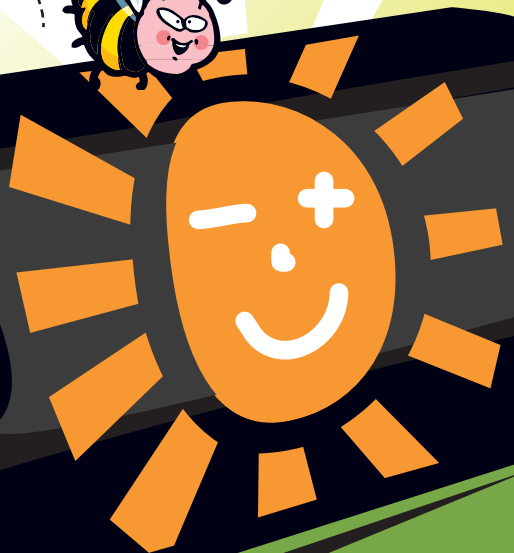
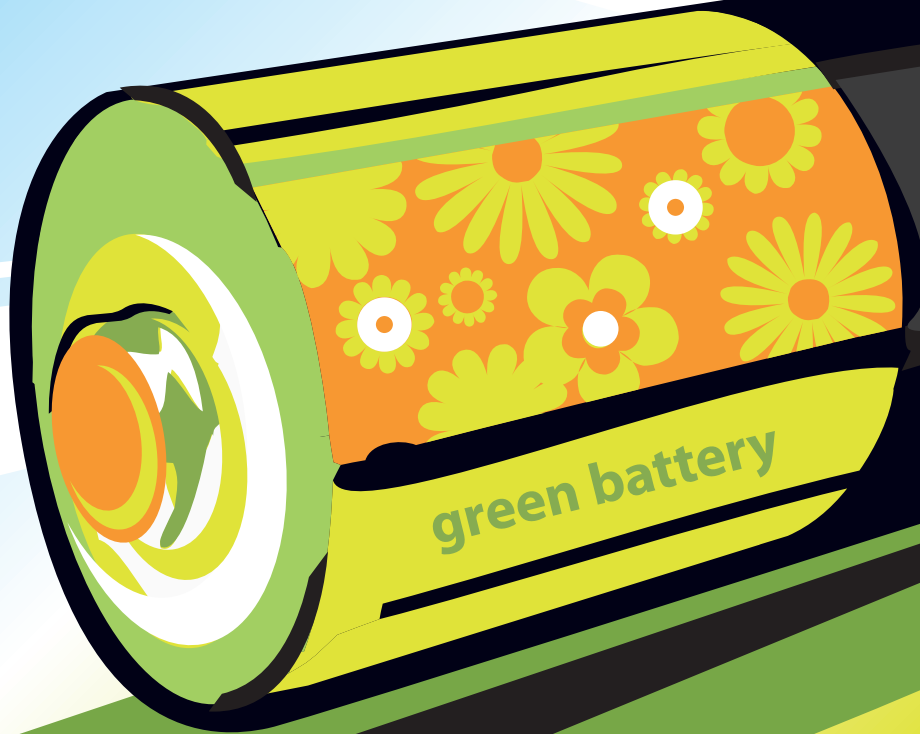


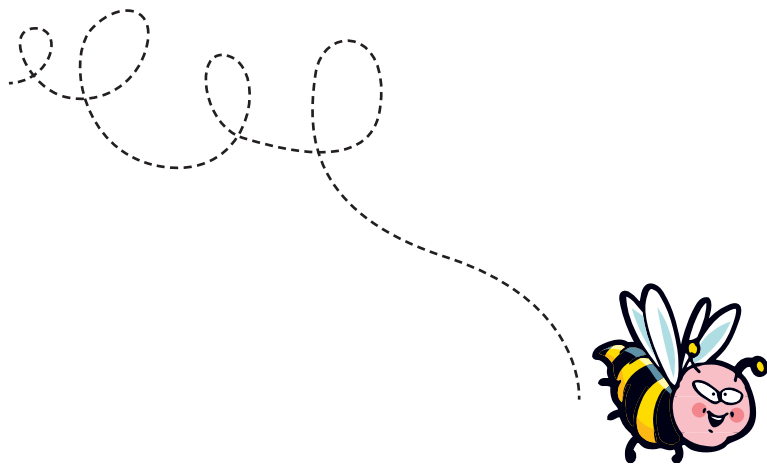
# TEISTMOODI ENERGIA



+CD

Intelligent Energy  Europe





**TEISTMOODI ENERGIA**

Tallinn 2008

Raamat on välja antud rahvusvahelise keskkonnaharidusliku projekti „Kyoto in Home“ raames. Projekti eesmärk on üldsusele kliimaprobleemide selgitamine ja alternatiivsete energiaressursside kasutamismõimaluste tutvustamine. Projektist võtab osa 16 partnerit kümnest Euroopa riigist. Eestis koordineerib tegevusi Kesk- ja Ida-Euroopa Regionaalse Keskkonnakeskuse Eesti esindus sihtasutus REC Estonia.

Käesoleva õppematerjali on koostanud projekti partnerid Inglismaalt, Prantsusmaalt, Itaaliast, Poolast, Tšehhist ja Rumeeniast. Materjal on tõlgitud eesti keelde ning kohandatud kohalikele oludele. Õppematerjalis tutvustatakse, kuidas kodumajapidamises saaks kasutada taastuenergia ressursse, ja kirjeldatakse Eesti häid kogemusi taastuenergia ressursside kasutamisel. Trükisele on lisatud CD-plaat, kust leiab lihtsaid tööjuhendeid katsetamiseks kodus ja koolis.

Keskkonnaekspertid: Urmo Lehtveer, Jüri Miks, Aivar Paabo, Jaan Tepp, Andres Õunmaa

Täname Tõnis Meristet ja Katrin Heinsood.

Tõlkijad: Anneli Saluste, Maiken Staak, Kadri Henno, Wiedemanni tõlkebüroo

Kujundus ja illustratsioonid: NeoArt OÜ

Trükikoda: Ecoprint

Keelekorrekatuur: Ad Altum tõlkebüroo OÜ

Toimetanud: Anne Kivinukk, Maiken Staak (SA REC Estonia)

Raamatu ilmumist toetasid Euroopa Liidu Intelligent Energy Program, SA Keskkonnainvesteeringute Keskus, Eesti Energia ning Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.

Projekti kodulehekülj <http://www.kyotoinhome.info/>

**5**

## **Sissejuhatus**

Kyoto minu kodus 9

Taastuvad energiaallikad ja jätkusuutlikkus 11

**12**

## **Energiasääst kodus**

Ökomärgised aitavad teha valikuid 14

**16**

## **Päikeseenergia otsene kasutus**

Passiivne päikeseenergia 16

Fotoelektrilised süsteemid 26

Päikesepaneelid 32

**36**

## **Päikeseenergia kaudne kasutus**

Biomass 36

Mikrotuulegeneraatorid 46

Soojuspumbad 56

**62**

## **Kokkuvõte**





## Sissejuhatus

Üha kasvav fossiilkütuste kasutamine on kaasa toonud keskkonna saastumise ja kergesti kättesaadavate ressursside ammendumise. Fossiilsete kütuste põletamisel eraldub atmosfääri saasteaineid, mis põhjustavad õhusaastet, happesademeid, terviseprobleeme jpm. Kasvuhoonegaaside kuhjumine atmosfääri ülemistes kihtides on probleem kogu maailmas, sest põhjustab globaalset soojenemist ja kliimamuutusi.

Üleilmset soojenemist põhjustav keskkonnasaaste ning ressursside ammendumine ja energiakasutus on omavahel seotud ja üksteisest sõltuvad nähtused. Maa elanikkonna ja energiakasutuse kasvades kasvab ka surve keskkonnale, mõjutades Maa ökosüsteeme viisil, mida me ei suuda kontrollida.

Veelgi enam, majanduslik tõus paljudes maailma riikides ning inimeste suurem liikuvus on suurendanud nõudlust fossiilkütuste järele. Üha suurenev nõudlus naftatoodete järele tekitab tarneraskusi, sest endised suured naftaväljad on asendunud väiksematega, kust naftat on keerukas välja pumbata. Mõningate prognooside kohaselt peaks naftatootmine jõudma haripunkti viie aasta pärast ning gaasitootmine viieteistkümneme aasta pärast. Fossiilkütuste ammendumine hakkab edaspidi üha enam mõjutama valikuid elektritootmisel, transpordivahendite valikul ja igapäevases majapidamises.

Ainus jätkusuutlik lahendus on kasutada vähem energiat, kasutada energiat tõhusamalt ning, kus vähegi võimalik, asendada fossiilkütused taastuvenergiaallikatega.







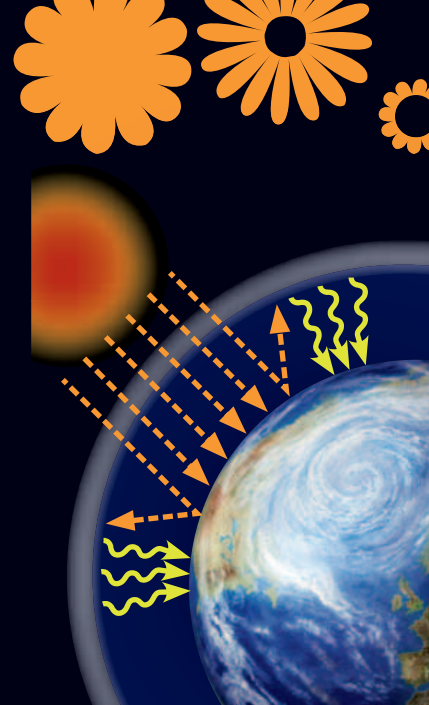
# Kliimamuutused – kust need tulevad?

Taimed ja puud neelavad fotosünteesi käigus süsinikdioksiidi, tootes hapnikku, mida inimesed ja loomad vajavad hingamiseks. Süsinikdioksiidi neeldub ka ookeanides, kus seda kasutab fütoplankton, mis asub toiduahela algpunktis.

Kui süsinikdioksiidi neeldumine on suurem kui selle teke, siis süsinikdioksiidi tase Maa atmosfääris langeb – seda on seostatud jääaegade tekkega minevikus, kui maakera temperatuur langes. Praegused jäämütsid Gröönimaal ja Antarktikas ning Alpide jääliustikud on jäänukid viimasest jääajast. Ja vastupidi, kui süsinikdioksiidi tekib rohkem kui seda neeldub, siis süsinikdioksiidi kontsentratsioon atmosfääris tõuseb. Erinevate geoloogiliste aegkondade põhjal on selgelt tõendatav, et süsihappegaasi taseme tõus atmosfääris langeb kokku globaalse soojenemise perioodidega.

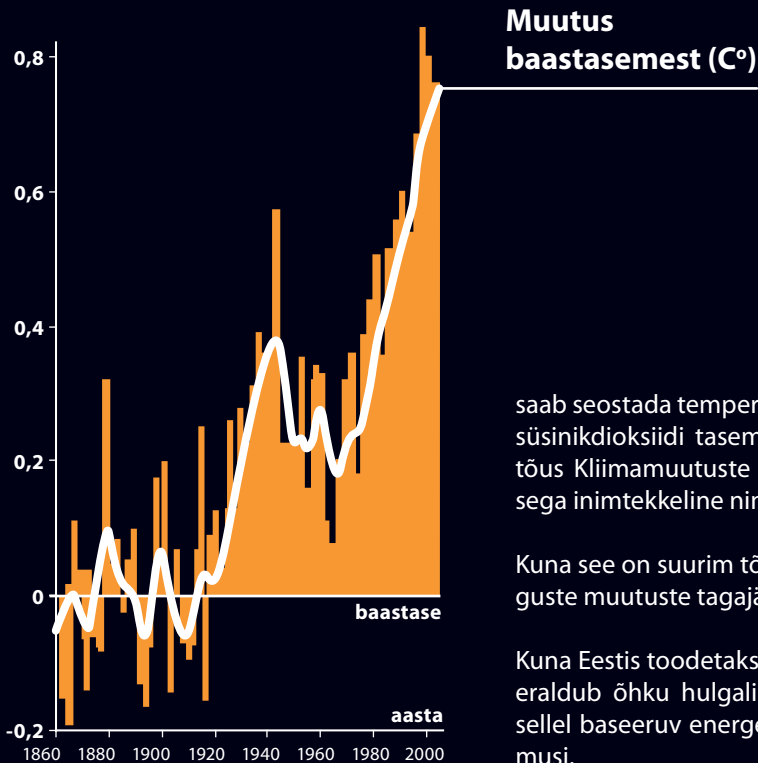
Fossiilkütuste põletamisel eraldub atmosfääri rida gaase, mida nimetatakse kasvuhoonegaasideks ja millest olulisim on süsihappegaas. Kasvuhoonegaaside hulka kuulub peale süsihappegaasi veel umbes 30 ühendit. Sii kuulub näiteks metaan, mida vähesel määral tekib ka looduses. Lisanduvad veel lennukite heitgaasidest pärinev diämmastikoksiid, veeaur jt. Ülemaailmsele soojenemisele aitab suuresti kaasa ka metsamassiivide hävitamine. Kasvuhoonegaasid moodustavad ümber Maa kihi, mis lasevad päikesekiirgusel läbi Maa atmosfääri tungida, kuid ei lase tagasi pikalainelist soojuskiirgust ega veeauru, hoides nii temperatuuri Maal elukõlblikuna. Seega ei ole kasvuhooneefekt midagi kahjulikku, nagu vahel kiputakse arvama, vaid Maal elu säilitamiseks hädavajalik nähtus <sup>1</sup>.

Teadlastele teeb muret süsinikdioksiidi sisalduse vähene ent järjekindel tõus õhu seni üsna püsivas koostises. See on inimtegevuse ilmne tagajärg. Viimase saja aasta vaatlusandmed temperatuuride kohta maailmas näitavad, et süsinikdioksiidi hulga suurenemisega atmosfääris



## <sup>1</sup> Kasvuhooneefekt:

Kasvuhoonegaasid moodustavad ümber Maa kihi, mis lasevad päikesekiirgusel tungida läbi atmosfääri, kuid ei lase tagasi pikalainelist soojuskiirgust ega veeauru, hoides nii temperatuuri Maal elukõlblikuna.



saab seostada temperatuuri tõusu ühe kraadi võrra. Erinevus varasemate kõrge süsinikdioksiidi taseme perioodidega on selles, et praegune süsinikdioksiidi tõus Kliimamuutuste Paneeli (IPCC) andmetel on 90-protsendilise tõenäosusega inimtekkeline ning palju kiirem kui eelmiste kliimamuutuste aegu.

Kuna see on suurim tõus viimase 10 000 aasta jooksul, siis võib arvata, et niisuguste muutuste tagajärjed on ennenägematud.

Kuna Eestis toodetakse valdav osa energiast põlevkivi baasil, mille põletamisel eraldub õhku hulgaliselt süsinikdioksiidi, siis on põlevkivi kaevandamine ja sellel baseeruv energeetika Eesti üks olulisimaid majandus- ja keskkonnaküsimusi.

**2** Temperatuuri muutused (C°) alates 1860. aastast (tööstusliku tootmise baasjoon).





## Kyoto minu kodus

Tõstes esile inimõju olulisust kliimamuutuste tekkel, allkirjastati esimesel keskkonnalasel tippkohtumisel Rio de Janeiro 1992. aastal ÜRO kliimamuutuste raamkonventsioon.

Konventsiooni peamine eesmärk on ohjeldada inimtekkelise kasvuhoonegaaside sisalduse mõju kliimasüsteemile. Selline tase tuleb saavutada ajavahemikuga, mis on piisav selleks, et ökosüsteemid kohaneksid loomulikult kliimamuutustega, ja mis võimaldaks jätkusuutlikku majandusarengut.

Oluline kohtumine toimus 1997. aastal Kyotos, kus võeti eesmärgiks kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamine kaheksa protsendi võrra aastaks 2012 võrreldes 1990. aasta tasemega.

Seoses oma kohustustega Kyoto protokollis raames on Euroopa Liit ja tema liikmesriigid alustanud tegevusi vähendamaks kasvuhoonegaaside emissiooni. Nad on määranud globaalse temperatuuri maksimaalseks kasvuks 2 °C üle tööstusliku tootmise baastaseme. Käesolevaks momendiks on temperatuur jõudnud tõusta juba 0,7 °C. Joonisel 2 on kujutatud alates 1860. aastate tööstuse arengu baastasemest toimunud temperatuuri muutused Celsiuse skaala järgi. Takistamiseks edasist temperatuuritõusu enam kui 2 °C, on lisaks vajalikud täiendavad piirangud ja seda kuni 60 protsendini aastaks 2050.

Kliimamuutus ja vajadus tagada varustuskindlus muudab Euroopa Liidu jaoks üha olulisemaks ühtse energiapoliitika kujundamise. Euroopa Liit on vastu võtnud energia tegevuskava aastani 2009, mis pakub välja viisi, kuidas saavutada tulemusi liidu gaasi ja elektrienergia siseturu paremaks toimimiseks ja turgude sidumiseks. Tegevuskava seab eesmärgid energiatõhususe, taastuvenergia ja biokütuste valdkonnas.



EL soovib 2020. aastaks vähendada kasvuhooonegaaside heitkoguseid vähemalt 20%, samaks ajaks peab taastuvenergia osakaal liidu liikmesriikide peale kokku suurenema 20 protsendini.

Kuna globaalse soojenemise peamiseks põhjuseks loetakse kasvuhooonegaaside heite suurenemist maakera atmosfääris, siis põhistrateegiaks saab energia, eriti fossiilkütustest pärinevat energia tarbimise vähendamine. Kuna 40% kogu energiast tarbitakse kodus, siis on kodu kahtlemata see koht, kust alustada, sest igaüks saab tõhusamaks energiatarbimiseks midagi ära teha.

Kliimamuutusi saab ohjeldada kahel viisil: säästes energiat või võttes kasutusele taastuvad energiaallikad.

Energiat saab säästa ilma igasuguste kuludeta (muutes oma käitumisharjumusi) või väheste kuludega (nt võttes kasutusele säästlikuma olmetehnika). Energiatõhusad seadmed on ostes küll kallimad, kuid tõhusama energiakasutuse tõttu on jooksevkulud väiksemad ja saastatus väheneb. Lõppkokkuvõttes säästab energia kokkuvõttes raha ja parandab elukeskkonna kvaliteeti.

Kodanike tarbimisharjumusi mõjutab ka energia hind. Juhtimaks tarbija otsust õiges suunas, peaksid hinnad peegeldama neid kulutusi, mida ühiskond teeb, et varustada oma liikmeid vajaliku energiaga. Initsiatiiv säästa peaks siiski tulema tarbijalt endalt, kuid riik saab suurendada tarbija motivatsiooni, jagades informatsiooni ja luues majanduslikke soodustusi.

Tasub mees pidada, et paljude energiaallikate puhul maksab kasutaja ainult osa kuludest, samal ajal kui väliskulud (s.o keskkonna-, sotsiaalala ja terviseiga seonduvad kulud) jäävad tähelepanuta ja pahatihti katab need ühiskond. Euroopa Liidu poliitika suund on see, et neid kulusid ei peaks maksma ühiskond, vaid kasutaja, kes peab katma kõik energia tarbimisega seonduvad kulud.



# Taastuvad energiaallikad ja jätkusuutlikkus

Teine oluline samm säästva energiapoliitika suunas on kasutada suhteliselt kättesaadavaid ja laialt levinud taastuvenergiaallikaid – energiakandjaid, mida saadakse ja mis täienevad looduslike protsesside kaudu ning mis kasutamisel ei ammendu. Taastuvenergia allikad on näiteks päikeseenergia, tuul, langev vesi, hoovused, tõusud-mõõnad, temperatuurivahed jm. Ka biomass kuulub taastuvate energiavarude hulka, ehkki selle asendumine on pikaajalisem kui eespool loetletutel.

Taastuvate energiaallikate kasutamisega kaasneb vähene või minimaalne keskkonnamõju. Peamised neist on maastike ja elupaikade kahjustamine, müra ja visuaalne reostus. Tuuleparkide puhul on mõjutatud linnustik, veejõujaamade puhul kalastik.

Taastuva energiakandja põletamisel vabanev süsinikdioksiid seotakse uuesti ainerings, mistõttu seda ei arvestata kasvuhoonegaasiheite hulka.

Sellisel saab rahuldada energiavajadusi ja jätta järgnevatel põlvetele maailma, kus on tervem elukeskkond ja säilinud loodusressursse.

Siiski, teatud juhul võib ka taastuvate energiaallikate kasutamine ökosüsteemile ohtlik olla, kui see toimub liiga intensiivselt ning juurdekasvu põhimõtteid arvestamata. Taastuvate energiaallikate kasutamisega kaasnevaid eeliseid ja negatiivseid külgi tõstetakse esile vastavat energiaallikat käsitleva peatüki juures.

Üldiselt võib taastuvenergia tehnoloogiad jaotada päikeseenergiat otseselt kasutavateks (päikesepaneelid, päikesepatareid, passiivenergia) ja päikest kaudselt kasutavateks taastuvenergiatehnoloogiateks (tuuleturbiinid, biomass, soojuspumbad jm).

Edasistes peatükkides käsitletakse üksikuid tehnoloogiaid ja antakse praktilisi soovitusi, kuidas neid majapidamises rakendada.

## Taastuvaid energiaallikaid iseloomustab:

nende varud on piisavad nad on kohalikul tasandil kättesaadavad

nende kasutamisega kaasneb minimaalselt või ei kaasne üldse saastatust

neid võib otseselt kasutada hoonete kütmiseks energiat ei ole vaja transportida lähtekohast kasutuskohta

nad ei eelda erilist ümbertöötlemist, nt soojus kütmise jaoks

nad on odavapoolsed nende tarbimisega kaasnevad päevased ja aastaajalised erinevused

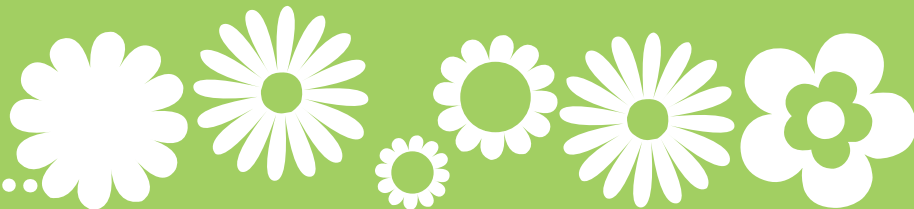


# Energiasääst kodus

Energia säästmiseks on kodus mitmesuguseid võimalusi. Mõned abinõud on lihtsad ja põhinevad näiteks olemasolevate seadmete otstarbekamal kasutamisel. Teised võimalused nõuavad suuremaid kulutusi, olgu see siis energiatõhusamate seadmete ostmise või näiteks hoone renoveerimine.

Energia kokkuhoiuga säästame ressursse, vähendame keskkonnareostust ja aitame kaasa globaalse soojenemise ja kliimamuutuste piiramisele. Energiasäästu investeerimise tulemusena kahanevad elektriarved isegi juhul, kui elektri hinnad tõusevad, sest kütusehinna kiire tõusu tõttu on peaaegu kõik energiasäästumeetmed majanduslikult otstarbekad. Kõige odavam on säästa energiat seadmete tõhusama kasutamisega. Uue seadme ostmisel on otstarbekas investeerida kõige energiatõhusamasse mudelisse, mida saate endale lubada, sest kokkuhoid vana mudeliga võrreldes võib olla isegi kuni 50%.

Energijat kokku hoides saame suurendada mugavustunnet kodus: soojustuse parandamine aitab kaasa temperatuuri ühtlasemale jaotamisele, kondensatsiooni vähendamisele, hingamisele halvasti mõjuvate tolmulestadete tekke takistamisele jms.



## Mõned näpunäited

- Tihendage aknad ja ukseavad. On teada, et akende tihendamine vähendab soojuskadu kaks korda ja toatemperatuur tõuseb umbes kahe kraadi võrra. Jälgida tuleks aknasulgurite korrasolekut. Kolmanda klaasi lisamine akendele vähendab soojuskadu kolm korda.
- Kui toal on rõduuks, siis uurige, kas paneelide vahele saab paigutada soojustust.
- Ruume tuulutatagu tõhusalt ja kiiresti – akna pidev paakilolek ei tuuluta hästi, kuid raiskab palju sooja.
- Paigaldage soojustus sellele toaseinale, mis on ühtlasi välissein. Nii näiteks võiks välisseina äärde nihutada ka riüli.
- Kui toa kohal pole eluruume, siis tuleks kontrollida, ega soojus lae kaudu ei kao. Soojustage ka lagi.
- Radiaatoritagust seina võib isoleerida vastavate paneelidega, millega koos soojeneb ka põrand. Radiaatoritaguse seina soojustamine võib soojuskadu vähendada neljandiku võrra, neljandiku võrra väheneb ka küttekulu.
- Tuba saab soojem, kui välisuks sulgeda, radiaatorid kardinatest ja mööblit vabana hoida, aknale ööseks kardin ette tõmmata jms. Kui tuba tundub külm, on mõttekas selga panna kampsun selle asemel, et kütet lisada.
- Hoiduge liigsoojadest ruumidest: keskmise temperatuuri alandamine ruumis ühe kraadi võrra annab viis protsenti energiasäästu.
- Elektripliiti saab kasutada ökonoomsemalt, kui võtta sobiva suurusega keedunõud ja kasutada ära ka soojenev ja jahtuv pliidiraud.
- Talvisel ajal võib külmkappi asendada sahver – kui see on olemas.
- Säästlik on pesumasinas kasutada vaid täispesurežiimi. Poole masinatäie puhul on energiakulu suhteliselt suurem.
- Ahjuküttega majades kasutage võimaluse korral elektri- või gaasipliidi asemel puuküttega pliiti.
- Kui võimalik, vähendage soojapuhurite ja elektriradiaatorite kasutamist.
- Tutvuge oma kodumasinatate energiakuluga, see on enamasti märgitud seadme passi.
- Tee või kohvi jaoks vett keetes võtke paras kogus, so vaid nii palju, kui parajasti vajate.

## Energiat on võimalik kokku hoida ka valgustuse arvelt

- Ruumist lahkudes kustutage valgus.
- Eelistage kohtvalgustust üldvalgustusele.
- Pühkige lampidel regulaarselt tolmu – see võib valgustust parandada kuni 15%.
- Kasutage nn säästupirne, mis kulutavad 70% vähem energiat ja peavad kuni kümme korda kauem vastu. Kuna säästupirnid on kallimad, siis soovitatakse nendega välja vahetada enim kasutatavate ruumide pirnid.

kw/h

Tõhusam

A < 0,50-1,05

**A**

B 1,06-1,30

**B**

C 1,31-1,60

**C**

D 1,61-2,00

**D**

E 2,01-2,40

**E**

F 2,41-2,90

**F**

G >2,90

**G**

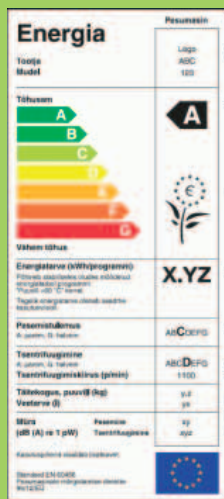
Vähem tõhus

**A++** < 0,50

**A+** 0,51-0,70

**A** 0,71-1,05

# Ökomärgised aitavad teha valikuid



**Euroopa Liidu energiamärgis** aitab tarbijal võrrelda seadme erinevate mudelite töövõimet ja energiatõhusust. Märgis tähistab seadme energiatõhususklassi astmestikus A-st G-ni. Enamike mudelite energiatõhususklass on A-st C-ni, millest A on kõrgeim energiatõhususe aste. Külmi-kutel ja sügavkülmi-kutel on kehtestatud kaks kõrgemat klassi märgistusega A+ ja A++, millest A++ on tõhusam. Märgise ja seadme juurde kuuluva tootekirjelduse abil saab arvutada iga seadme energiatarbimise (vajadusel ka veetarbimise) ning seega jooksvad kulud.

Kodumasinad on viimase kümne aasta jooksul Euroopa Liidu energiamärgise kasutuselevõtmisest alates märgatavalt arenenud. Seadmete energiatarve on vähenenud keskmiselt 50% võrra ja näiteks pesumasinade veetarbi-mine samavõrra. Joonis **3** tutvustab pesumasinaga energiamärgist.

**3** **Energiamärk kodumasinatel näitab energiatõhususe astet** (energiatarve kw/h).

Kui EL energiamärgis on tootjale kohustuslik, siis Euroopa Ühenduse ökomärgis – Lilleke – on vabatahtlik ja seda omistatakse vaid vähestele valitud toodetele **4**.

Märgise omistab sõltumatu hindaja tootele või teenusele, mis vastab teatud rangetele kriteeriumidele. Toote hindamisel vaadeldakse otseste omaduste



kõrval ka energiatarbimist, reostuse ning jäätmete teket jm. See tähendab, et ökomärgist kandev toode avaldab keskkonnale vähem negatiivset mõju kui sama otstarbega märgiseta toode või teenus kogu oma eluea (olelusingi) jooksul tootmisest kuni järelejäänud jäätmete ringlussevõtuni.

EL ökomärgis kehtib kõikides Euroopa Liidu liikmesriikides, lisaks ka Norras, Islandil ja Liechtensteinis, seda võivad kasutada ka riigid väljaspool Euroopat. Lillekest on mõtet otsida näiteks pesumasinate ja nõudepesumasinate, külmikutel, tolmuimejatel, teleritel, arvutitel jm. Märgise puudumine seadmel ei tähenda tingimata, et mudel ei ole keskkonnasõbralik.



**4** Euroopa Ühenduse ökomärgis omistatakse vaid valitud toodetele rangete kriteeriumide alusel.

### Kasulikke viiteid

Eesti Rohelise Liikumise kodulehekülj: <http://www.roheline.ee>.

Energiasäästuportaal pakub infot ning nõuandeid energiasäästuks kodus, tööl ja tööstuses:

<http://www.kokkuhoid.energia.ee/>

Interaktiivne keskkonnaõppe CD-pakett „The Green Pack“, mille on välja andnud Szentendre regionaalne keskkonnateenistus Ungaris.

<http://www.rec.org/>

Könnusaar, A., Pedanik, R. Roheline kontor, 2007.

Kütuse- ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava. [http://www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD\\_ID=4116](http://www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD_ID=4116)

Rand, T, Säästva tarbimise käsiraamat, 2004.

Säästva arengu sõnaseletusi. <http://www.seit.ee/sass>

Ökomärgis – mis see on? SEI-Tallinn. Tallinn, 2005

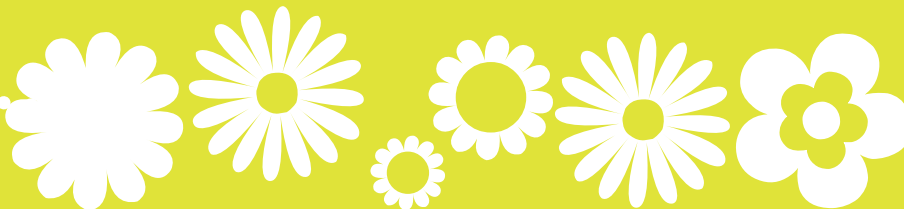


# Päikeseenergia otsene kasutus

## Passiivne päikeseenergia

Päikesesoojuse mõju on alati ajendanud inimesi projekteerima maju, kasutama ehitusmaterjale ja valima maja asukohta nii, et soojenemise ja jahtumise mõju oleks võimalik parimal viisil ära kasutada.

Niisuguseid arhitektuuripõhimõtteid kasutati juba inimasustuste rajamisest alates, selle näiteid võib näha maal ja vanemates linnaosades. Näiteks Eesti vanadel taluhoonetel oli põhjaküljel kõige vähem aknaid või puudusid need seal üldse. Hoone põhjaküljele ei paigutatud kunagi välisust, sahver piirnes reeglina hoone põhjaseinaga jms.



Kui päikesevalgus langeb ehitisele, siis vastavalt materjali omadustele päikesekiirgus kas peegeldub, kandub edasi või neeldub. Päikese tekitatav soojus põhjustab õhu liikumist.

### Tagasipeegeldumine ehitistelt sõltub seina värvist:

- valged seinad peegeldavad soojust kõige enam. Nii näiteks on traditsioonilised ehitised Lõuna-Euroopas valged, et vähendada päikesekiirgusest tulenevat ülekuumenemist suvel;
- tume värvus peegeldab soojust vähem ja neelab rohkem. Selleks, et püüda rohkem soojust värvitakse Põhja-Euroopas majad sageli traditsiooniliselt tumedaks;
- soojus liigub maja soojemast osast külmemale järgmiste protsesside kaudu:
  - konduktsioon<sup>1</sup> läbi maja välisseina siseseinale
  - konvektsioon<sup>2</sup> õhu liikumise kaudu siseruumis soojemast osast külmemasse või õhu liikumisega läbi avatud akende või uste.

Traditsioonilised arhitektuurivormid kas soodustavad või pidurdavad soojusvoogusid, muutes üht või enamat nendest protsessidest.

### Passiivse päikeseenergia rakendamine kodus

Passiivse päikeseenergia rakendamine kodus sõltub kodu asukohast ja projektist.

- Parima tulemuse saavutab juhul, kui kodu on projekteeritud või ehitatud hoonena, mille puhul on mõeldud päikeseenergia maksimaalsele ärakasutamisele talvel ja ülekuumenemise vältimisele suvel.



**valged seinad peegeldavad soojust kõige enam**



**tume värvus peegeldab soojust vähem ja neelab rohkem**



**soojus liigub maja soojemast osast külmemale**



**traditsioonilised arhitektuurivormid kas soodustavad või pidurdavad soojusvoogusid, muutes üht või enamat nendest protsessidest**

## Loomulik ventilatsioon

- Loomuliku ventilatsiooni kaudu on võimalik õhutemperatuuri hoones alandada, kasutades niisuguseid meetodeid nagu loomulik õhuliikumine, õhutemperatuuri erinevus või korstnaefekt.
- Kuuma kuiva õhku võib jahutada ja niisutada väikeste üksteisest eemal asuvate purskkaevudega.
- Elutoad võiks planeerida maja lõuna- või läänepoolsele küljele, et talvist vähest päikese kiirgust võimalikult rohkem ära kasutada.
- Uste ja akende õige asukoht võimaldab majas loomuliku ventilatsiooni toimimist maja soojemate ja külmemate osade vahel.

## Päikesesoojus

- Lõunapoolsetesse seintesse neelduvad päikese kiired võimaldavad soojuste konduktsiooni läbi ehitise siseseinte.
- Valguse ülekande läbi akna võimaldab infrapunastel kiirtel konvektsiooni abil toaõhku soojendada. Kui välisaknaklaas katta seestpoolt vastava peegeldava kihiga, peegelduvad infrapunased kiired tuppa tagasi ega läse soojusel hajuda.
- Passiivsete ehituselementide lisamine võimaldab päikese kiirguse peegeldamist või hajutamist, et vältida suvel päikese kiirgusest tingitud ülekuumenemist.
- Soojuse säilitamiseks on võimalik vahetada olemasolevad aknad ventilatsiooniavadega akende või peegelkihiga klaasidega akende vastu.

## Tuulutusavaga aknad

- Tuulutusavaga kahekordse akna vahele võib paigutada horisontaalse ribikardina ehk nn veneetsia kardina. Ühelt poolt on ribid värvitud mustaks, teiselt poolt valgeks, mis võimaldab soojusel sisse imbuda või tagasi peegelduda. Aknal on väljas- ja seespool avad, mille abil soe õhk pääseb tuppa või toast välja.
- Maja lõunapoolsele välisseinale on võimalik lisada klaasist paneel, et tekiks Trombe'i sein – must või tüme sein, mis on asetatud maja välisseinast paar sentimeetrit eemale, nii et moodustub õhuvähe. Õhk ringleb loomulikult teel soojusvoogude põhimõttel.

Nii tuulutusavadega aknaid kui Trombe'i seinat on ideaalne ära kasutada külmadel päikesepaistel talvapäevadel.

## Veel soovitusi päikesekiirguse kasutamiseks

- Sobivad aknakatted aitavad hoida head sisekliimat. Sel moel välditakse suvel vajadust kasutada õhukonditsioneeri ja aidatakse talvel hoida soojust. Tähtis on paigaldada aknakatted nii, et need suunaksid päikesekiirguse ruumidesse ainult soovitud aastaajal.
- Maja lõunaküljes kasvav lehtpuu varjab lõunapoolsed aknad. Lehed annavad suvel varju, kuid langevad sügisel maha.
- Väljapoole akent võib paigaldada katted: see takistab suvel päikesevalguse langemist aknale ja hoiab talvel öösel soojust paremini majas.
- Ribikardinatega saab reguleerida valgust, lisaks peegeldavad need soojust. Ribikardinaid võib paigaldada horisontaalselt (nn veneetsia kardinad) või vertikaalselt.
- Akende kohale paigaldatud sirmid varjavad otsese päikesekiirguse eest, kui päike on kõrgel taevas. Samal ajal laseb sirm päikesel sisse paista, kui päike on laskunud madalamale.
- Väljapoole paigaldatavat rulood saab tõmmata varikatuseks välja või tagasi sisse, sõltuvalt päikesekiirguse peegeldamise vajadusest.

Passiivse päikeseenergia tehnoloogia parandab ruumis mugavustunnet, sest takistab päikesekiirguse soovimatut mõju. Loomuliku ventilatsiooni kasutamisel kujunevad ruumides ühtlasemad sisetemperatuurid, väheneb nn haige maja sündroomi<sup>3</sup> tekke võimalus.



**Sobivad aknakatted aitavad hoida head sisekliimat.**





## Mis on passiivmaja?

- Passiivmaja ideed on arendatud lähtudes teaduslikust huvist, kui kaugele saab maja energiakulude vähendamisega minna. Erinevalt muudest lahendustest (null-kütteenergia ja null-energia majad) on passiivmaja osutunud elujõuliseks põhjusel, et küttevajadust ei viida mitte päris võimaliku miinimumini, vaid teatud mõistliku piirini, kus passiivmaja puhul on võimalus aktiivsest küttesüsteemist loobuda.
- Passiivmajaks nimetatakse seega sellist hoonet, kus maja kütmiseks piisab ainult sissejuhitava õhu soojendamisest ning kus aktiivsest küttesüsteemist (ja ka kliimaseadmest) saab seetõttu loobuda.
- Passiivmajades elavad pered kulutavad täna realselt küttele kümme korda vähem, kui teiste uute majade omanikud. See on võimalik, kuna maja on:
  - väga hästi soojustatud,
  - ehitatud õhutihedana,
  - ilma külmasildadeta,
  - selle akende paigutus ja kvaliteet võimaldab päikeseenergia passiivset ärakasutamist,
  - õhu soojus, mis muidu ventileerimisega majast välja juhitakse, võetakse soojusvahetiga tagasi sissetulevasse õhku.

Nende viie põhimõtte järgimisel võib ehitada passiivmajastandardile vastava hoone väga erineva arhitektuuriga ja erinevatest materjalidest. Passiivmaja võib olla nii kivi- kui puitkarkasshoone, selle soojustus võib olla tehtud enamiku tuntud materjalidega. Optimeerimiseks on jäetud piisavalt mänguruumi.

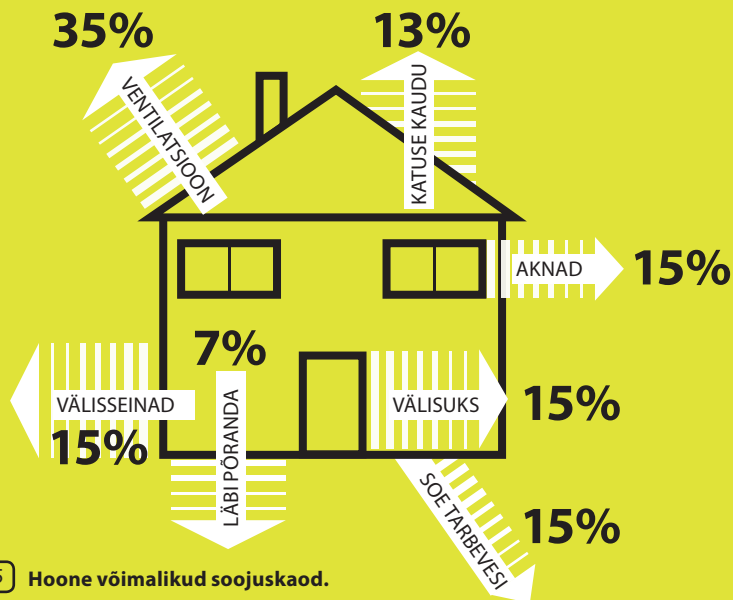
Allikas: <http://www.tuit.ut.ee>

## Majanduslik otstarbekus

Passiivse päikeseenergia kasutamisele on kõige õigem mõelda ehitusala planeerimise ja ehitise projekteerimise, ehitamise või renoveerimise etapis. Mõningaid vahendeid on kerge paigaldada ja neid saab rakendada igal ajal.

Eestis on valdavalt energeetiliselt ebaefektiivsed hooned. Keskmine aastane soojusarve meie elamutes on 200–400 kWh/m<sup>2</sup>, sarnase kliimaga arenenud tööstusriikides aga 150–230 kWh/m<sup>2</sup> (<http://www.kokkuhoid.energia.ee/?id=1299>). Seega tarbime (ja maksame) energia eest vastavalt rohkem, sest majade soojuskaod on suured ning sellest tulevalt on kõrged ka hoolduskulud. See on põhiliselt halva soojustuse tagajärg.

Soojust kaotab hoone põhiliselt ehitise karbi ehk piirdetarindite – välisseinte, akende, katuse, välisuste ja keldripõrandate – kaudu. Oma sisult on need kas soojusjuhtivus- või kiirguskaod [5]. Märkimisväärne on soojuskadu ka ventilatsiooni ja soojaveetrasside kaudu. Suur hulk soojust kulub ja läheb kaotsi ventilatsiooniõhu soojendamiseks (majast läheb välja toasoe õhk, majja tuleb sisse jahe välisõhk). Omajagu soojust läheb majast välja kanalisatsiooni lastava sooja veega.



## Energiasäästuportali andmetel säästetakse soojustamismeetmete rakendamisel:

- korteri aknaid tihendades umbes 0,1 MWh akna 1 m<sup>2</sup> kohta aastas
  - välisseinte lisasoojustamisega 0,07 MWh seina 1 m<sup>2</sup> kohta aastas
  - katuslagede soojustamisega 0,08 MWh katuse 1 m<sup>2</sup> kohta aastas.
- Väga efektiivne võimalus soojuse säästmiseks on kolmekordsete klaasidega akende kasutamine. Maja renoveerimisega saavutatav soojuse kokkuhoid on umbes 20%.





## Toetused

Kohest renoveerimist vajavad suurem osa enne 1990. aastaid ehitatud korruselamutest, sest sellel ajal olid nõuded soojustamisele väga madalad. Renoveerimise läbi on võimalik säästa nii energiat kui raha – paljudel juhtudel on küttekuludest võimalik säästa 30–35% olenevalt renoveerimiseks ette nähtud investeeringu suurusest. Tüüpiliste renoveerimistöde hulgas on hoonekarbi lisa-soojusisolatsioon, akende asendamine, uute kaasaegsete küttealajamade paigaldamine, majasisese küttesüsteemi tasakaalustamine jne. Erilist tähelepanu tuleb pärast akende vahetamist pöörata ventilatsioonisüsteemile, et vältida nn haige maja sündroomi teket.

Korterelamute energiasäästlikumaks muutmiseks tehtavate renoveerimistöde toetamine riigieelarvest on edukalt alanud ning viimaste aastate jooksul järkjärgult hoogu kogunud.

2001. aastal asutas majandus- ja kommunikatsiooniministeerium Krediidid ja Ekspordi Garanteerimise Sihtasutuse KredEx, mille eesmärk on parandada väike- ja kesksuurusega ettevõtete rahastamisvõimalusi, maandada ekspordiga seotud krediidiriske, aga ka võimaldada inimestel rajada või renoveerida oma kodu ja arendada energiasäästlikust Eestis. Meetme raames toetab riik enne 1990. aastaid ehitatud korterelamute põhistruktuuride remondiga seotud renoveerimistöid kuni 10% ulatuses. Samuti pakub KredEx korteriühistutele laenukäendust laenude puhul, mida kasutatakse maja küttesüsteemi remontimiseks või renoveerimiseks, katuse remontimiseks, välisseinte isoleerimiseks, akende vahetamiseks või isoleerimiseks jne. Laenukäendus katab 75% laenust laenuperioodi lõpuni. Renoveerimistoetuse taotlemiseks peab korterelamule olema tehtud tehniline ülevaatus (kaasa arvatud energiaaudit). Tehnilise ülevaatus läbiviimiseks võib korteri/elamuühistu või korteriomanike ühing saada toetust 50% ulatuses ülevaatus hinnast.



## Passiivse päikeseenergia arhitektuuri eelised

- Suvel välditakse päikesekiirgusest tulenevat ülekuumenemist, vähendades sellega jahutamise vajadust.
- Talvel kasutatakse päikesekiirgust maksimaalselt ära, vähendades seeläbi kütmise vajadust.
- Hoonete planeerimisel kasutatakse üksnes passiivseid lahendusi, nagu akende asetus ja suurus, hoone asend ilmaaarte suhtes jms, seega ei tarbita täiendavalt energiat ega tekitata reostust.
- Passiivse päikeseenergia kasutus on majanduslikult otstarbekas, sest passiivsed, ehitise osana paigaldatavad elemendid kestavad sama kaua kui ehitise ise.
- Passiivse päikeseenergia kasutamise läbi ei kannata ehitise välisilme, sest kasutatakse traditsioonilisi arhitektuurielemente.
- Väheneb fossiilkütuste kasutamine.
- Pidurdub kliimamuutuse edasine areng.
- Väheneb vajadus kasutada ehitiste juures täiendavat energiat säästvat tehnoloogiat.



## Passiivse päikeseenergia arhitektuuri puudused

- Passiivse päikeseenergia arhitektuuriga tuleb arvestada juba ehitise projekteerimisel ja ala planeerimisel.
- Ehitisel ei pruugi olla soodne asukoht, mis võimaldaks päikesekiirguse maksimaalset ärakasutamist.
- Kaitsealuste ehitiste puhul võib tekkida takistusi ehitise välisilme muutmisel.
- Teatavat tüüpi ehituskonstruktsioonid ei võimalda passiivse päikeseenergia elementide kasutamist.

Eestis on valdavalt energeetiliselt ebaefektiivsed hooned. Kiire ja odav ehitus tähendab tihti peale mitu korda suuremaid küttekulutusi. Et vähendada soojuskadu vanemates elamutes, tuleks tihendada aknad, soojustada välisseinad ning katuslaed. Efekttiivne on ka kolmekordsete akende kasutamine. Maja renoveerimisega saavutatav energia kokkuhoid on umbes 20%.



## Keskkonnamõju

Päikeseenergia passiivse kasutamise keskkonnamõju on olematu, sest kasutatakse üksnes passiivseid energiavoo-  
gusid. Visuaalset mõju saab leevendada, kui pöörata piisavalt tähelepanu arhitektuurilistele lahendustele.

### Nõuanne

- Renoveeritava hoone puhul tuleb alustuseks tellida energiaaudit, et selgitada välja maja kõige suuremate soojakadudega piirkonnad.
- Arhitektuuriväärtuslike hoonete renoveerimisel tuleb enne tööde alustamist tingimata nõu pidada kohaliku omavalitsuse või vastavate järelevalveorganitega.
- Uue hoone puhul on soovitatav projekteerimise käigus tellida vastavad arvutused ja soovitused, et muuta hoone maksimaalselt energiasäästlikuks ja passiivenergiat kasutavaks.
- Soovitatav on pöörduda mõne energianõuandekeskuse poole.

### Kasulikke viiteid

Energiasäästu Kompetentsikeskus pakub kortermajade energiasäästunõustamist. Keskus tutvustab kortermajade energiasäästumeetmete rakendamist, haldab kogu kortermajade energiasäästutemaatikat puuduvat informatsiooni ja viib kokku erinevaid osapooli, kellest sõltub hoonete energiakasutuse edasine areng Eestis. <http://www.kredex.ee>

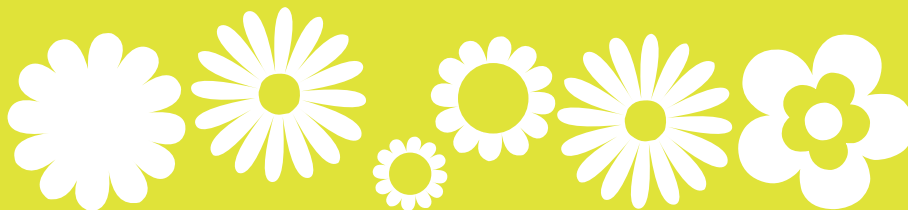
Energiasäästuportaal annab informatsiooni energia säästmiseks kodus, tööl ja tööstuses: <http://kokkuhoid.energia.ee>

Energiasäästubüroo pakub informatsiooni eraisikutele ja korteriühistutele, kohalikele omavalitsustele, teenindus- ja tööstusettevõtetele. Kodulehelt leiab energiasäästukalkulaatori. <http://www.energiaaudit.ee>

Info energiasäästu toetusprogrammide kohta majandus- ja kommunikatsiooni ministeeriumi kodulehelt: <http://www.mkm.ee>.

Passiivenergiat kasutavate majade projekteerimine ja kavandamine: <http://www.passiv.de>.

Tartu Ülikooli Tehnoloogiainstituudi info passiivmajade kavandamise kohta: <http://www.tuit.ut.ee>.



## Fotoelektrilised süsteemid

Fotoelektrilist tehnoloogiat<sup>4</sup> kasutades on võimalik muundada päikesevalgus päikeseelementide abil otse elektriks. Kuna päikesevalgus hajub ühtlaselt, on võimalik igas ehitises tekitada päikeseenergiat kohapeal. Võimalus toota elektrit otse päikeseenergiast on ahvatlev ja muutub järjest tasuvamaks, kui fotovolt-tehnoloogia täiustub ja tavapärasel teel fossiilkütustest toodetud elektrienergia hind aina kasvab.

## Põhimõtted

Päikesekiirguse tugevus sõltub vahemaast, mis tuleb kiirgusel läbida Maa atmosfääris. Keskpäeval, kui päike asub kõige kõrgemal, on vahemaa lühim ja päikesekiirgus on sel ajal kõige intensiivsem. Päikese loojudes vahemaa pikeneb ja kiirguse intensiivsus väheneb. Samal ajal väheneb ka päikeseelementide tootlikkus – seega elektri tootmine ööpäeva jooksul varieerub.

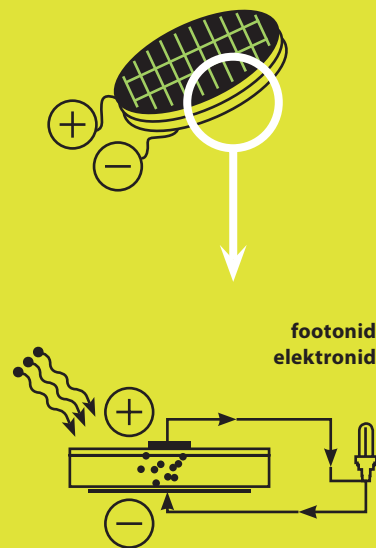
Laiuskraad määrab ära aastase päikesetundide arvu ning aastase päikesekiirguse hulga. Nii näiteks on Prantsusmaal Nizzas aastane päikesekiirgus 1500 kWh/m<sup>2</sup>. Eestis võib arvestada keskmiselt päikesekiirgusega 1200 kWh/m<sup>2</sup> aastas.

Päikeselisel päeval saab päikesekiirgust vastu võtta vahetult, kuid pilvisel päeval on kiirguse vastuvõtmine piiratud, sest pilvedes olevad veepiisad hajutavad seda. Nii näiteks pärineb pool kogu Prantsusmaal aasta jooksul toodetud PV-elektrist otseselt päikesekiirtest ning teine pool hajualgusest, mis on olemas ka pilvisel päeval. Kiirgusteguri erinevus väga pilvise ja väga päikesepaistelise päeva vahel võib olla kuni kümnekordne.

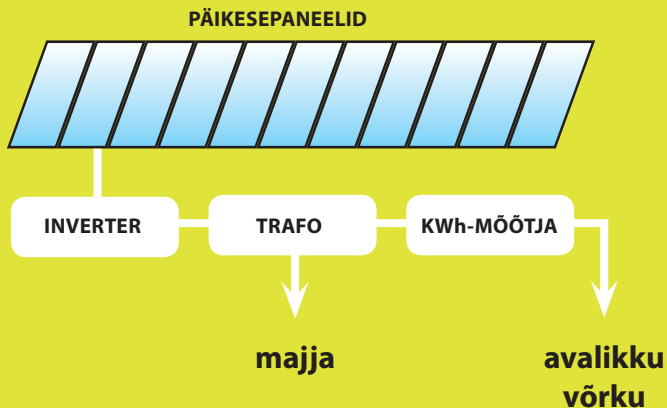
Fotoelektriline protsess tekib siis, kui päikesevalgus langeb pooljuhtmaterjali pinnale, kus muudetakse mõnede elektrilaenguga osakeste liikumist nende orbiidil aatomi tuuma ümber. Kui pooljuht on varustatud sobivate lisanditega, liiguvad elektrilaenguga osakesed ühele pinnale, indutseerides elektrivoolu <sup>6</sup>.

Iga element tekitab väga väikese koguse elektrit. Tugevama elektrivoolu saamiseks ja elektrivõimsuse suurendamiseks ühendatakse elemendid kokku nii, et tekivad suured fotoelektrilised paneelid ehk moodulid. Kuna elemendid on väga õhukesed ja purunevad kergesti, ümbritsetakse nad ilmastikukindla materjaliga ning kaetakse läbipaistva ja tugeva klaasikihiga. Moodulid on tavaliselt ristkülikukujulised ning mõne millimeetri paksused. Neid on võimalik integreerida ehitusmaterjalidesse (katusekivid, tahvelkiltkivi või läbipaistvad raamid).

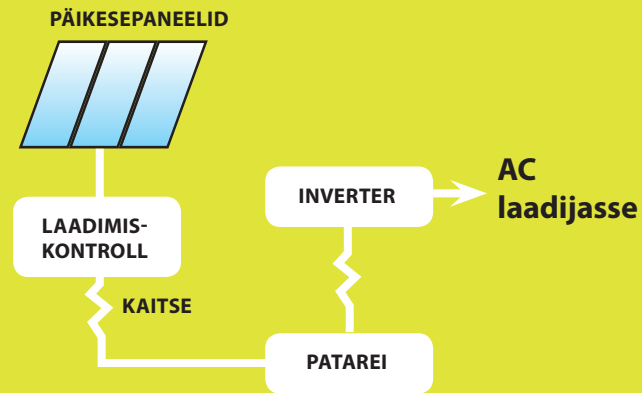
Katus on päikeseelementide paigutamise jaoks kõige sobivam koht, kui ta on päikesekiirguse vastuvõtmiseks õige asetusega.



<sup>6</sup> Fotoelektriline protsess.



**7** Liitumispunkti paigaldatakse arvesti, mis mõõdab võrku minevat energiakogust ja vastavalt sellele toimub arveldus.



**8** Fotoelektrilised paneelid toodavad elektrit. Patareid talletavad elektrit. Elektrilaengu regulaator kontrollib patareidesse juhitavat voolu, vältimaks nende ülelaadimist ja liiga kiiret aegumist. Inverter muundab patareide alalisvoolu vahelduvvooluks, kui majapidamis- ja elektroonikaseadmed kasutavad vahelduvvoolu.



**Päikesepaneel Naissaarel  
võimsusega 6x130W/12V.**

Foto: [www.futuren.ee](http://www.futuren.ee)

## Paigaldus

### Suund ja montaaž

Päikeseelemendi paneel on tavaliselt umbes ühe ruutmeetri suurune. Need paneelid tuleb paigaldada lõunapoolsele katusele, kaldega ca 30–45° – nii kasutatakse suvel päikeseenergiat kõige rohkem. Talvel on see vähesem, sest päikesevalgust on vähem.

Päikesepaneelidest saadav energia muundatakse vahelduvvoolus staatilise muunduri ehk inverteri abil. Saadud voolul on samasugune pinge ja sagedus nagu elektrienergia põhivõrgus.

## Elektrivõrguga ühendatud süsteemid

Elektrienergia põhivõrguga ühendatud fotoelektrilise tehnoloogiaga katus on kui väike elektrijaam, mis on paigaldatud võimalikult kasutuskoha lähedusse. Ei ole mingit tarvidust elektrit ladustada, sest energia ülejääki on võimalik suunata põhivõrku, kus seda saavad kasutada teised majapidamised. Tegu on kohapealse ja mittedaastava elektritootmisega isiklikuks ning kogukonna tarbeks <sup>[7]</sup>.

Kui elamu ei ole riiklikku elektrivõrku ühendatud või on tegemist lokaalvõrguga, siis on vaja elektrit talletada ja koguda. Kogumiseks kasutatakse tavaliselt patareisid, kuhu saab elektrienergiat talletada pikemaks ajaks <sup>[8]</sup>.

**Fotoelektrilist elektrit on võimalik toota, kui**



**katus on suunaga kagust edelasse. Kõige parem on, kui suund on otse lõunasse**



**katuse kalle jääb vahemikku 0° (lame) ja 90° (fassaad), kõige parem kalle Eesti tingimustes on 45°**



**päeval ajal ei teki katusele varju, s.t et päeval ei varja kõrged puud või hooned otsest päikesekiirte langemist pikema aja jooksul.**



## Keskkonnamõju

Peamine mõju on seotud päikeseelementide valmistamisega ja nende kasutusea lõpus jäätmete käitlemisega, kuid seda on võimalik vähendada, kasutades keskkonnasäästlikke (näiteks ringlusse võetud) materjale. Teine mõju on visuaalne, kuna fotoelektrilised moodulid, nagu ka päikesekollektorid, on hoonete katustel näha. Hoone esteetilist väljanägemist on võimalik parandada, kui mooduleid sobitada teiste materjalide ja ehituskonstruksiooniga.

## Majanduslik otstarbekus

Fotoelektrilise süsteemi paigaldamise peamised kuluartiklid on

- päikesepaneel,
- staatiline inverter,
- patareiplokk (kui tegu on eraldiseisva seadmega),
- seadme katusele paigaldamine,
- vooluvõrku ühendamine.

Keskmise suurusega majapidamises võivad kulud olla umbes 6000 eurot (umbes 94 000 krooni) iga paigaldatud kWp kohta, kusjuures enamiku kodumajapidamises kasutatavate seadmete võimsus on tavaliselt 2–3 kWp.

Toodetud elektrit saab Eestis müüa rohelise energiana<sup>5</sup>. Eesti Energiat on kohustus osta oma võrgupiirkonnas toodetav alternatiivenergia hinnaga, mis moodustab 90% elektri kodutarbija põhitariifist. Edasi müüakse seda võrdsetel alustel põlevkivi-energiaga. Energiaseaduse kohaselt kannab alternatiivenergia ostukulud ettevõtja, kelle käes on põhivõrgud, mille kaudu elekter tarbijani jõuab. Iga üksikjuhtumi puhul võib küsida toetust abiprogrammidest ja fondidest.

## Ehitusluba

Suurema fotoelektrilise süsteemi ehitamiseks tuleb üldjuhul esitada vastav taotlus kohalikele ametivõimudele, v.a looduskaitsealade või arhitektuurimälestiste puhul, kus vastava loa väljastab konkreetse piirkonna peaarhitekt või kaitseala valitseja. Väikese, paarist paneelist koosneva ja enamasti suvilatesse paigaldatava süsteemi puhul pole loa taotlemine vajalik. Enne seadmete paigaldamist tuleb ehitusküsimuste osas alati eelnevalt konsulteerida kohalike ametivõimudega. Elektrienergia võrku müümise korral tuleb kohaliku võrguettevõttega sõlmida vastav leping.





- + PV tehnoloogiat saab kasutada peaaegu igal pool, sest päikesevalgus on kõikjal kättesaadav.
- + Tootmiseadmeid saab peaaegu alati paigaldada tarbimiskoha lähedusse, nii välditakse jaotamisest ja transpordist põhjustatud elektrikadu.
- + Seadeldise suurust saab hõlpsasti reguleerida vastavalt vajadustele ja olemasolevatele ressursidele.
- + Seadeldise kasutamine ei põhjusta saastet: sellega ei kaasne gaasilisi heiteid, jäätmeid ega ka õnnetuseohtu.
- + Hooldus- ja remonditööd on väga vähe, kuna seadmel ei ole liikuvaid osi.
- + Elektrit on võimalik toota kohapeal, soodustades energiasäästu ning tasakaalu toodetud ja tarbitud energia vahel.
- + Päikese kiirgusenergia muudetakse elektrienergiaks ilma liikuvate osade või mürata.



- Hoone katus peab olema suunatud õigesti, s.t lõunakaarde.
- Tehnoloogia on veel küllalt kallis, kuid selle maksumus väheneb pidevalt.

### Kasulikke viiteid

Energiasäästuportaal pakub infot ning nõuandeid energiasäästuks kodus, tööl ja tööstuses: <http://kokkuhoid.energia.ee/>

Futuren OÜ põhitegevusala on päikese- ja tuuleenergiaseadmed ning terviklahendused. Klientidele pakutakse keskkonnasõbralikke väikelahendusi energiatootmises ja ökoehituses. <http://www.futuren.ee>



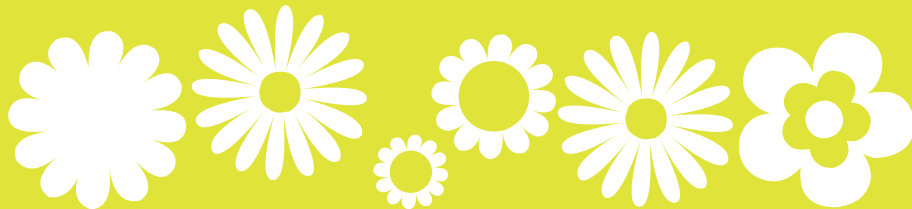
## Päikesepaneelid

Päikesekiirgust on võimalik kasutada kuuma vee tootmiseks. Kõige kergem viis vett soojendada on lasta see voolata läbi päikesekiirguse kätte pandud torude. Selliseid torusid ümbritseb lame kast, mida kutsutakse kiirgusneelajaks ning mis paigaldatakse katusele. Päikesekiirguse infrapunane osa tekitab kiirgusneelajale langedes soojust. Kui kiirgusneelajaks on torude võrgustik, kus voolab vesi, siis kantakse soojus üle vedelikule – see ongi vee soojendamine päikesekiirguse abil <sup>9</sup>.

Kuigi meie piirkond ei ole just kõige soodsam päikesekütte rakendamiseks, on seda võimalik kasutada suurema osa aastast, eelkõige kraanivee soojendamiseks. Hea päikeseküttesüsteem võib aastaringelt soojendada umbes poole vajalikust soojast veest ning tagada maja kütte 10–20% ulatuses. Suvekuudel võib see katta kogu sooja vee vajaduse. Päikesekollektorite tehnoloogia kindlustab kõrge kasuteguri, madalad investeerimiskulud ja töökindla süsteemi.

### Paigaldamine

Kuna tüüpiline kiirgust neelav paneel on kahe meetri pikkune ja ühe meetri laiune, on selliseid paneele kõige lihtsam püstitada maja katusele, juhul kui hoone asukoht on soodne ja päikesekiirgus langeb katusele enamuse päevast.



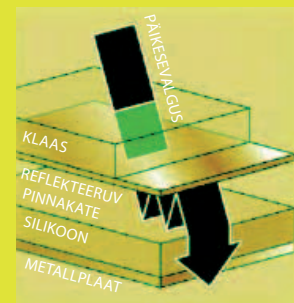
Põhilised looduslikud protsessid, mida päikesekiirguse abil vee soojendamisel kasutatakse, on soojusenergia voog seoses kiirguse, edasikandumise ja soojusjuhtivusega. Kui päike paistab kiirguskogujale, neelab koguja suurima osa päikesekiirgusest. Sooja vee tootmine sõltub kiirguskoguja ehitusest, materjalivalikust ja asetusest.

Kuumus voogab soojemast keskkonnast jahedamasse tänu kiirgusele, soojusjuhtivusele või ülekandele: päikesekiirgus soojendab kogumispaneeli, sama teeb õhukiht paneelkoguja ja klaaskaane vahel ning soojus transporditakse läbi vasktoru.

Et ära hoida talvist külmumist, on vesi segatud antifriisiga. Seda lahust ei saa vahetult kasutada ja nii transporditakse soojus kuumaveekogujasse läbi spiraali.

Kiirguskoguja peaks ideaalis olema paigaldatud suunaga lõunasse, optimaalne paigaldusnurk on asukoha laiuskraad plus 15°. Seda on kerge saavutada lameda katuse puhul. Viilkatuse korral paigaldatakse kiirguskoguja tavaliselt paralleelselt katusega või uue ehitise korral võib see olla kohe osa katusest. Kui kiirguskoguja nurka on võimalik reguleerida, on optimaalne nurk suvel 30° ja talvel 70°, kuna päike on taevast madalamal 10 .

10 **Kiirguskoguja paigutus katusel.** Päikese abil soojuse tootmine on tõhusaim, kui kiirguskoguja on paigaldatud suunaga lõunasse, optimaalne paigaldusnurk on asukoha laiuskraad plus 15°.



9 **Päikesekollektori struktuuriskeem.** Iga kiirgusneelaja (kollektor) koosneb hästi isoleeritud ja klaasiga kaetud paneelist, mis sisaldab neeldurit. Viimane muudab päikese kiirte energia soojuseks, kuumutades vee ja etaandiooli või õli segu, mis annab oma soojuse üle tavalisele soojaveesüsteemile. Kollektor töötab isegi pilves ilmaga tänu taevast ja pilvedelt lähtuval hajutatud kiirgusele. Paneelis sisalduv vedelik pumbatakse kollektorist soojussalvestisse, mis antud juhul koosneb veesoojendist.

Hoone konstruktsioon peab olema selline, et see oleks võimeline taluma kiirguskoguja massi, vastasel juhul on vaja lisatoestust. Selle kontrollimise peab läbi viima paigaldaja.

## Ühendamine kuuma vee varustusega

Kui veesoojendaja lisatakse olemasolevale veevarustusele, on salvestuspaagil vaja kahte kuumust edasikandvat spiraali: üht kuumuse ülekandmiseks päikeseenergia abil soojendatava vee paagist ja teist boileri jaoks. See võimaldab kuuma vee temperatuuri hoida, kui päikesekiirgust peaks liiga vähe olema.

## Majanduslik otstarbekus

### Süsteemi põhikomponendid on:

- vee päikeseenergia abil soojendamise paneel ehk päikesekollektor
- kahekordse spiraaliga kuuma vee silinder
- veepump
- temperatuurikontroller, mis tagab, et kuum vesi püsiks sobival temperatuuril.

### Põhilised paigalduskulud on seotud:

- kiirguskoguja katusele paigaldamisega
- ühespiraalilise salvestuspaagi asendamisega kahespiraalilise salvestuspaagiga
- torustiku muutmisega.

Süsteemi mõõdistades on kõige kuluefektiivsem teha vajalikud mõõtmised suvise veevajaduse järgi; tavaliselt on neljaliikmelise majapidamise jaoks vaja kasutada kahte kahe meetri pikkust ja ühe meetri laiust paneeli.

Säästetud energia hulk on tavaliselt 1500 kWh aastas.



### Keskkonnamõju

Peale seadmete tootmise ja utiliseerimise avaldab vee soojendamine päikeseenergia abil keskkonnale ainult vähest mõju seoses elektrienergia tootmisega veeringluse saavutamiseks veekogujas. Keskkonnamõju seadmete tootmisel ja utiliseerimisel on siiski olemas.

## Päikesekiirguse abil vee soojendamine



- + Ainuke väline vajalik energia on see, mis kulub vee pumpamiseks läbi kiirguskoguja.
- + Päikeselt tulev energia on kõigile tasuta kättesaadav energiasüsteemi kütus.
- + Vee soojendamiseks ei kaasne keskkonnamäärdet.
- + Olenedes asukohast võib vee soojendamine päikeseenergia abil anda kuni 80% aastastest kuumade vee vajadusest.



- Võimalik visuaalne mõju ümbruskonnale.
- Talvel on vähem kuumade vett kui suvel.
- Tulemus oleneb ilmastiku-tingimustest.

### Kasulikke viiteid

Futuren OÜ: <http://www.futuren.ee>

Energy Savings Trust'i koduleht annab informatsiooni energia säästliku kasutamise kohta. Kasuta linki „home improvements” informatsiooni saamiseks vee soojendamise kohta päikeseenergia abil. <http://www.est.org.uk/>

Rahvusvahelise energiafondi kodulehekülg annab nõu energia säästmise, rohelise energia ja süsiniku emissiooni aga ka informatsiooni taaskasutatavate energiaallikate kohta: <http://www.nef.org.uk/>

**Päikesekiirguse abil soojuse tootmine on võimalik, kui:**



**katus on kaldu lõuna- või edelasuunas; teisel juhul on tootlus väiksem**



**ehitis ei ole päeva ajal varjus, st läheduses pole kõrgeid puid või maju, mis varjaksid otsese päikesevalguse päeva parimal ajal**



**katuse struktuur on võimeline paigaldise lisaraskust kandma**



**uut süsteemi on võimalik ühendada olemasoleva kuumavesüsteemiga**

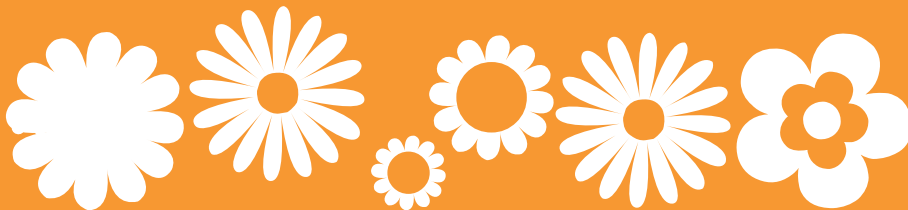


# Päikeseenergia kaudne kasutus

## Biomass

Biomass<sup>6</sup> on kõige vanem ja sagedamini kasutatav taastuv energiaallikas. Materjalina kasutatakse roht- ja puittaimi, kuid ka metsa- ja põllumajandustootmises tekkivaid jäätmeid ning jääke.

Kõige lihtsam ja levinum viis biomassist energiat toota on biomassi põletamine: põletamise teel saadakse kuni 90% biomassist toodetavast energiast kogu maailmas.



### Eesti perspektiivseimad energiakultuurid on:

- õlirikkad põllumajanduskultuurid. Siia hulka kuuluvad raps, rüps, valge sinep, tuder, õlikanep jt, mida kasutatakse biodiisli tootmisel;
- kiirekasvulised ja lühikese, alla 15aastase raieringiga puuliigid, mida kasutatakse ahjukütteks: paju, hall lepp, kask, haab;
- kiirekasvulised rohttaimed – päideroog, kiukanep, roogaruhein, ida-kitsehernes –, mida kasutatakse biogaasi tootmiseks;
- etanoolikultuurid: nisu, rukis, tritikale, kartul, suhkrupeet;
- looduslikud heintaimed, niidetav biomass püsirohumaadelt, (pool)looduslikelt kooslustelt, märgaladelt jm. Neid kultuure kasutatakse biogaasi tootmisel.

### Kütusena saab arvestada järgmisi võimalusi:

#### Puit:

- küttepuu: pliidi all või kaminas kütmiseks ettevalmistatud halud
- jäätmed ja metsatööstuse kõrvalsaadused: koor, saepuru, laastud, oksad ja muud metsaraie jäägid.
- energiakultuurid: harilik paju, pappel.

#### Põhk ja põllumajandustootmise jäätmed:

- teravilja-, õlikultuuride (raps) ja kaunviljade põhk
- saagikoristusjäätmed, kookospähklikoored, maisitõlvikute jäägid (Eestis küll vähe tõenäoline)
- töötleva tööstuse jäätmed ja kõrvalsaadused.

Eestis on kasutusel turvas – maavara, mis on tekkinud taimejäänustest nende lagunemisel hapnikuvaeses veerohkes keskkonnas ja mis koosneb osaliselt lagunenu taimejäänustest ning huumusest. Kuigi turvas on bioloogilise päritoluga, ei loeta seda biokütuseks, vaid aeglaselt taastuvaks bioloogilise päritoluga kütuseks, mille põletamisel tekib süsihappegaas võetakse kasvuhoonegaasina arvele nagu fossiilse päritoluga kütustelgi.

**11 Biomassi**  
**kasvatatakse istandustes,**  
**mida hooldatakse**  
**põllutöömasinate abil.**  
Foto: K. Heinsoo







**Puitbriketti** toodetakse puidujäätmetest – saepurust, hõövlilaastudest, raielaastudest, mis on suure surve all kokku pressitud. Vähesse niiskusesisalduse tõttu on briketi kütteväärtus kõrgem kui puidul. Suure tihedusega brikett põleb aeglaselt ja järk-järgult.

**Pelletid** on puidujäätmetest koosnevad graanulid. Neid toodetakse saeveskite ja puidutöötlemisettevõtete puidujäätmetest ning metsatöötlemisjäätmetest, peamiselt saepurust ja hõövlilaastudest. Pelletteid on võimalik toota ka koorest, raielaastudest, energiakultuuridest, põhust ja muust. Seda kütusevormi on avalike hoonete ja kodumajapidamiste kütmiseks kasutatud juba aastaid, pelletite toomine on viimastel aastatel Euroopa Liidus mitmekordselt kasvanud. Kõige enam on see tööstusharu arenenud suurte metsaaladega Rootsis ja Austrias. Pelletteid toodetakse ka Eestis, kuid suurem osa toodangust läheb ekspordiks Põhjamaadesse.

## Energiakultuurid

**Kiirekasvulisi puuliike** iseloomustab suur aastane juurdekasv, kõrge kütteväärtus, suur vastupidavus haigustele ja kahjuritele ning vähene nõudlikkus mulla suhtes. Biomassi koguse suurendamiseks rajatakse kiirekasvuliste puuliikide istandusi, mida hooldatakse põllutöömashinade abil <sup>[11]</sup>. Kiirekasvulisi puuliike, eelkõige paju, koristatakse tavaliselt iga kahe-kolme aasta tagant 15–20 aasta jooksul ning seejärel asendatakse need mõne teise kultuuriga.

Leppade, kaskede ja haabade kasvatamisel on võimalikud ka järgmised variandid:

- lühike raiering (5–15 aastat), ülepinnaline puidukoristus;
- lühike raiering, kuid piisavalt pikk (15–25 aastat) selleks, et osa puudest saavutaks paberipuidu mõõtmed;
- suhteliselt lühike raiering (20–30 aastat), kus osa puidust kasvab paberipuuks ja enamuse puude tüvede alumine palk on kasutatav vineeri- ja saetööstuses;
- koristusraie tavametsa mahulise küpsuse faasis (40–60 aastat), kus saadakse energiapuitu, paberipuitu ja palki/pakku.

## Biomassitoodete kütteväärtuse võrdlus teiste kütuseliikidega:

### Taastuvad energiaressursid

KÜTUS	KÜTTEVÄÄRTUS
Puidujäätmed	13 MJ/kg
Kollane põhk <sup>7</sup>	14,5 MJ/kg
Hall põhk <sup>8</sup>	15,2 MJ/kg

### Taastumatud energiaressursid

KÜTUS	KÜTTEVÄÄRTUS
Süsi	25 MJ/kg
Maagaas	48 MJ/kg
Tehnoloogiline põlevkivi	11,4 MJ/kg
Energeetiline põlevkivi	8,4 MJ/kg

Biomassi võib põletada tavalises katlas, mis on kohandatud kasutatavale biomassitüübile. Kõige sagedamini asendatakse biomassiga nafta- ja pruunsöekatelde kütus, majanduslikult ja tehnoloogiliselt põhjendatud on ka teatud erinevate biokütuste koospõletamine.

Arvestades, et eri biomassiliikide omadused on väga erinevad, võib kasutada mitmeid tahkete kütuste põletusviise:

- restpõletustehnoloogiad, siia kuuluvad väga erineva resti konstruktsiooniga lahendused, mis tavaliselt jagatakse kahte põhirühma: liikumatu ja liikuva ehk mehaanilise restiga tehnoloogilised lahendused;
- põletamine keevkiihis – kasutatakse kas nn mullivat või tsirkuleerivat keevkihti;
- kütuse gaasistamine ja tekkinud gaasi põletamine vedel- või gaaskütusekatlas.

## Biomassikatla kodus paigaldamist kavandades tuleks arvestada järgmist.

- Biomassi kasutuselevõtu kasuks otsustades tuleb lahendada varumise ja ladustamisega seotud küsimused.
- Biomassi energiatihedus on võrreldes õliküttega madal, seetõttu tuleb kütte hoidmiseks leida sobiv koht.
- Küttesüsteemi planeerimisel ja kütte ostmisel tuleks tähelepanu pöörata kütte kvaliteedile.

Kodus kasutatavad biomassikatlad on suuremad kui samasuguse võimsusega õlikatlad <sup>12</sup>. Ühepereelamute katelde tüüpiline võimsus on 15–40 kW.

## Paigaldus

Biomassikatla võib paigaldada tavapärase katla asemele, kui selleks on piisavalt ruumi. Vajalik on korstna või lõõri olemasolu, et hajutada põlemisgaase ja võimaldada värsket õhu juurdepääsu katlasse. Kui kasutatakse automaatse ettekandega katlad, tuleb leida ruumi konveieri paigaldamiseks. Kütusevarude ladustamiseks peab olema ruumi ligikaudu 2 m<sup>3</sup>: sõltuvalt küttevõimsusest on soovitatav tagada varu 3–5 ööpäevaks.

Biomassikütet on võimalik paigaldada, kui

- piirkonnas puudub puhta õhu tsooni piirang;
- leidub piisavalt ladustamisruumi (ligikaudu 2 m<sup>2</sup>);
- on olemas kohalik biomassiallikas;
- leidub tööjõudu, kes oskab vajalikke seadmeid paigaldada ja hooldada.

Biomassikatel maksab oma suuruse tõttu tavakatlast mõnevõrra rohkem. Biokütus peab olema kasutajale kohapeal kättesaadav, et vähendada transpordikulusid ja sellega seonduvaid heiteid. Hind peaks olema ligilähedane fossiilkütuste hinnale.



<sup>12</sup> **Kodus kasutatavad biomassikatlad on suuremad kui samasuguse võimsusega õlikatlad.**

Foto: Madis Kiisk

*Alates nov. 2006 annab Tamsalu linna küttevõrku sooja Overdahli põhukatel K-850.*

*“Tamsalu linna hakatakse kütma põhuga. Esmapilgul tundub uudis uskumatuna, aga fakt vastab tõele.*

*Kolmapäeva hommikul võeti suurelt auto-trailerilt kahe kraana abil maha katel, mille võimsust 850 kW, ja paigutati Tamsalu Kalor ASi katlamajja.*

*Tamsalu vallavanem Toomas Uudeberg rääkis, et katla jõudmine Tamsalusse oli tähtis sündmus.*

*„Et uus katel hakkab tööle põhuküttel, annab see lisatööd ja -tulu ümbruskonna põllumeestele, kelle toodetud põhk leiab otstarbeka rakenduse,“ rääkis Toomas Uudeberg. Vallavanem tõstis esile JK Otsa Talu OÜ ettevõtlikkust, et väärt mõte teoks saaks.*

*Nemad aitasid hankida Taani firma Overdahl katla, mis on valmistatud Poola tehases.*

*Samuti tegeles osaühing põhu kogumise ja pakendamise, et katlas midagi põletada oleks.”*

Allikas: Virumaa Teataja 17.05.2007





## Toetused

Nii maaelu arengukava kui elukeskkonna arendamise rakenduskava raames on aastatel 2007–2013 kavas toetada investeeringuid biomassi ja bioenergia tootmisse. Toetuse taotlemisega seotud info on avaldatud Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) kodulehel <http://www.pria.ee>.

### Bioenergia investeeringutega seotud MAK meetmeteks on planeeritud järgmised meetmed.

**Meede 1.4.3 „Investeeringud bioenergia tootmisesse”.** Toetatakse investeeringuid, mis on suunatud biomassi ja bioenergia tootmisele peamiselt oma tarbeks.

Toetuse saajad on põllumajandustootjad.

**Meede 3.1.1 „Mitmekesistamine mittepõllumajandusliku tegevuse suunas”.** Toetatakse investeeringuid bioenergia tootmisesse, kus toodetud energia turustatakse. Toetuse saajad on mikropõllumajandustootjad.

**Meede 1.5 „Metsa majandusliku väärtuse parandamine ja metsandussaadustele lisandväärtuse andmine”.** Toetakse arendusprojektide elluviimist uute toodete tootmiseks, töötlemisviiside ja tehnoloogiate soetamist ja kasutuselevõttu (sealhulgas investeeringud bioenergia tootmiseks).

Toetuse saajad on metsandussaadusi töötleva tööstuse mikroettevõtted.

**Meede 1.6 „Põllumajandustoodetele ja mittepuidulistele metsasaadustele lisandväärtuse andmine”.** Toetatakse biokütuste tootmist mittepuidulistest põllumajandussaadustest ning põllumajandus- ja mittepuidulisi metsandussaadusi töötleva tööstuse tootmisjäätmest.

Toetuse saajad on ettevõtted, mis kuuluvad mikro-, väike- või kesksuurusega ettevõtete hulka ja mis põhitegevusena töötlevad ja turustavad Euroopa Liidu asutamislepingu esimeses lisas nimetatud tooteid või mittepuidulisi metsasaadusi ja nimetatud toodetega seotud tooteid.

Bioenergiaga seotud investeeringuid on planeeritud toetada ka Euroopa Liidu struktuurivahenditest läbi elukeskkonna arendamise rakenduskava.



## Keskkonnamõju

- Negatiivsed keskkonnamõjud on seotud biomassi kogumisest põhjustatud kahjustustega ja tehnoloogia keerukuse ning kõrge hinnaga.
- Puitkütuste saamiseks raiutakse maha metsi, see põhjustab elupaikade hävimist ja seeläbi väheneb looduslik mitmekesisus.
- Põlemise ajal õhku paisatava süsinikdioksiidi koguse kompenseerib mõnevõrra fotosünteesi ajal taimedesse neelduv süsinikdioksiid. Keskkonda paisatavate heidete ja jäätmete vähendamiseks on väga tähtis tagada kütte täielik põlemine, et vältida peenosakeste heidet. Põletamise järel tekkinud tuhka saab kasutada põllumajanduses mulla omaduste parandamiseks.
- Happesademete teket põhjustav väveldioksiidi ja lämmastikoksiidide õhku paiskamine on väiksem kui fossiilkütuste puhul.
- Kuna biomass on põlevkiviga võrreldes küllaltki lämmastikurikas, siis vajab selle kasutamine selget põletustehnoloogiat.

Biomassiga kütmine muutub majanduslikult järjest otstarbekamaks, sest biomassi hinnad on kütuseturul üha konkurentsivõimelisemad. Biomassi kasutamine aitab kaasa prügilate otstarbekamale majandamisele ja jäätmekehtlusele. Jäätmed on odav taastuv kütus, mis muidu seisaks kasutamata prügilates. Jäätmete põletamisel saadakse osaliselt tagasi toodetele kulutatud energia ning väheneb jäätmete ladestamine prügilatesse. Järele jääv tuhk on steriilne ning ei meelita ligi närilisi, putukaid ja linde.

Siiski ei saa tähelepanuta jätta jäätmete põletamise negatiivset keskkonnamõju: keskkonda võivad eralduda ohtlikud mürgised gaasid, mistõttu tuleb suurt tähelepanu pöörata jäätmete sorteerimisele. Prügi põletamine keerukates seadmetes kõrgetel temperatuuridel vähendab ohtlikkust, samal ajal nõuab jäätmepõletusjaamade ülesehitamine suuri investeeringuid.



Biomass on:

- + taastuv energiaallikas
- + laialdaselt levinud
- + kergesti kättesaadav
- + võimaldab metsa- ja põllumajandustootmisjäätmete kasutamist
- + aitab kaasa kohaliku tööstuse arengule ja töökohtade tekkele



- Kõikidest taastuvenergiaallikatest vajab biomassist energia tootmine kõige rohkem maad.
- Biomassi kasutamine kütteks tekitab mingil määral õhusaastet, nii gaasilisi kui tahkeid heitmeid.
- Põletusjaamade ülesehitamine nõuab suuri investeeringuid.
- Põletamise järel tekkinud tuhk tuleb utiliseerida.
- Kütuseid tuleb transportida raskeveokitega.
- Biomass vajab ladustamiseks eraldi pinda.

### Kasulikke viiteid

Euroopa Liidu struktuurivahendite planeerimine aastateks 2007–2013: <http://www.fin.ee/sf2007>

Bioenergy Baltic: <http://www.bioenergybaltic.eu>

Biokütuse kasutaja käsiraamat. Toimet. V. Vares. Tln., 2005: [http://www.bioenergybaltic.ee/bw\\_client\\_files/bioenergybaltic/public/img/File/Biokytuse\\_kasutaja\\_kasiraamat.pdf](http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Biokytuse_kasutaja_kasiraamat.pdf)

Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007–2013: <http://www.mes.ee/index.php?id1=26&id=1&id2=209>

Elukeskkonna arendamise rakenduskava: [http://www.struktuurifondid.ee/public/OP2\\_21juuni2007\\_EST.pdf](http://www.struktuurifondid.ee/public/OP2_21juuni2007_EST.pdf)

JK Otsa Talu OÜ on 1997. aastast tegutsev perefirma. Esindab Balti riikides Taani firma Overdahl põhukatlaid ning stokkerkatlaid graanuli ja teravilja põletamiseks: <http://www.jkotsatalu.ee>

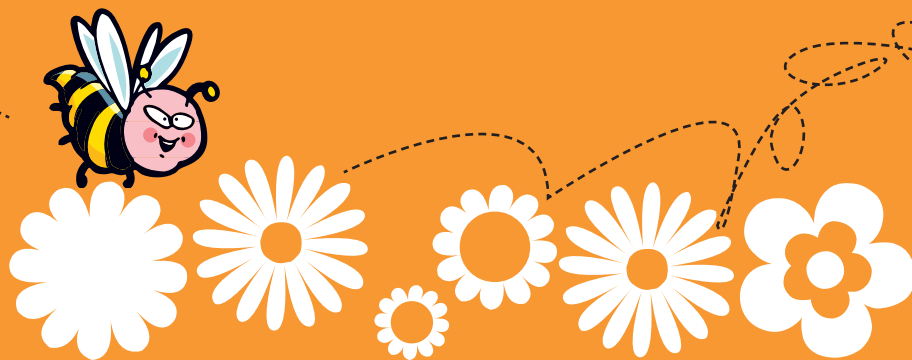
Kütuse- ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava: [http://www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD\\_ID=4116](http://www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD_ID=4116)

Maaelu arengukava: <http://www.agri.ee/MAK>

Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet: <http://www.pria.ee>

## Mikrotuulegeneraatorid

Kõige lihtsam tuuleveski koosneb masti otsas olevast generaatorist ja kolmest labast. Labade sihvakas kuju tuleneb nende aerodünaamilisest eripärast, kus tuule survejõud peab ületama liikumisel tekkiva õhutakistuse. Tuuliku labad on võlli kaudu kinnitatud generaatoriga (n-ö tagurpidi elektrimootoriga), mille südamiku (rootori) pöörlemise energia muutub elektrienergiaks. Kaasaegsed tuulegeneraatorid on erineva suurusega alates 1,5 meetrist, mida saab kasutada kodumajapidamises, ja lõpetades hiigelsuurte turbiinidega, mis on ühendatud otse elektrivõrku kas üksikult või mitmekaupa, moodustades tuulepargi.





## Energia tootmine tuulest. Muundamisprotsess

Tuuleturbiin töötab vastupidiselt ventilaatorile. Selle asemel, et kasutada elektrit tuule tegemiseks ventilaatorilabade liikumise abil, kasutab turbiin tuult elektri tegemiseks. Kuigi me teame üldprintsipi, et tuule surve lükkab rootori võlli külge kinnitatud labad liikuma, siis tegelikkuses võetakse tööprotsessi alguses elektrivõrgust elektrit selleks, et anda mitmeid tonne kaaluvale rootorile see algne pöörlemiskiirus, mis on vajalik tuulejõu ja rootori pöörlemisinerti tasakaalupunkti saavutamiseks. Alles siis, kui rootoril on vajalik kiirus saavutatud, lülitab tuuliku automaatika generaatori vastupidiselt tööle, nii et see enam mitte ei võta võrgust elektrit, vaid hoopis annab seda võrku tagasi. Mida suuremaks paisub tuul, seda kiiremini hakkavad labad pöörlema. Kuid selleks, et liiga kiire hoog labasid vurrina keerlema ei paneks, on tuulikul, nagu ka autol, võlli üleandekiiruse kontrollimiseks käigukast, mis hoiab tuulikulabasid pidevalt ühtlases pöörlemiskiiruses. Tugeva, üle 10 m/s tuulega liiguvad labad ikka ühesuguse kiirusega, tänu käigukastile vurab generaatori rootor neljakordse kiirusega ja annab ka neli korda rohkem toodangut.

Toodetud elekter juhitakse mööda edastamis- ja jaotusliine alajaama ja sealt edasi tarbijale. Turbiin kinnitatakse kõrgele tornile või postile, mis on piisavalt kõrged selleks, et tuul takistamatult ligi pääseks. Nii näiteks on Harjumaal, Pakri tuulepargi tuuliku generaatorid kinnitatud 80meetrise torni otsa<sup>9</sup> ja Saksamaal on isegi 125 meetri kõrgusel vurvavaid generaatoreid. Tuuliku juhtimisautomaatika pöörab tuulikulabade alati kõige tugevamate ja püsivamate tuulte suunas. Tuule suuna muutudes pöörab ka tuuleturbiin oma nina alati tuule poole ja tuule vaibudes või tugevnedes keeravad ka üksikud labad ennast ümber oma telje, et vastavalt vajadusele kas püüda rohkem tuult (on täiesti lapikult vastu tuult) või vastupidi – liiga tugeva tuule korral tekiks väiksem takistus (keeravad ennast kitsa servaga vastu tuult, et tuulik katki ei läheks). Suurtel turbiinidel on kogu ülemise osa (labade ja generaatori) pööramiseks suured mootorid ja labade ümber oma telje pööramiseks väikesed mootorid. Pisi-kestel mikroturbiinidel lahendatakse tuuldepööramine aga sabas asuva tuulelipuga.



**Viru-Nigula tuulepargis  
töötav tuulegeneraator  
võimsusega 3 MW.**

Foto: <http://www.4energia.ee>



**13 Mikro-**  
**tuulegeneraator** varustab  
elektriga keskkonnasäästlike  
hoonete gruppi, nn põhumaju  
Peipsi äärses Nina külas.

Foto: Maiken Staak

## Tuuleturbiini tähtsamad parameetrid on:

- **labade arv:** kolm laba on rootori balansseerimiseks ja tuulejõu ning hõõrdetaktuse nullpunkti saavutamiseks sobivaim;
- **labade pikkus:** mida pikemad labad, seda suurem toimeala ja toodetava energia kogus;
- **labade asukoht torni suhtes:** peaaegu kõik labad asetsevad vastutuult, et vältida müra tekitamist, kui laba möödub tornist.

Käesolev teabematerjal pöörab tähelepanu eelkõige mikrotuuleturbiinidele, mis sobivad majapidamiste ja väikeste kogukondade vajaduste katmiseks.

## Mikrotuuleturbiinide tüübid

### ● Vertikaalse ja horisontaalse teljega turbiinid

Toodetakse kahte põhitüüpi tuuleturbiini, mis pöörlevad erinevates suundades või erinevate telgede ümber:

- horisontaalse telje ümber pöörlevad turbiinid. Siin võib näiteks tuua vaateratta Londonis (*London Eye*) või traditsioonilise hollandi tuuleveski;
- vertikaalse telje ümber pöörlevad turbiinid (karussellid).

### ● Sobiva suurusega turbiin üksiktarbijale

Keskmise majapidamise jaoks võiks seega sobivaima suurusega turbiin olla 1–2,5kilovatis võimsusega ja 1,5 meetri kõrgune või isegi madalam, kui valitakse katusele kinnitatav mudel. Niisugused turbiinid paigaldatakse sageli ehitistele, mida elektrienergiaga varustatakse. Väiksemale hoonete grupile sobivad 5- kuni 15kilovatised turbiinid, mis varustavad elektriga koole, kontoreid või majaderühmi <sup>13</sup>.

Suuremad turbiinid paigaldatakse enamasti 10–15meetrise masti või posti otsa. Turbiin peab asuma vähemalt 100 meetri kaugusel ehitistest, välja arvatud sellest, mida ta elektriga varustab.

Üks 1,5 kW võimsusega tuulegeneraator suudab soodsate tuuleoludega toota aastas kuni 3000 kWh elektrienergiat, mis on ühe majapidamise keskmine aastane voolutarve. Suvemaja voolutarbe rahuldamiseks piisab ka väiksematest generaatoritest. Tehnoloogia arenedes ja odavnedes ning energiahinna tõustes muutuvad tuulegeneraatorid ja päiksepaneelid lähiaastatel elamutel, kontori ning tööstushoonetel sama tavaliseks kui seda on täna näiteks teleriantennid.<sup>10</sup>

### ● **Iseseisvad / omaette asuvad või elektrivõrku ühendatud süsteemid**

Väikese võimsusega tuuleenergiat on otstarbekas kasutada elektri tootmiseks kohas, kus on kulukas energiaga varustada tavapärasel viisil (s.o riikliku elektrivõrgu kaudu) – eelkõige asustusest kaugetes paikades ja väikesaartel. Niisugused võrgust eraldi asetsevad süsteemid nõuavad toodetud elektri talletamiseks akut, sageli kasutatakse tuulegeneraatorit koos diisलगeneraatoriga, et toota elektrienergiat ka aeglase tuulekiiruse korral.

Tuulesüsteeme võib kasutada ka kohas, kus on olemas ühendus riigi elektrivõrguga. Sel juhul ei ole akut vaja. Elektri ülejäägi võib suunata riiklikku energiavõrku ja müüa seda elektrienergia tootjatele, kes müüvad selle edasi elektritarbijatele. Sel viisil on võimalik teenida sissetulekut, mis aitab osaliselt kompenseerida turbiini ehitamise kulusid (vt ka „Elektrienergia ülejäägi müümine Eestis”).

## **Paigaldus**

### **Tuulepotentsiaali mõõtmine**

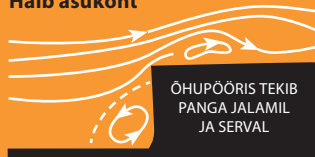
Tuule kiirus võib muutuda lühikeste (mõne sekundi) või pikemate perioodide (mõne tunni) tagant. Seetõttu toimub energiatootmine ebaühtlaselt nii lühema kui ka pikema aja jooksul.

Teaduslik meetod tuule kiiruse mõõtmiseks on anemomeetri paigaldamine mastile, kus on tuule suuna määramiseks suunanäitaja. Soovitav on mõõtmised teha tuuleturbiini rootori kõrgusel. Aastase energiatoodangu arvutamiseks tuleb mõõtmisi teha nii suvel kui talvel.

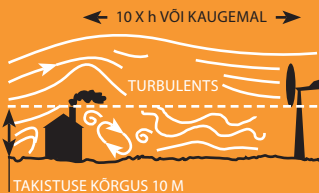
### Hea asukoht



### Halb asukoht



### Takistustega asukoht



ASUKOHT PEAB OLEMA TAKISTUSTEST  
VABA VÕI TURBIINI PEAB ASUMA TAKISTUSE  
KÕRGUSEGA VÕRRELDDES 10 X EEMAL.  
VÕIB KASUTADA KA VÄGA KÕRGET MASTI.

**14** Tuulel peab olema  
takistamatu juurdepääs turbiinile.

## Asukoha leidmine tuuleenergia tootmiseks

Tuuleturbiinil peab olema võimalus tuult püüda otse valitsevatest tuule suundadest, ilma et ümbritsevad puud või hooned seda takistaksid. Valitseva tuule suuna saab enamasti kindlaks teha vaatluse teel, jälgides tuule puhumise ajal selle suunda ja tugevust. Seejärel tuleks mõõta tuule kiirust. Kinnituslatt, mille küljes on anemomeeter ja tuulelipp, peab ulatuma maja- või koolimaja katuseharjast kõrgemale ning tuleb kindlalt toetada trosside abil. Kuna tuule kiirus pidevalt muutub, tuleb vaatlusi teha teatavate ajavahemike järel nii päevasel kui öisel ajal ühe või enama kuu jooksul. Võimaluse korral tasub kaaluda keerukama elektroonilise salvestussüsteemi (dataloger) paigaldamist. Kuna aastaegade lõikes on tuule kiirused erinevad, siis on suurema investeeringu tegemisel otstarbekas mõõta lausa terve aasta jooksul, et oleks võimalik välja arvutada turbiini aastatoodang ja võrrelda seda tarbimisega. Salvestatud andmestiku olemasolu võimaldab määrata nii tuule *keskmist* kiirust kui ka sooritada investeeringu tasuvusarvutusi. Teades täpset tuule kiirust saab turbiini tootja andmete põhjal seostada tuule keskmist kiirust turbiini võimsusega ja sellest lähtuvalt arvutada elektrienergia tootmise võimsuse. Seejärel võib saadud tulemust võrrelda elektriarvel toodud näitajatega. Kui tuuleturbiini toodetud elektrienergia hulk on 25% elektritarbimisest suurem, võiks kaaluda väikesesse tuuleturbiini investeerimist.

## Koha valik

Parima tulemuse saavutamiseks peab tuulel olema takistamatu juurdepääs turbiinile. Puud, hooned ja künkad takistavad õhu liikumist ja/või põhjustavad turbulentsi <sup>14</sup>. Niisuguste takistuste läheduses toodetava elektrienergia hulk väheneb. Mõju avaldub kümneid meetreid ülalpool takistusi, puudest ja majadest ees- ja külgsuunas ning sadu meetreid allatuult. Künkad võivad teatavatest suundadest puhuva tuule täielikult blokeerida, kõrvaldades sel moel olulise tuuleallika. Seetõttu on tähtis läbi mõelda, kuhu turbiin paigaldada, ning teha tuule kiiruse mõõtmised, et tuuleturbiini võimsust maksimaalselt ära kasutada. Selleks võib kuluda aasta. Enamik tuuleturbiine paigaldatakse avamaale, kus keskmine tuule kiirus on vähemalt 12 km/h.

## Ehitusluba

Eestis nõutakse suurema tuuleturbiini paigaldamiseks ehitusluba, millele eelneb keskkonnamõjude uuring ja detailplaneeringu koostamine. Mikroturbiini püstitamisel on otstarbekas tuuliku parameetrid ja asukoht kohalikus omavalitsuses kooskõlastada, kuid keskkonnamõjude uuring ja detailplaneering ei ole nõutav. Enne turbiini paigaldamist tuleb kindlasti ühendust võtta kohaliku omavalitsuse ehituspetsialistiga, kes annab täpset teavet tuuleturbiini püstitamiseks vajaliku loa saamise ja ohutusnõuete tingimuste kohta.

## Majanduslik otstarbekus

Kui kaalute tuuleturbiini rajamist ja otsite selleks sobivat lahendust, tuleb eelkõige kindlaks teha majapidamise energiavajadus. Koostatakse hoone energiabilanss ning saadud teabe alusel valitakse sobiva võimsusega turbiin.

Mikrotuuleturbiini sobivus ja see, kui palju saab turbiini kasutamisel kokku hoida ostetava elektri hulka, sõltub energia kasutamise efektiivsusest. Teadliku energiasäästu korral aitab ühekilovatise turbiini kasutuselevõtt vähendada oluliselt ka nõudlust võrguelektri järele.

Tuuleturbiini toodetava elektri hulk sõltub kahtlemata kohalikest tuuleressursist: õhu liikumise kiirusest ja püsivusest antud piirkonnas. Nii näiteks on rannikuäärsetel piirkondadel tuult rohkem kui sisemaal. Ka maastikuelemendid mõjutavad kliimasüsteeme, mistõttu tuleb seda turbiini asukoha valimisel arvestada.

Ühe 1,5kilovatise tuuliku paigaldamise maksumus on umbes 60 000 krooni. Kui mikroturbiin soovitakse paigaldada katusele, tuleb enne turbiini paigaldamist teha katusekonstruktsiooni ekspertiis (tõenäoliselt lisandub hinnale veel mõni tuhat krooni).

## Nõuanne

Konsulteerige Eesti Tuuleenergia Assotsiatsiooniga ([www.tuuleenergia.ee](http://www.tuuleenergia.ee)), kes

- annab ülevaate sobivast tehnoloogiast
- annab ülevaate lisateenuste pakkujatest alates detailplaneeringu koostajatest kuni elektriinsenerideni
- nõustab mikroturbiini püstitajaid õige tehnoloogia valikul ja annab nimekirja hoone energiabilansi koostajatest
- annab nimestiku tegevuslooga paigaldajatest
- juhendab projekti erinevaid etappe.

Pidage nõu inimestega, kellel on tuuleturbiini paigaldamise kogemus.



## Elektrienergia ülejäägi müümine Eestis

Taastuenergia kohustuse järgi peavad elektrienergiaga varustajad tootma teatava osa klientidele suunatavast elektrienergiast taastuvalikatest. 2001. aastal, mil selline kohustus jõustus, võttis Eesti Vabariik endale kohustuse tõsta taastuenergiaallikatest toodetava elektri osakaalu 5 protsendini aastaks 2010. Tingimustele vastavad taastuenergiatootjad saavad iga toodetud kilovatt-tunni rohelist elektrit müüa fikseeritud kokkuostuhinnaga, mis on 115 senti ja mis kehtib 12 aastat alates tuuliku võrku lülitamisest. Ühtlasi on võimalik valida ka skeem, kus roheline elekter müüakse võrguettevõtjale turuhinnaga ca 42 senti kilovatt-tunni eest ja saadakse riigilt toetust 84 senti kilovatt-tunni eest. Kolmanda skeemina müüakse elekter turuhinnaga ja taotletakse võrguettevõtjalt rohelse sertifikaadi väljastamist iga toodetud megavati kohta, mida võib müüa hinnaga, mis kehtib tulenevalt pakkumise ja nõudluse vahekorrrast.

Tootes elektrit üleriigilisse elektrivõrku ühendatud tuuleturbiiniga rohkem kui kasutatakse, võib ülejäägi müüa energiafirmale mõne ülalkirjeldatud skeemi järgi. Rohelise Energia sertifikaat (mis on nagu roheline väärtpaber), tõendab, et võrku antud elektri tootmiseks on kasutatud taastuenergiaallikaid ja seega vähendatakse keskkonnas suurtootja poolt õhku paisatava süsihappegaasi hulka. Sellest tulenevalt kujuneb ka rohelse sertifikaadi hind vastavalt süsinikdioksiidi saastekvoodi hinnale. Kujundlikult öeldes, kui tuulik toodab ühe megavati rohelist elektrit, jäetakse Narva Elektri jaamades õhku paiskamata üks tonn süsihappegaasi. Kuna Narva jaamad peavad iga õhku paisatud süsinikdioksiidi tonni eest maksma saastetasusid, mis ulatuvad kuni 300 kroonini tonni eest, siis müües seda üheme-gavatist sertifikaati, saab tuulikuomanik selle 300 krooni endale lisaks müüdud ühe megavati elektri turuhinnale. Sertifikaadi ostja võib aga olla ka näiteks mõni tehas, millel on antud aastaks luba õhku paisata vaid limiteeritud kogus süsihappegaasi. Kui ta ei suuda selle normi piires püsida, peab ta turult rohelse sertifikaate juurde ostma.



Roheline Energia

## Tuuletehnoloogia



- + Mikrotuuleturbiinid on õige suuruse ja õnnestunult valitud asukoha korral tulus investeering, sest annavad võimaluse valida, kas kasutada elektrivõrku müümise korral riiklikku subsiidiumi või vähendada isikliku majapidamise energiakulu-tusi.
- + Mikroturbiinide toodetud elektrit on kõige lihtsam kasutada hoonete kütmiseks, mis annab näiteks eraldiseisvale üksikule kodumajapidamisele tuntava energiasõltumatus.
- + Mikroturbiiniga toodetud elektrit saab ühtlasi salvestada spetsiaalsesse maja juurde ehitatud akupanka, mis garanteerib elektrienergia ka pimedal ja tuulevaiksel ajal ning on seetõttu sobiv täiendus päikesepaneelidele.
- + Kaasaegseid mikroturbiine saab paigaldada sobivatele olemasolevatele ehitistele, ilma et need ümbruskonda oluliselt häiriks. Enne paigaldamist tuleb veenduda ehitise konstruktsioonide vastupidavuses ja valitud tuuliku tüübi sobivuses.



- Tuuleturbiinid teevad töötades teatavat müra.
- Tuuleturbiinid jäävad vahel ette lindude rändeteedele.
- Kuna tuuleturbiinid on maastikupildis oluline element, siis võib see teatud inimesi ja huvigruppe häirida. Seetõttu on vaja enne ehitusloa taotlemist ja turbiini paigaldamist naabritega kokkuleppele jõuda.
- Turbiini töötamise tõhusus sõltub tuuletin-gimustest valitud asukohal.
- Mõnede ehitiste konstruktsioon ei võimalda tuuleturbiini monteerimist. Sel juhul tuleb otsida maja läheduses sobivaid asukohti iseseisva tuuliku püstitamiseks.



### Toetused

Eestis on võimalik Keskkonnainvesteeringute Keskuse erimeetme „Taastuenergiaallikate laialdasem kasutamine energiatootmisel ja transpordis“ toel saada toetust taastuvtehnoloogia investeeringu katmiseks.

Ühtlasi saab toetusi taotleda mitmete taastuenergia projektidega kaasnevate uuringute läbiviimiseks mitmesuguste Euroopa Liidu programmide (Intelligent Energy Europe, Interreg jt) vahenditest.





## Keskkonnamõju

Sageli vaieldakse selle üle, kas väikese võimsusega mikrotuuleturbiinid (kuni 2,5 kW) annavad märgatava panuse jäätmete ja/või kulude vähendamisse. Kokkuhoid sõltub sellest, kas turbiin on õiges asukohas, samuti hoone energiatarbimisest.

Turbiinide töötamisel tekib madalatasemeline, kuid selgesti tajutav müra. Sageli häirivad tuuleturbiinid inimesi ka visuaalselt, eriti kui need asuvad ajaloolistel objektidel ja väärtuslikel maastikel või nende läheduses.

Töötava tuuliku mõju linnustikule ulatub 200 m ümber tuulemasti, kuid mõnede liikide puhul võib see olla suuremgi. Tuulepargi kaudne mõju avaldub teistele ümbritsevatele rohumaadele toiduressursi vähenemisega, sest sinna läheb häiringu tõttu rohkem linde.

Turbiinid võivad ohustada linde ja putukaid, kui nad otse turbiini lendavad, kuid selle tõenäosus on väike.

### Kasulikke viiteid

Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon annab praktilist informatsiooni tuuliku püstitamise seotud üksikasjade kohta: <http://www.tuuleenergia.ee>

Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus annab ettevõtlusega alustavale isikule informatsiooni erinevate toetuste kohta: <http://www.eas.ee>

Futuren OÜ pakub oma klientidele keskkonnasõbralikke väikelahendusi energiatootmises ja ökoehituses: <http://futuren.ee>

Nelja Energia OÜ koduleht: <http://www.4energia.ee/index.php/article/pakri>

Struktuurifondide lehekülj annab informatsiooni erinevate toetusrahade kohta: <http://www.struktuurifondid.ee>

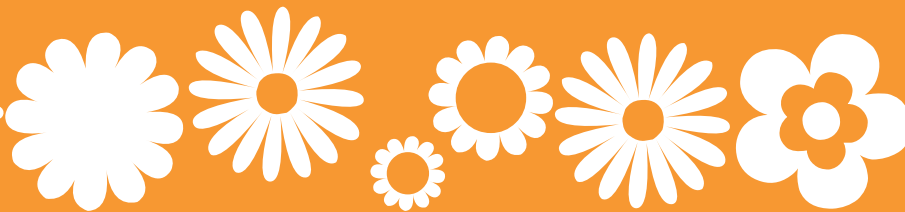
Tuuleenergiat tutvustavad koduleheküljed lastele ja noortele: <http://www.vestas.com/en/media/brochures.aspx>  
<http://www.windpower.org/en/kids/index.htm>



## Soojuspumbad

Soojuspump on süsteem, mis ammutab soojusenergiat madalamast temperatuurist ja siirdab selle kõrgemale temperatuurile. Soojusenergiat ammutatakse õhust, maa sisemisest, ventileeritavast õhust või veest. Energia siirdatakse kompressortehnika ja soojusvahetite abil meile kasulikuks soojuseks, millega köetakse ruume ja tarbevett. Soojuspumba maakontuuris (maatoru, kollektor) ringlevat vedelikku soojendab pinnases salvestatud päikeseenergia mõne kraadi võrra. Soojuspumba sees muundatakse need mõned kraadid soojusvahetite ja kompressortehnika abil soojusenergiaks, mis siirdatakse edasi soojusjaotussüsteemi, kas siis pörandaküttetorudesse, radiaatoritesse või soojaveeboilerisse. Elektrienergiat on vaja üksnes kompressori ja tsirkulatsioonipumpade töös hoidmiseks. Ühe kilovatti ostuenergiaga võime siirdada kütteks kaks kilovatti või enam looduslikku (tasuta) energiat, soojustegur võib ulatuda üle 300.

Soojuspumbad võivad toimida ka vastupidi ja suvel ruume jahutada. Seega on ühe süsteemiga võimalik kütta või jahutada eluruume ning toota sooja tarbevett.





**15** Soojuspumba maakontuur kaevatakse pinnasesse.

Majja sisenevad plasttorud isoleeritakse. Vette uputamisel kehtivad samad reeglid. Vette uputamise korral tuleb tähelepanu juhtida raskuste kinnitamise klambritele, mis peavad olema kindlasti ultraviolettkiirgust taluvad.



Soojuspumbasüsteemidega saab hõlpsasti asendada õli või söe baasil töötavaid fossiilküttevõi elektrikatlaid. Kui soojus jaotatakse laiali radiaatorite kaudu, saab kuuma vee suunata otse veekütteradiaatoritesse. Kui soojust jaotatakse sooja õhuga, saavad soojuspumbad otse toota sooja õhku.

## Paigaldus

Sobivaid soojuspumbasüsteeme võib hankida nii juba olemasolevatele kui ka uutele, alles ehitatavatele majadele. Energiaallikana on võimalik kasutada õhku, maapõue, vett või ventileeritavat õhku.

Maakontuuris (kollektoris) kasutatakse Eestis peamiselt 40-millimeetrise läbimõõduga plasttorusid (PEM 40). Maasoojuse transportimiseks nendes torudes kasutatakse 30-protsendilist vee ja tööstuspiirituse segu, mis on ökoloogiliselt täiesti kahjutu. Maakontuur kaevatakse umbes ühe meetri sügavusele, kus plasttorude vahekaugus oleks omakorda vähemalt üks meetr <sup>15</sup>.

**Enne soojuspumba paigaldamist oma koju tuleks arvesse võtta järgmisi tingimusi:**

-  **Kas küttesüsteemi vajatakse individuaalseks või kollektiivseks kasutuseks?**
-  **Kas olemasolev süsteem tuleb välja vahetada?**
-  **Kas taastuvenergiaallika kasutuselevõtt on majanduslikult otstarbekas?**
-  **Kas soojuspumbasüsteemi on võimalik teie koju paigaldada?**



**Maasoojuspumba kollektori kraavi paigaldamisel on heaks abileks väiketraktor.**

Foto: [www.abckliima.ee](http://www.abckliima.ee)

Soojuspumbasüsteemi jaoks vajaminev taastuv soojusenergia hulk sõltub maja geograafilisest asukohast ja maja soojapidavusest. Mida soojem kliima, seda kõrgem on algtemperatuur ning seda tõhusam on soojuspumba töö.

Kuldreegli kohaselt peaks pump olema nii suur, et toodaks 90% vajaminevast soojusenergiast. Väga külmal päeval tuleks kasutada lisakütteallikat, näiteks elektriradiaatorit või puuküttekaminat.

Tavapäraste maapinnatingimuste ja tüüpilise pereelamu puhul peaks maasoojuspumba maakontuur olema 3 kW soojatootmise korral 30 m ja 10 kW puhul 100 m, ehk seega Eesti keskmise, 100–150 m<sup>2</sup> maja küttesüsteemile vajatakse umbes 400 m pikkust maakollektorit. Maakontuuri võib paigaldada horisontaalsetesse kraavidesse või vertikaalselt spetsiaalselt puuritud puurauku. Puuraugu tegemiseks on vaja tagada puurimismasina juurdepääs, horisontaalsete kraavide puhul on vaja juurdepääsu aeda või vabale alale. Maakontuuride pikkuste ja puuraugu sügavuste suhtes on soovitatav järgida tootjate või nende esindajate mõõdistusi. Kindlasti peab arvesse võtma ka pinnase iseloomu (savimaa, niiske muld, kuiv liivapinnas jms). Reeglina on kuivema pinnase puhul maakontuurid pikemad.

Horisontaalne kraav peab olema piisavalt sügav, et kõikuv õhutemperatuur maapinnatemperatuuri ei mõjutaks. Kesk-Euroopas piisab 0,9 m sügavusest kraavist, Põhja-Euroopas tuleb maakontuur kaevata 1,2 kuni 1,5 m sügavusele maapinda. Eesti tingimustes piisav sügavus on umbes üks meeter.

Soojuspumbakütte saab paigaldada, kui

- on võimalik kasutada maad, või veekogu või õhku (kui soojuspump paigaldatakse välisseinale)
- ehitised on hästi soojustatud
- soojuspump suudab varustada olemasolevat jaotussüsteemi.

## Majanduslik otstarbekus

Juba olemasoleva maja puhul on soojuspumbad majanduslikult otstarbekad, kui

- maagaasikütet ei ole võimalik paigaldada
- radiaatorite või katla kütmiseks kasutatakse õli või gaasiballoone.

Soojuspumba väljuv temperatuur on madalam kui fossiilkütusekatlal, seega on otstarbekas soojuspumba paigaldamisel suurendada maja soojapidavust. Sel juhul saab soojuspumba võimsuse valida vastavalt väiksematele soojakadudele ja kasutada juba olemasolevaid radiaatoreid.

Uued elamud on paremini soojustatud ja nende soojuskadod on väiksemad, seetõttu tasub tingimata kaaluda soojuspumba kasutamist, eriti pörandaküttesüsteemi puhul.

Soojuspumba kasutusega seotud kulud sõltuvad suuresti pumba tüübist, paigaldusest ja võimsusest, kuid reeglina on maasoojuspumbaga toodetud soojuse hind üle kolme korra madalam elektriga toodetud soojuse hinnast.

Eestis tüüpilise, 100–150 m<sup>2</sup> pereelamu puhul valitakse soojuspumba võimsuseks 6–9 kilovatti, millega kaetakse üle 90% soojusenergia vajadusest. Külmatipud kaetakse reeglina soojuspumbas oleva elektrikassetiga. Võimsuse üle peab otsustama omanik, sest võimsus on otseses seoses investeeringuga.

Soojuspumba investeerimiskulude puhul Eesti tingimustes oleks hea kasutada rusikareeglit: üks kilovatt soojuspumba tehnikat paigaldatuna „võtmed kätte” põhimõttel (sisaldab maakollektorit) läheb maksma 1500 eurot ehk umbes 23 470 Eesti krooni.

Lisaküttesüsteemi võimsus peaks olema selline, et kataks ära maja soojuskoormuse kõige külmematel talvapäevadel. Lisakütet annavad soojust salvestavad või konvektorradiaatorid, mis asuvad magamis- ja vannitubades.

Maakollektori maksumus Eestis on u 75–80 krooni meetri kohta (sisaldab kaevetöid torusid ja piiritust). Keskmisele majale vajame u 400 meetrit maatoru, mis paigaldatakse ühe meetri sügavusele vahekaugusega üks meeter. Maakollektori elukaar on väga pikk, üle 50 aasta. 400meetiline maakollektor toodab tasuta päikeseenergiat teie krundil igal aastal umbes sama palju kui on energiat neljas tonnis kütteõlis. Muud, suhteliselt suured kulud sisaldavad veel kollektori maksumust.

Puuraugu puurimine on Eesti tingimustes suhteliselt problemaatiline ja kallis, lubadega seotud bürokraatia on erinev ja oleneb konkreetsest asukohast. Hind ühele puuraugu meetrile on umbes 1000 Eesti krooni. Puuraugu sügavus on keskmise maja puhul 150 m (juhul kui see on tehniliselt võimalik). **NB! On oluline, et maakollektori pikkused ja puuraugu sügavused kooskõlastataks kindlasti soojuspumpade tootja esindajatega.**

Soojuspumba olemasolu tõstab maja väärtust energiaauditiil, sest energiakulu küttele ja tarbeveele on tunduvalt väiksem kui mis tahes muu küttevormi puhul. Ka keskkonnasaaste on reeglina kolm korda väiksem.

Soojuspumbasüsteemi paigaldamiseks ei nõuta ehitusluba. Lisaks kindlustavad kindlustusettevõtted soojuspumpadega kõetavaid maju väiksema hinnaga, kuna ohufaktor (elava tule puudumine küttesüsteemis) on väiksem.



## Keskkonnamõju

Suurim keskkonnamõju on seotud fossiilkütustest elektrienergia tootmisega, kuid ka see on võrdlemisi väike (vt tabel). Tabelis on võrreldud erinevate küttesüsteemide õhku paisatavaid süsinikdioksiidi koguseid ühe kilovatt-tunni toodetud soojusenergia kohta. Seega, kui elektrit toodetakse taastuenergiaallikast, ei paisata keskkonda ka heiteid.

Teine võimalik mõju on seotud maasisese kollektoriga, juhul kui seda kahjustatakse ja külma-aine hakkaks lekkima. Eestis seda ohtu peaaegu ei ole. Enamus Eestis kasutatavaid soojuspumpasid on toodetud Põhjamaades, kus maa soojusenergia transportimiseks kasutatakse vee ja piirituse segu, mis ei ohusta keskkonda.

## Erinevate küttesüsteemide võrdlus õhku paisatava süsinikdioksiidi koguse alusel toodetud soojusenergia kohta:

SOOJUSALLIKAS	KG CO <sub>2</sub> / KWH SOOJUST
Õlikatel	0,27
Gaasikatel	0,19
Soojuspump	0,12*

\* Eralduva soojuse / tarbitava elektri suhe on 3,5

**16** Soojuspump võtab majapidamises vähe ruumi. Enim levinud mooduli mõõtmed on võrreldavad koduse külmikuga.

## Soojuspumbad



- + Võtab vähe ruumi. Enim levinud mooduli mõõtmed on võrreldavad koduse külmikuga (joonis 16).
- + Ainuke küttekatel, mille soojustegur on üle 100% (tavaliselt 300% või enam). Võrdluseks: efektiivse õliküttekatla soojustegur on üle 75%.
- + Erineva võimsusega soojuspumbasüsteemid võimaldavad kütta alates ühest toast mitme elumajani.
- + Osa soojuspumbasüsteeme on überpööratava tööprotsessiga ning võivad kütta või jahutada.
- + Soojuspumba tööks vajalik elekter võib tulla mõnest taastuenergiaallikast (näiteks tuul või vesi), mis teoreetiliselt võimaldab luua täielikult saastevaba küttesüsteemi.
- + Süsteem on tõhus ja töökindel, jooksvad ja hoolduskulud väikesed.



- Maasoojuspumba energiakollektor võtab ruumi.
- Õhksoojussüsteemide tõhusus õhutemperatuuri langedes väheneb, kuid süsteem töötab edasi sama tõhusalt kui tavaline elektriküte.
- Suhteliselt suur alginvesteering.
- Külmaaine tuleb süsteemi kasutusea lõppedes kindlalt ja normikohaselt hävitada.

### Kasulikke viiteid

Balti Kliimavent OÜ pakub kaasaegseid kliima ja küttesüsteemide täislahendusi: <http://www.kliima24.ee>

Soojuspumpade kohta leiab informatsiooni ka energiasäästuportaalist: <http://www.kokkuhoid.energia.ee/>

MTÜ Eesti Soojuspumba Liit tegeleb soojuspumpade propageerimise ning tutvustamisega: <http://espel.ee>

National Energy Foundation'i kodulehel leiab viite 'householders' alt nõuandeid energia säästmise, rohelse energia ja süsinikuheidete kohta: <http://www.nef.org.uk/>

Soojuspump OÜ pakub energiasäästlikke ja loodussõbralikke maa-, ventilatsiooni- ja õhusoojuspumpade süsteeme: <http://www.soojuspump.ee>

# Kokkuvõte

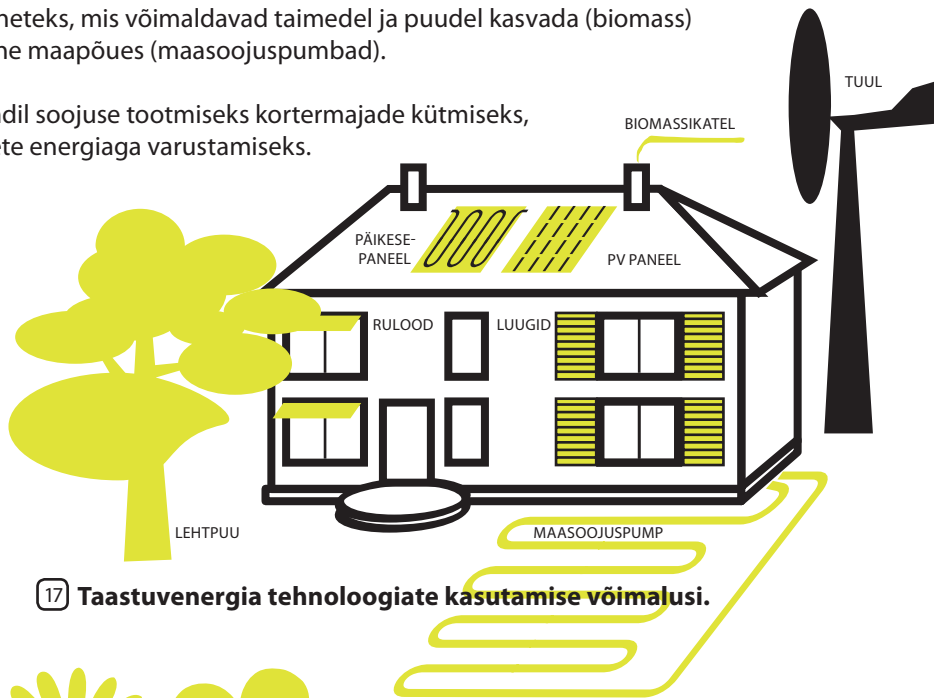
Kokkuvõtteks võib öelda, et otseselt või kaudselt päikesekiirgust vahendavate taastuvenergiaallikate kasutamine hõlmab viit peamist protsessi:

- päikese-soojuse neeldumine vee soojendamiseks (päikeseenergiaküte)
- päikesevalguse otsene muundamine elektriks (fotoelektrilised süsteemid või päikesepaneelid)
- õhuliikumise (tuule) muundamine elektriks (tuuleturbiinid)
- päikesevalguse muundamine toitaine-eks, mis võimaldavad taimedel ja puudel kasvada (biomass)
- madalakraadise soojuse salvestamine maapõues (maasoojuspumbad).

Taastuvenergiat võib kasutada kohalikul tasandil soojuse tootmiseks kortermajade kütmiseks, sooja tarbevee tootmiseks või üksikute hoonete energiaga varustamiseks.

Joonisel 17 on näidatud taastuvenergia tehnoloogiate kasutusvõimalusi sees- või väljaspool tavalist elumaja. Reeglina saab paigaldada enam kui ühe allika, nii nagu jooniselgi kujutatud.

Kütte või sooja vee tootmiseks ette nähtud **päikesepaneelide** paigaldamiseks on sobivaim koht katus. Ideaalne paik päikeseenergia maksimaalseks ärakasutamiseks on lõunapoolne kaldkatus. Põhjapoolne katus ei sobi ning läänepoolne katus on parem kui idapoolne.



17 Taastuvenergia tehnoloogiate kasutamise võimalusi.





**Tuuleturbiini** saab monteerida katusele või posti otsa. Katusel asuvana peab see olema vähemalt kaks meetrit katusest kõrgemal.

**Biomassikatla** jaoks on vaja korstnat ja lõõri.

**Soojuspumba kollektor** tuleb paigaldada maapõue või vette, kui neid kasutatakse energiaallikana. Vertikaalne kollektor nõuab vähem ruumi kui horisontaalne kollektor, vertikaalse kollektori puhul on vaja ruumi vaid puurimismasina juurdepääsuks.

Joonisel on näha ka kolm **passiivset meetodit päikesekiirguse vähendamiseks** suvekuudel, et hoida ära aktiivse jahutamise vajadust. Ruloosid ja luuke saab paigaldada enamikele elumajadele. Aeda on võimalik istutada lehtpuid, mis talvel lehed langetavad.

Eramutes elavad inimesed saavad hõlpsasti (kui mitte arvestada suhteliselt kõrgeid alginvesteeringuid) paigaldada ühe või mitu nimetatud taastuvenergiaallikatest. Korterimajade elanikel (peamiselt linnas) on vähem võimalusi niisuguseid tehnoloogiasid ehitistel rakendada. Samas võib kaaluda väikese rühma elumajade koondumist ühise soojus- või elektritootmisskeemi alla, mis on odavam taastuvenergiaallika individuaalsest paigaldamisest.

**Kombineeritud tehnoloogia** kasutamine on küll teostatav, kuid siiski ebatavaline ja paraku ka kallis. Päikesepaneele kasutatakse sooja vee tootmiseks kõige enam Lõuna-Euroopas, biomassi Kesk- ja Põhja-Euroopas. Soojuspumpasid paigaldatakse kõikjal. Lõunamaades kasutatakse pöördfunktsiooniga pumbasüsteeme, mis suvel jahutavad ja talvel soojendavad. Põhja-Euroopas paigaldatakse üksnes sooja andvaid pumbasid. Tuuleturbiinid ja päikesepaneelid saavad üksteist täiendada, sest päikesekiirgus kulmineerub suvel ja tuul talvel. Seega, kui tingimused sobivad mõlema süsteemi paigaldamiseks, tuleks seda taastuvelektrienergia maksimaalseks ära kasutamiseks ka teha. Mõlemad tehnoloogiad kattuvad teatud osas, mis võimaldab elektrikomponentide pealt kokku hoida. Avalike hoonete või korterimajade puhul võiks kaaluda ühise kütte- või elektrisüsteemi paigaldamist. Kui niisugused süsteemid on olemas, kehtivad nende kohta samasugused kulude-tulude arvestused nagu individuaalsüsteemide puhul.



Tekstiviited:

- 1 Soojuse ülekandumine kokkupuutel ühelt kehalt teisele.
- 2 Õhu püstsuunaline liikumine õhukihtide ebaühtlase soojenemise tõttu.
- 3 “Haige maja” sündroom on nähtus, mille korral tekivad elanikel majas pidevalt viibides ebamäärased haigus-sümptomid: palavus, umbsus, peavalu, apaatia jms.
- 4 Fotovolt-energia e PV energia (ingl k: photovoltaic energy)
- 5 Roheline Energia on Eesti Energia, sihtasutuse Säästva Eesti Instituut ja mitmete toetajate koostöös loodud osalusüsteem, mis toetab ja propageerib taastuvenergiat. Rohelise energia ostjad toetavad taastuvenergialli-katest toodetud energia kasutamist. Seda kinnitab sertifikaat, mis lubab kasutada Rohelise Energia kaubamärki. Rohelise energia kasutamine on tinglik. Toodetud taastuvenergia juhitakse ühtsesse võrku ja see jõuab tarbijani koos põlevkivist toodetud elektrienergiaga.
- 6 Biomassi all mõeldakse tavaliselt taimset materjali, mida energiatootmise eesmärgil põletatakse või kääritatakse.
- 7 kollane põhk – varakult koristatud vilja õled
- 8 hall põhk – hilja koristatud vilja õled, vahe on koristusajas ning sellest tulenevalt keemilises koostises
- 9 <http://www.4energia.ee/index.php/article/pakri>
- 10 <http://www.futuren.ee>

# ROHELIST NUPUTAMIST

tööjuhendid õpilastele



