

aurinko-opas

aurinkoenergiaa rakennukseen

aurinko-opas

aurinkoenergiaa rakennuksiin

Bruno Erat, Vesa Erkkilä, Timo Löfgren,
Christer Nyman, Seppo Peltola, Hannu Suokivi

Kustantajat Sarmala Oy
Rakennusalan Kustantajat RAK



Energy, Environment,
Sustainable development

OPET Finland on osa EU:n energiateknologian edistämiskeskustaa OPET - Organisations for the Promotion of Energy Technologies. OPET Finland on Tekesin, Motiva Oy:n ja VTT Energian yhteistoimintaa.

Tekijät:

Bruno Erat, Vesa Erkkilä, Timo Löfgren,
Christer Nyman, Seppo Peltola, Hannu Suokivi

Toimitus:

Vesa Ville Mattila

Kuvitus:

Eva Erat

Ulkoasu:

Jarkko Nikkanen

Oppaan tekemistä ovat tukeneet kauppa- ja teollisuusministeriö ja Opet Finland.

Julkaisija:

Aurinkoteknillinen yhdistys ry

Kustantajat Sarmala Oy

Rakennusalan Kustantajat RAK

Kaupintie 13 - 00440 HELSINKI

p. 09-5032540 - f. 09-5032542 - email: info@sarmala.com - www.sarmala.com

ISBN 951-664-072-9

KIRJAKAS KY, 2001 NURMIJÄRVI

Sisältö		Aurinkolämmön aktiivinen hyödyntäminen	71
Esipuhe	7	Aurinkokeräimet	72
		Tasokeräimet	73
Auringon perustiedot	9	Aurinkokeräinten sijoittaminen	81
Aurinko energianlähteenä	10	Keräinten suuntaus	82
Auringonsäteily maapallolle	10	Suurkeräimet	82
Aurinkosäteily Suomessa	13	Keräinten integrointi osaksi rakennuksen vaippaa	84
Säteilyn tehostamisen keinot	15	Maataloussovellusten mitoitus	89
Auringon tulevaisuus	17	Ulkouima-altaiden lämmitys	92
Auringon numerotietoja	17	Aurinkokeräinten kytkentä lämmitysjärjestelmään	93
Lähteet	20	Yleiset periaatteet	93
		Aurinkolämpö ja huonekohtainen sähkölämmitys	96
Suomen ilmasto	21	Aurinkolämpö ja vesikiertoinen sähkölämmitys	97
Auringonpaiste	22	Aurinkolämpö ja öljylämmitys	99
Sään vaikutus auringonsäteilyyn	26	Aurinkolämpö ja puulämmitys	101
Auringon säteilyenergia	28	Aurinkolämpö ja lämpöpumput	102
Lähteet	30	Aurinkolämpö ja kaukolämpö	103
		Suosituksset	?
Ilmastotietoinen kaavoitus	31	Lähteet	?
Yleistä	32		
Aurinkoenergian saanti varmistetaan	32	Lämpöpumput	104
Vapaa paistekulma	34	Toimintaperiaate ja lämpöpumpputyypit	104
Rakennuspaikan valinta ja rakennusten sijoitus	38	Järjestelmävaihtoehdot ja lämmönlähteet	107
Kasvillisuus ja maiseman suunnittelu	38	Lämpökertoimet	113
Tuulensuoja	41	Suosituksia	115
Suosituksia	48	Lähteitä	117
Lähteet	50	Lämpöenergian varastointi	118
		Aurinkoenergian varastointitarve ja -tavat	118
Aurinkolämmön passiivinen hyödyntäminen	51	Lähteet	122
Yleistä	52	Aurinkosähkö	123
Aurinkoenergian passiivinen hyödyntämistavat	52	Aurinkosähkösovellukset nyt ja tulevaisuudessa	124
Passiiviset aurinkotalot ja aurinkolämmitys-järjestelmät	57	Aurinkosähköjärjestelmän toimintaperiaate	128
Lämmitysenergian tarpeen pienentäminen	63	Aurinkokenno ja aurinkosähköpaneeli	128
Suosituksia	67	Aurinkosähköenergian varastointi	136
Lähteet	70	Tehon edellytykset ja säätö	138
		Verkkoon kytketyt järjestelmät	141

Asunnot	142
Muut verkkoon kytketyt aurinkosähköjärjestelmät.	147
Omavaraiset aurinkosähköjärjestelmät	147
Vapaa-ajan asunnot	147
Ammattisovellukset	148
Vetyteknologia	151
Polttokennot ja vetyjärjestelmä	151
Aurinkosähköjärjestelmän asennus ja mitoitus	152
Aurinkosähköpaneelin sijoittaminen	153
Akun sijoittaminen	156
Omavaraisen pienjärjestelmän mitoitus	156
Hybridijärjestelmä ja verkkoon kytketty järjestelmä	158
Aurinkosähköjärjestelmän energiantuotto	159
Kuormien kulutus	159
Aurinkosähköjärjestelmien systeemisuunnittelu	162
Turvaohjeet	162
Lähteet	166
Aurinkoenergian hyödyntämistalous	169
Energian tuotannon ja kuluttajan näkökulmat	170
Energian hinta ja sen vertailu	172
Aurinkoenergalaitteiden elinkaariselvitykset	173
Energian takaisinmaksuaika	173
Kasvihuonekaasujen päästöt energiantuotantoprosesseissa	175
Suosituksia	175
Lähteitä	175
Aurinkoteknologiasanasto	177
Aurinkoteknologiaa - toteutuksia	201
Liitteet	205

Esipuhe

Sanotaan, että säästetty energia on paras energia. Mitä yksinkertaisempi ja luontevampi energiansäästötapa on, sitä edullisemmaksi ja luotettavammaksi se yleensä osoittautuu. Tärkeää on myös millaista energiaa käytämme mihinkin tarkoitukseen.

Auringon lämpöä kannattaa aina hyödyntää luonnonmukaisesti, ilman erityisiä laitteita. Aurinko-oppaassa selvitetään, kuinka kaavoitus, rakennusten sijoittaminen, aukotukset ja materiaalivalinnat voivat luoda hyvät edellytykset aurinkoenergian passiiviseen hyödyntämiseen - jopa ilman lisäkustannuksia.

Aurinkoenergian aktiivinen hyödyntäminen rakennusten lämmittämisessä on jo tämän päivän ratkaisu, johon kannattaa varautua rakennettaessa ja remontoitessa. Myös aurinkosähkösovellusten käyttö on nopeasti lisääntynyt. Järjestelmien suunnittelu edellyttää sekä koko ilmiön että sen eri osien ymmärrystä.

Aurinko-oppaassa luodaan katsaus aurinkolämpötekniikkaan ja selvitetään pääpiirteittäin aurinkokeräinten liittäminen muuhun lämmitysjärjestelmään. Opas antaa perustietoa aurinkosähköstä ja siihen liittyvien järjestelmien toimivuudesta sekä esimerkkejä sovelluksista. Se opastaa lukijan yksinkertaisiin ratkaisuihin, mutta tarjoaa myös mahdollisuuden perehtyä asioihin syvällisemmin.

Aurinko-opas on tarkoitettu niin ammattikorkeakoulujen tekniikan koulutusohjelmien oppilaille kuin kaikille aurinkoenergiasta kiinnostuneille. Lisäksi se sopii peruskoulujen, lukioiden ja ammattioppilaitosten lähdemateriaaliksi ja käsikirjaksi.

Teosta on rahoittanut kauppa- ja teollisuusministeriö ja työ on ollut osa OPET Finland toimintaa 2000-2001. OPET Finland kuuluu EU:n energiateknologian edistämisyhteistyön OPET - Organisations for the Promotion of Energy Technologies. OPET Finland on Tekesin, Motiva Oy:n ja VTT Energian yhteistoimintaa.

Tekijät

Aurinko-oppaan ohjausryhmässä teosta ovat suunnitelleet ja sen sisältöä kommentoineet:

Aimo Aalto, KTM

Marjatta Aarniala, OPET Finland / Tekes

Nina Broadstreet, KTM

Bruno Erat, Erat Oy

Leena Grandell, OPET Finland / Motiva

Yrjö Kauhanen, Fortum Oyj

Kirsti Kärkkäinen, OPET Finland / Motiva

Irmeli Mikkonen, OPET Finland / Motiva

Timo Löfgren, Suomen lämpöpumppuyhdistys SULPU ry

Christer Nyman, Aurinkoteknillinen yhdistys ry / Soleco Oy

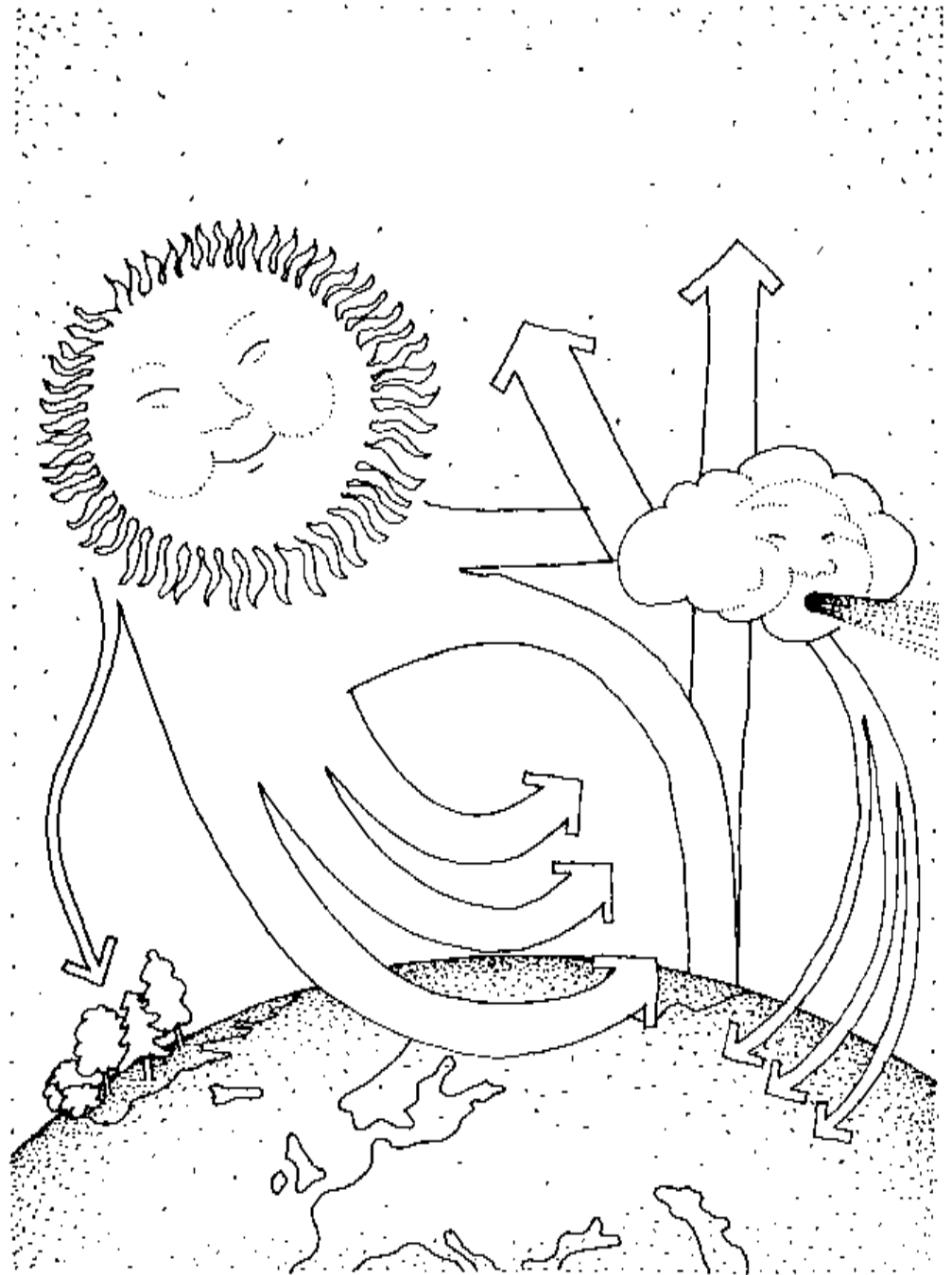
Seppo Peltola, Fortum Oyj

Urpo Rasila, Opetushallitus

Virpi Ripatti, Opetushallitus

Jaana Sirkiä, Fortum Oyj

Hannu Suokivi, Suomen Aurinkosimulaattori Oy



auringon perustiedot

Auringon perustiedot

Aurinko energianlähteenä

Mielipiteet auringon rakenteesta ovat aikojen kuluessa vaihdelleet paljon. Nykyään aurinkoa pidetään kaasupallona, jonka ulkokuoren muodostavat pääasiassa vety (75 %) ja helium (23 %). Spektrianalyysin mukaan loppuosa auringon kuoresta sisältää mm. natriumia, rautaa, kalsiumia, magnesiumia, nikkeliä, bariumia, kuparia, typpeä ja hiiltä. Spektrianalyysi osoittaa, että auringossa on myös maapallolla tuntemattomia kemiallisia yhdisteitä.

Atomivoimaloissa energian saanti perustuu fission, jossa hajotetaan raskaita atomeja sisältävä uraani U-235. Kun yhdestä kilosta uraani U-235:ä hajotetaan kaikki atomit, vapautuu siitä yhtä paljon energiaa kuin 2500 tonnista kivihiiltä eli 19 miljoonaa kWh.

Auringossa tapahtuu päinvastainen reaktio, fuusio. Siinä 2 vetyatomien ydintä, 2 protonia ja 2 neutronia yhtyy heliumatomien ytimeksi, jolloin vapautuu suuri määrä energiaa. Yhden heliumkilon muodostaminen vedystä vapauttaa yhtä paljon energiaa kuin 27 000 tonnia kivihiiltä eli 180 miljoonaa kWh. Tämä reaktio vaatii onnistuakseen korkean lämpötilan, n. 10 miljoonaa astetta. Ihminen on onnistunut tuottamaan tämän reaktion vetypommissa.

Vapautunut energiamäärä saadaan atomien mikrorakenteesta. Vedyn atomipaino on 1 ja heliumin 3,97. Kun siis 4:stä vetyatomista muodostuu 1 heliumatomi, vähenee atomipaino 0,03:lla. Tämä määrä muuttuu osittain energiaksi, koska Einsteinin mukaan massa ja energia ovat ekvivalentteja. Auringossa muuttuu joka sekunti 654 miljoonaa tonnia vetyä 650 miljoonaksi tonniksi heliumia. Näin syntyvä erotus, 4 tonnia, muuttuu energiaksi. Valtavaa energian muodostusta kuvaa se, että 1 vetygramman lämpöarvo vastaa 27 tonnia hiiltä.

Auringonsäteily maapallolle

Lämpöydinreaktion eli fuusion aiheuttamassa massamuutoksessa vapautuva energia antaa auringolle $3,8 \times 10^{23}$ kW:n kokonaistehon. Tästä määrästä maapallolle tulee $1,7 \times 10^{14}$ kW, mikä on n. 20 000 kertaa koko maapallon teollisuuden ja lämmityksen nykyään käyttämä teho.