

Jyväskylän uusiutuvan energian kuntakatselmus

Keski-Suomen Energiatoimisto

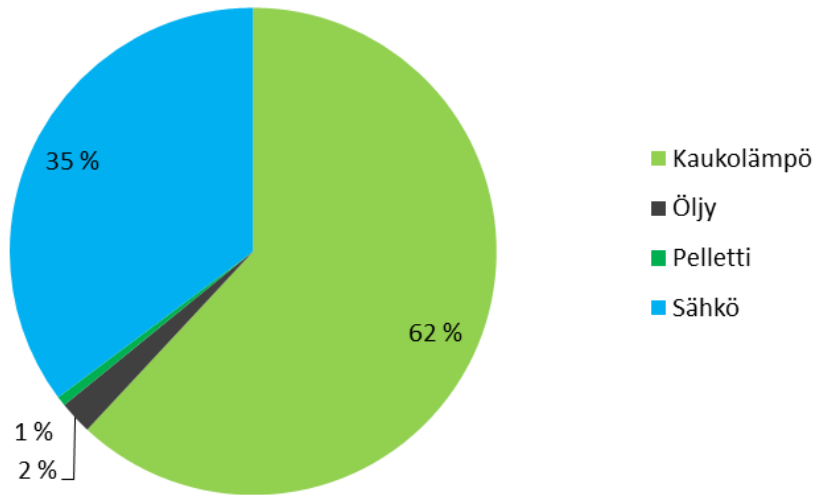
www.kesto.fi

www.facebook.com/energiatoimisto

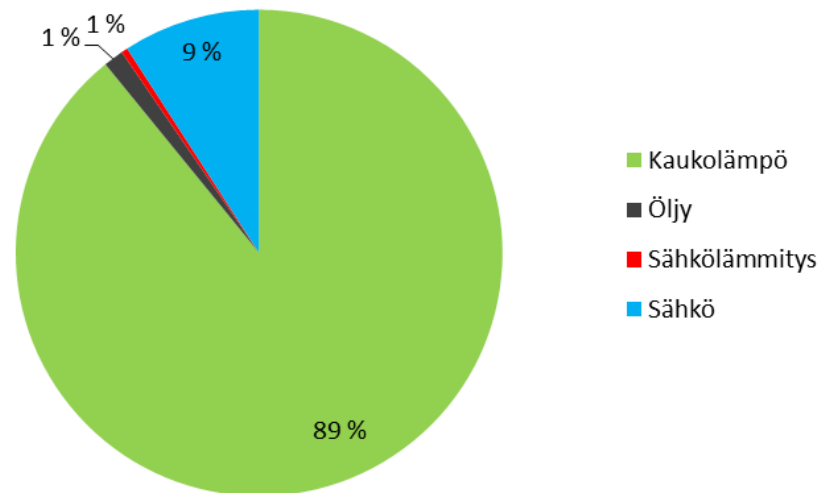
Sisältö

- Energiantuotannon ja -käytön nykytila
- Uusiutuvien energialähteiden käyttö ja lisäysmahdollisuudet
- Ehdotuksia jatkotoimenpiteistä

Tilapalvelun ja JVA:n rakennusten energiankulutus



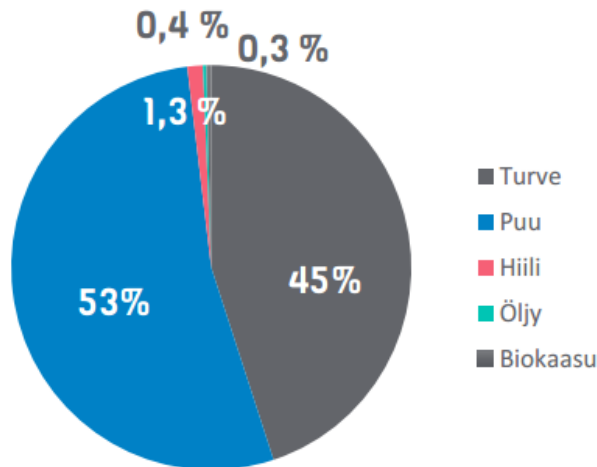
Jyväskylän tilapalvelun rakennukset



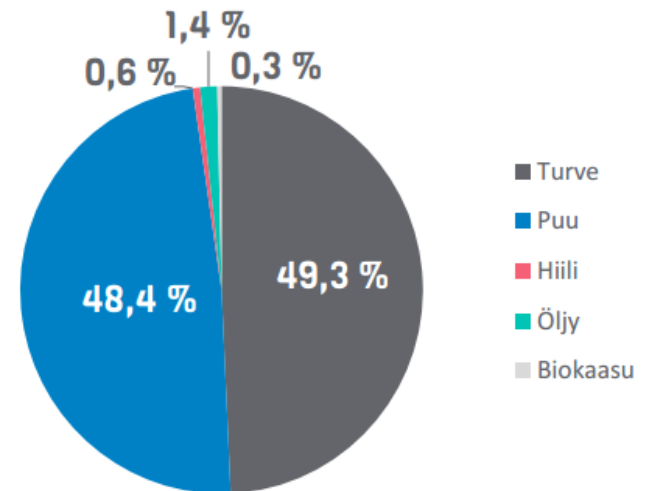
JVA:n rakennukset

Yhdistetty sähkön ja kaukolämmön tuotanto (JE)

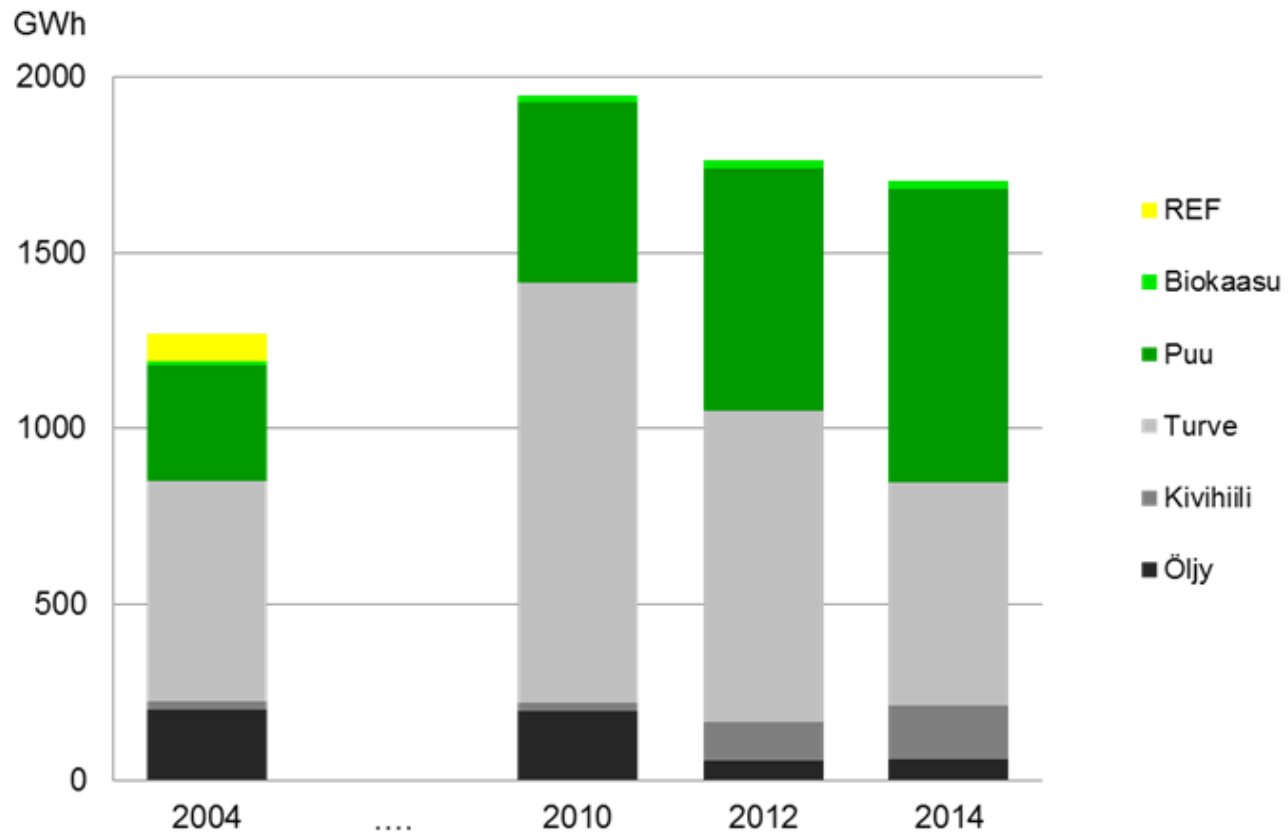
Sähkön tuotannon
polttoainejakauma



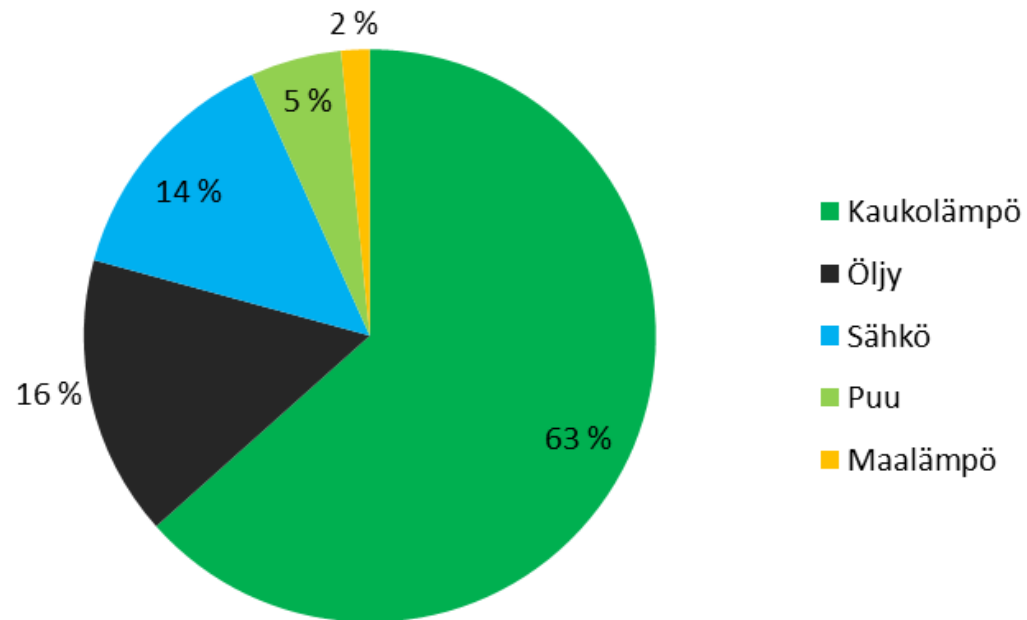
Kaukolämmön tuotannon
polttoainejakauma



Kaukolämmön energialähteet, GWh (2015)

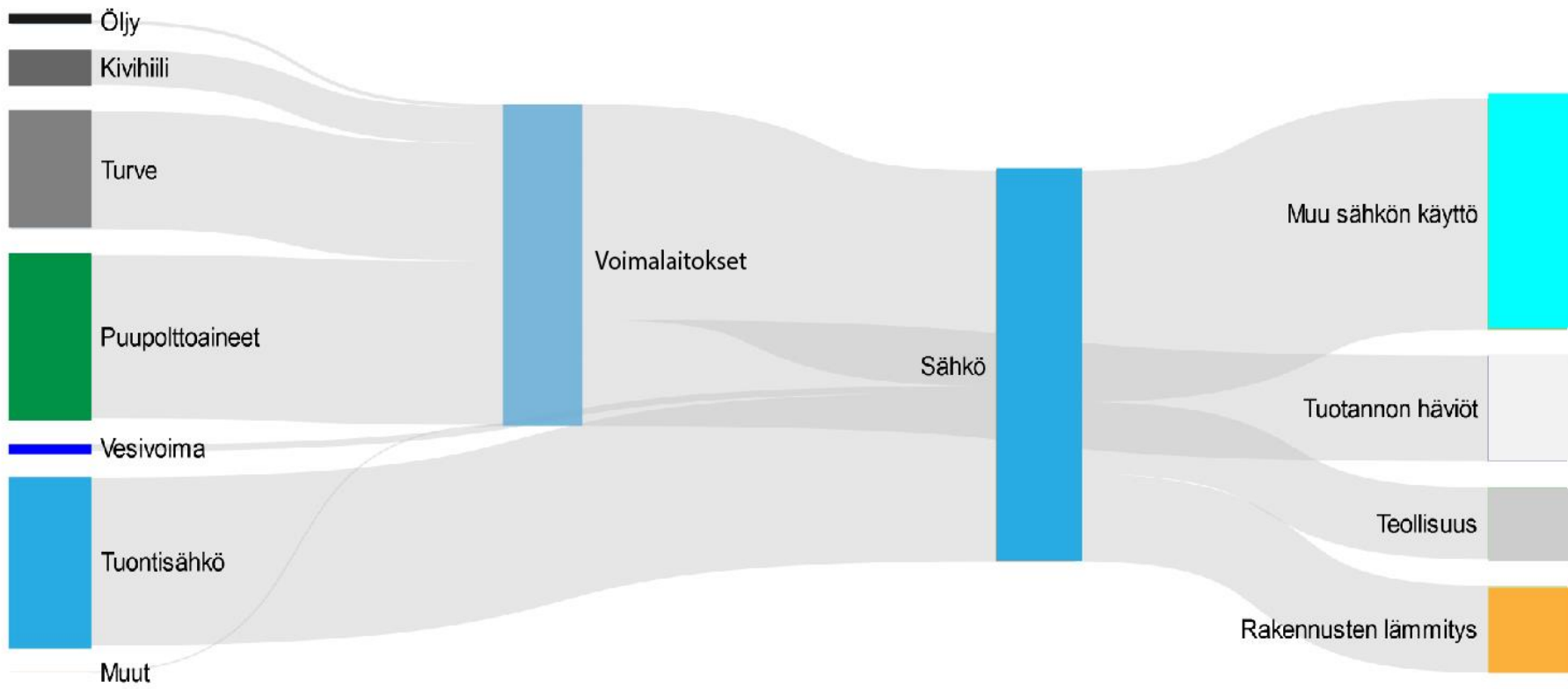


Kiinteistöjen lämmitys

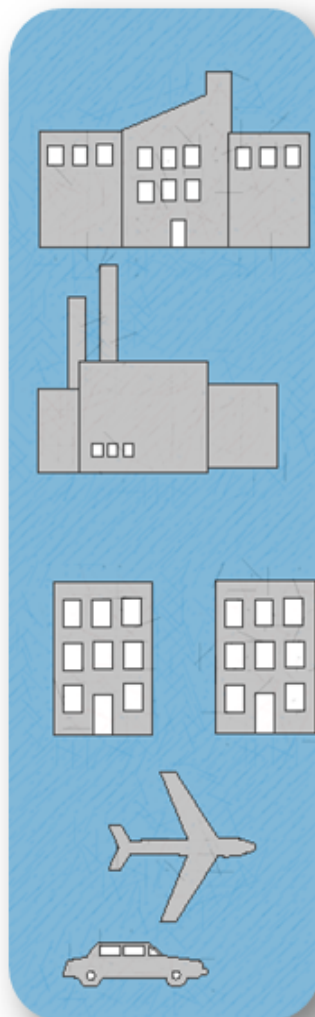
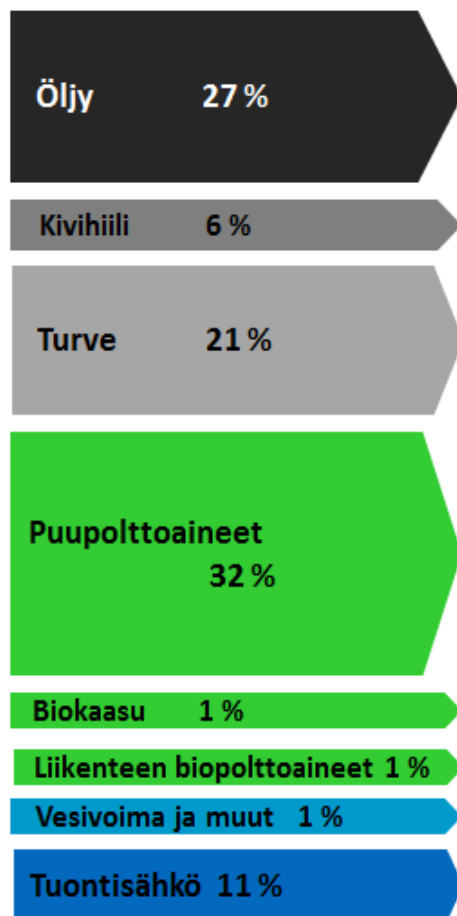


Jyväskylän alueen kiinteistöjen lämmityksen energianlähteet

Sähkön kulutus ja hankinta, GWh



Jyväskylän energiataase (2014)



Teollisuus 9 %

- Sähkö 62 %
- Prosessilämpö 38 %

Rakennusten lämmitys 52 %

- Kaukolämpö 70 %
- Puu 4 %
- Öljy 12 %
- Sähkö 13 %
- Maalämpö 1 %

Muu sähkönkulutus 19 %

- Asuminen ja maatalous 50 %
- Palvelut ja rakentaminen 50 %

Tieliikenne 20 %

- Bensiini 41 %
- Diesel 53 %
- Biopolttoaineet 6 %

Yhteensä 4667 GWh

* Alueen energiantuotannon häviöt (990 GWh) on jaettu kulutuskohteille niiden kulutusten mukaisissa suhteissa

Uusiutuvien energialähteiden käyttö ja lisäysmahdollisuudet

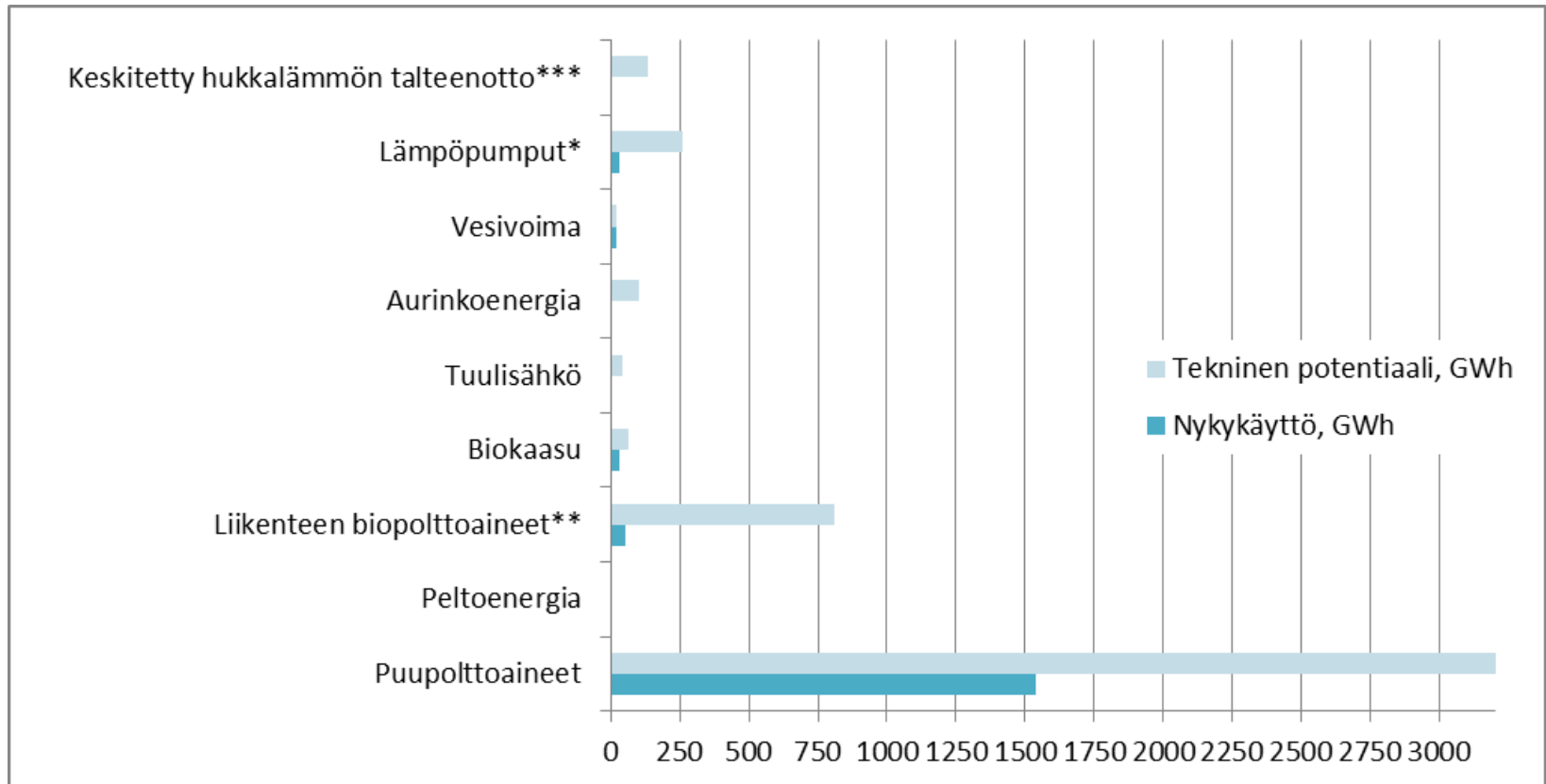
	Nykykäyttö, GWh	Tekninen potentiaali, GWh	Nykykäyttö suhteessa potentiaaliin
Puupolttoaineet	1 541	3 221	48 %
- Teollisuuden energiantuotanto	127	127	100 %
- Kiinteistöjen erillislämmitys*	94	474	20 %
- Kaukolämmön ja sähkön tuotanto	1 320	2 620	50 %
Peltoenergia	0	5	0 %
Liikenteen biopolttoaineet**	55	809	7 %
Biokaasu	33	66	50 %
Tuulisähkö	0	40	0 %
Aurinkoenergia	0	104	0 %
Vesivoima	23	23	100 %
Lämpöpumput *	30	262	11 %
Keskitetty hukkalämmön talteenotto***	0	137	0 %

* Sisältää lämmitysöljyn kokonaan korvaamisen ja sähkölämmityksen osittaisen korvaamisen, puupolttoaineet ja lämpöpumput ovat toisilleen vaihtoehtoisia energiamuotoja

** Potentiaali laskettu kaiken alueen tieliikenteen öljyn korvaamisen mukaan

*** Keskitetty hukkalämmön talteenotto, Nenäinniemen jäteveden potentiaalin mukaan

Uusiutuvien energialähteiden käyttö ja lisäysmahdollisuudet



* Sisältää lämmitysöljyn kokonaan korvaamisen ja sähkölämmityksen osittaisen korvaamisen, puupolttoaineet ja lämpöpumput ovat toisilleen vaihtoehtoisia energiamuotoja

** Potentiaali laskettu kaiken alueen tieliikenteen öljyn korvaamisen mukaan

*** Keskitetty hukkalämmön talteenotto, Nenäinniemen jäteveden potentiaalin mukaan

Uusiutuvien energialähteiden käyttö ja lisäysmahdollisuudet

- Alueen suurin yksittäinen uusiutuvan energian lisäysmahdollisuus puupolttoaineiden käytössä kaukolämmön ja sähkön tuotannossa
- Kiinteistöjen lämmityksen öljyn ja sähkön korvaamisessa on runsaasti potentiaalia puupolttoaineille ja lämpöpumpuille
- Alueen biokaasuntuotannon raaka-aineista on hyödynnetty jätevesilietteet, kaatopaikkakaasu ja Mustankorkean laitoksen myötä myös biojätteet. Merkittävin jäljellä oleva potentiaali maatalouden materiaaleissa, mahdollisesti jossain määrin myös teollisuuden jätteissä
- Peltoenergiapotentiaalia on rypsi biodieselin tuotannossa, biokaasun tuotannon raaka-aineiden ohella
- Liikenteen biopolttoaineiden (bioetanoli ja biodiesel) potentiaali merkittävä ja käyttö tulee lisääntymään tulevaisuudessa (kansallinen jakeluvuote)
- Aurinkoenergian lisäämiseen löytyy runsaasti potentiaalia. Mahdollisuuksia on etenkin suuremmissa rakennuksissa, joissa on kesäaikaista energiantarvetta.
- Jyväskylän alueella on tuulisähkön tuotantopotentiaalia, mutta Korpilahdelle kaavailtu hanke toistaiseksi keskeytetty
- Jäteveden keskitetyn lämmön talteenoton potentiaali Nenäinniemen jäteveden puhdistamolla varsin suuri, kannattavinta kuitenkin pienemmässä mittakaavassa ensisijaisesti puhdistamon omaan käyttöön

Ehdotuksia jatkotoimenpiteistä

■ Kaupungin omistamat kohteet

- Jyväskylän Tilapalvelun kiinteistöjen lämmitystavan muutokset
- JVA:n kiinteistöjen lämmitystavan muutokset
- Aurinkosähkö JVA:n kiinteistöissä
- Aurinkosähkö Tilapalvelun kiinteistöissä

■ Yhteisesti toteutettavat kohteet

- Uusiutuvien polttoaineiden lisääminen sähkön ja kaukolämmön tuotannossa
- Biokaasun tuotanto ja tankkausasemat
- Liikenteen uusiutuvan energian osuuden kehittäminen
- Kaupunkisuunnittelu ja kaavoitus
- Keskitetty aurinkoenergia

■ Muiden omistuksessa olevat kohteet

- Öljy- ja sähkölämmityksen korvaaminen yksityisissä kiinteistöissä
- Aurinkoenergian hyödyntäminen yksityisissä rakennuksissa

Ehdotuksia jatkotoimenpiteistä

Kaupungin omistamat kohteet

Öljy- ja sähkölämmityksen korvaaminen kaupungin kiinteistöissä (TIPA ja JVA)

JVA:n kerrostalojen lämmöntalteenotto poistoilmalämpöpumpuilla

Aurinkoenergian hyödyntäminen kaupungin rakennuksissa

Yhteisesti toteutettavat kohteet

Uusiutuvien polttoaineiden lisääminen sähkön ja kaukolämmön tuotannossa

Biokaasun tuotanto ja tankkausasemat

Liikenteen uusiutuvan energian osuuden kehittäminen

Kaupunkisuunnittelu ja kaavoitus

Keskitetty lämmön talteenotto

Keskitetty aurinkoenergian tuotanto

Muiden omistuksessa olevat kohteet

Öljy- ja sähkölämmityksen korvaaminen yksityisissä kiinteistöissä

Aurinkoenergian hyödyntäminen yksityisissä rakennuksissa (lämpö ja sähkö)

2017

2020

2025

2030

Tilapalvelun öljylämmitteiset kiinteistöt

- Yksityiskohtaisemmat vertailut tehty suurimpiin kohteisiin

Kohde	Huoneala	Öljy MWh	Maalämpö- pumppu €	Ilma-vesi- lämpö- pumppu €	Pelletti- lämmitys €	Kauko- lämpö €	TMA, vuotta
Alvar Aallon koetalo	131	30	16900	9000			12 - 13
Hurttian koulu*	696	140	63500	36600	58000		9 - 12
Asmalammen päiväkoti*	125	32	18500	13000			12 - 13
Leppälahden kauppakiint.*	251	50	27500	19300			11 - 12
Oravasaaren koulu ja tal.rak.	463	80	42500	21300	29000		9 - 11
Salmirannan kiinteistöt		330				40000	6
Kuohun koulu ja päiväkoti*	1152	300	165000	86300	110000		9 - 11
Survo, Korpela**	213	70	95000	25000		60000	14 - 48
Yhteensä	10079	1132	428900	210400	197000	100000	

Tilapalvelu, Hurttian koulu

- Edullisin lämmitysmuoto tarkastelun mukaan energian kokonaishinnaltaan maalämpö, ilma-vesilämpöpumpulla lyhyin takaisinmaksuaika
- Jos huomioidaan mahdollisesti saatava tuki (20 %), maalämpö edullisin ja ilma-vesilämpöpumpulla lyhyin takaisinmaksuaika
- Pellettilämmityksen investointi laskettu erillisen kontin mukaan, hieman edullisempi vaihtoehto olisi sijoittaa laitteet kattilahuoneeseen ja pellettivarasto ulkopuolelle.

Investointilaskelma, €	Pelletti	Maalämpö	Ilma-vesilämpöpumppu	Nykyinen öljylämmitys
Investointi (käyttöikä 10-20a,	58 000	63 500	36 575	8 000
Investointi (lämmönjako)				
Investointi yhteensä	58 000	63 500	36 575	8 000
Annuiteetti (ilman tukea)	3 547	4 942	4 072	623
Energiakustannukset	5 181	3 401	5 582	9 820
Käyttö- ja kunnossapito	1 160	387	366	62
Kustannukset yhteensä	9 889	8 730	10 020	10 504
Lämmön kulutus (MWh)	115	115	115	115
Lämmön hinta (€/MWh)	85,99	75,91	87,13	91,34
Lämmön hinta (tuki 20 %)	79,82	67,32	80,05	
Säästö vuodessa	3515	6007	4142	
TMA	16,5	10,6	8,8	
TMA,tuki 20 %	12,7	8,3	6,9	

Tilapalvelu, Oravasaaren koulu

- Edullisin lämmitysmuoto tarkastelun mukaan energian kokonaishinnaltaan pelletti, ilma-vesilämpöpumpulla lyhyin takaisinmaksuaika
- Kun huomioidaan mahdollisesti saatava tuki (20 %) on maalämmöllä edullisin energiakustannus ja ilma-vesilämpöpumpulla lyhyin takaisinmaksuaika
- Pellettikattila sijoitettaisiin nykyiseen kattilahuoneeseen ja pellettivarasto ulkopuolelle, pellettikontilla investointi kannattamaton näin pienessä kohteessa

Investointilaskelma, €	Pelletti	Maalämpö	Ilma-vesilämpöpumppu	Nykyinen öljylämmitys
Investointi (käyttöikä 10-20a,	29 000	42 500	19 125	0
Investointi (lämmönjako)				
Investointi yhteensä	29 000	42 500	19 125	0
Annuiteetti (ilman tukea)	1 774	3 308	2 129	0
Energiakustannukset	3 154	2 070	3 398	5 977
Käyttö- ja kunnossapito	580	259	191	0
Kustannukset yhteensä	5 507	5 637	5 718	5 977
Lämmön kulutus (MWh)	70	70	70	70
Lämmön hinta (€/MWh)	78,68	80,52	81,69	85,39
Lämmön hinta (tuki 20 %)	73,61	71,07	75,61	
Säästö vuodessa	1920	3174	2171	
TMA	15,1	13,4	8,8	
TMA,tuki 20 %	11,7	10,4	6,9	

Tilapalvelu, Kuohun koulu

- Edullisin lämmitysmuoto tarkastelun mukaan kokonaishinnaltaan maalämpö, pellettilämmitys hyvin lähellä tätä, ilma-vesilämpöpumpulla lyhyin takaisinmaksuaika
- Jos huomioidaan mahdollisesti saatava tuki (20 %), on maalämpö edullisin ja ilma-vesilämpöpumpulla lyhyin takaisinmaksuaika
- Pellettilämmityksen investointi laskettu erillisen kontin mukaan, hieman edullisempi vaihtoehto olisi sijoittaa laitteet kattilahuoneeseen ja pellettivarasto ulkopuolelle.

Investointilaskelma, €	Pelletti	Maalämpö	Ilma-vesilämpöpumppu	Nykyinen öljylämmitys
Investointi (käyttöikä 10-20a,	110 000	165 000	86 250	12 000
Investointi (lämmönjako)				
Investointi yhteensä	110 000	165 000	86 250	12 000
Annuiteetti (ilman tukea)	6 727	12 841	9 602	934
Energiakustannukset	15 770	10 419	16 989	29 886
Käyttö- ja kunnossapito	2 200	1 007	863	92
Kustannukset yhteensä	24 697	24 267	27 454	30 912
Lämmön kulutus (MWh)	350	350	350	350
Lämmön hinta (€/MWh)	70,56	69,33	78,44	88,32
Lämmön hinta (tuki 20 %)	66,72	62,00	72,95	
Säästö vuodessa	11716	17646	12084	
TMA	9,4	9,4	7,1	
TMA,tuki 20 %	7,4	7,3	5,6	

Tilapalvelu, Kuohun koulu

- Koulun yhteydessä on sähkölämmitteinen viipalekoulurakennus, jonka kulutus on huomioitu edellä esitetyissä laitteiden investointikustannuksissa.
- Rakennuksen pinta-ala on 544 m² ja sähkön kulutus noin 200 MWh.
- Jos rakennus voidaan muutetaan vesikiertoiseksi lämmitykseksi, arvioitu investointi noin 17 000 €
- Edullisimman edellä mainitun lämmitysmuodon (maalämpö) energiakustannuksilla muutoksen suora takaisinmaksuaika on noin 8 vuotta, verrattuna sähkölämmityksen arvioituihin käyttökustannuksiin.

Tilapalvelu, Salmirannan kiinteistöt

- Kolme öljylämmitteistä rakennusta: rantarakennus (kulutusarvio 23 m³ öljyä) ja varastohalli (arvio 10 m³ öljyä), sekä liikuntahalli/skeittihalli (arvio 10 m³ öljyä) jota ei näillä näkymin lähdetä remontoimaan.
- Alueella on saatavilla Jyväskylän Energian kaukolämpö, jota käytetään alueen muissa kiinteistöissä, liittymisen investointikustannus lämmönvaihtimien kanssa on rantarakennukselle ja varastohallille noin 40 000 €.
- Vuotuinen säästö verrattuna öljylämmitykseen noin 7100 € ja takaisinmaksuaika 6 vuotta



Tilapalvelun sähkölämmitteiset kiinteistöt

	Huoneala m2	Lämmitys- järjestelmä	Arvioitu lämmönkulutus MWh	Ilmalämpö- pumpun investointi €
Keltinmäen keidas	189	Sähkö	26,46	1900
Kotalampi, puistorakennus	258	Sähkö	36,12	3200
Nuorisokoti, Lotilanmutka	236	Sähkö	33,04	3000
Sivutaskun päiväkoti JK06312	405	Sähkö	56,7	3800
Säynätsalon urheilukenttä, huoltorak.	60	Sähkö	8,4	1300
Tähtiniemi, Edustustila	368	Sähkö	51,52	3600
Vanhapappila Renkitupa	135	Sähkö	18,9	1700
Vanhapappila	349	Sähkö	48,86	3600
Halssila, puistorakennus, päiväkoti	335	Sähkö	46,9	3600
Liekkilä	456	Sähkö	63,84	4000
Mansikkakuja, puistorakennus	96	Sähkö	13,44	1400
Kramsunkatu, as.rak	71	Sähkö	9,94	1400
Kuntala	291	Sähkö	40,74	3400
Mäki-Matin perhepuisto, Kahvila-Maija	98	Sähkö	13,72	1400
Mäki-Matin perhepuisto, Pikku-Matti	69	Sähkö	9,66	1300
Yhteensä	3821		534,94	38 600

JVA:n öljylämmitteiset kiinteistöt

- JVA:lla Korpilahdella kaksi öljylämmitteistä rivitalokokonaisuutta, alueella ei ole kaukolämpöä

Investointilaskelma, €	Lämpöyrittäjä	Pelletti	Maalämpö	Nykyinen öljylämmitys
Investointi (käyttöikä 15-20a, korko 2%)	0	115 000	195 800	15 000
Investointi (lämmönjako)				
Investointi yhteensä	0	115 000	195 800	15 000
Annuiteetti (ilman tukea)	0	7 033	15 238	917
Energiakustannukset vuodessa	38 715	19 599	13 306	37 144
Käyttö- ja kunnossapito	0	3 850	1 194	1 035
Kustannukset yhteensä	38 715	30 483	29 739	39 097
Lämmön kulutus (MWh)	435	435	435	435
Lämmön hinta (€/MWh)	89,00	70,07	68,37	89,88
Säästö vuodessa €	382	14364	22411	
TMA	0,0	8,0	8,7	

Alasintie 1, 2, 4 ja 5

Ahdintie 1 ja Oikopolku 3

Investointilaskelma, €	Lämpöyrittäjä	Pelletti	Maalämpö (rakennuskohtaisesti)	Nykyinen öljylämmitys
Investointi (käyttöikä 10-20a, korko 2%)	0	115 000	321 000	15 000
Investointi (lämmönjako)				
Investointi yhteensä	0	115 000	321 000	15 000
Annuiteetti (ilman tukea)	0	7 033	24 982	917
Energiakustannukset vuodessa	49 751	25 186	16 587	47 732
Käyttö- ja kunnossapito	0	4000	1958	1160
Kustannukset yhteensä	49 751	36 220	43 527	49 810
Lämmön kulutus (MWh)	559	559	559	559
Lämmön hinta (€/MWh)	89,00	64,79	77,87	89,11
Säästö vuodessa €	59	19340	27683	
TMA	0,0	5,9	11,6	

JVA:n suorasähkölämmitteiset talot

- JVA:lla kaksi suorasähkölämmitteistä rivitalokokonaisuutta, jossa asukkaat maksavat sähkön itse
- Mikäli kaikki huoneistot varustetaan ilmalämpöpumpuilla, voidaan kohteissa lisätä uusiutuvaa energiaa ja säästää sähkölämmityksessä noin 82 MWh
- Oikein asennettuna ja käytettynä ilmalämpöpumpun takaisinmaksuaika on luokkaa 4 – 8 vuotta, riittävän suurissa huoneistoissa (yli 50 m²)
- Ilmalämpöpumput mahdollistavat matalammat asumiskustannukset ja korkeamman kiinteistön arvon

	Rak. vuosi	Tyyppi	Kerrosala m2	Lämmitysmuoto	Asuntoja	Lämmön- kulutus MWh	Investointi yhteensä
Teuroontie 1	1997	Rivitalo	1015	Sähkö	10	131,95	14000
Teuroontie 2-4	1998	Rivitalo	1077	Sähkö	10	140,01	14000

Aurinkosähkö Tilapalvelun kiinteistöissä

- Arvioitu suurimmat potentiaaliset aurinkosähkökohteet ja näiden arvioidut investoinnit, tuotetun energian hinnat ja takaisinmaksuajat (TMA), Tilapalvelun esiselvityksen mukaan
- Näissä aurinkosähkön tuotantopotentiaali 2,35 GWh vuodessa, arvioitu kokonaispotentiaali 7,7 GWh (7,5 % Tilapalvelun vuotuisesta energiankulutuksesta)

Nimi	Järjestelmän teho (kWp)	Vuosituotto		Energian	
		yhteensä (kWh)	Investointi €	hinta * €/kWh	TMA *
Hipposhalli	465	355 236	464 640	0,037	12
Palokan koulukeskus	244	199 592	268 446	0,038	12
Vaajakummun koulu	271	195 238	298 355	0,043	14
Kyllön terveysasema	235	192 929	258 398	0,038	12
Cygnaeuksen koulu-päiväkoti	284	183 290	312 400	0,048	16
Säynätsalon koulu-päiväkoti	259	158 632	284 350	0,051	17
Palokan terveysasema	192	151 438	210 772	0,039	12
Korpilahden yhtenäiskoulu	217	146 037	238 938	0,046	15
Luonetjärven peruskoulu	157	126 456	172 621	0,039	12
Vaajakosken koulu	149	121 479	164 250	0,038	12
Kilpisen koulu	141	109 602	155 248	0,040	13
Kuokkalan koulu	137	108 661	150 234	0,039	13
Viitaniemen koulu	128	105 597	153 965	0,041	13
Keltinmäen koulu	124	99 880	148 579	0,042	14
Puistokoulu ja Päivärinteen päiväkoti	118	96 653	141 850	0,042	13

Aurinkosähkö JVA:n kiinteistöissä

- Mikäli JVA:n kaikki kohteet (pois lukien tytäryhtiöt ja sähkölämmityskohteet) varustetaan oman kiinteistösähkön mukaan mitoitettulla aurinkosähköjärjestelmällä, on vuotuinen aurinkosähkön tuotantopotentiaali luokkaa 580 MWh.
- Potentiaalisia kohteita aurinkosähkölle etenkin palvelutalot, jotka kuluttavat sähköä runsaasti myös kesäaikaan. Näissä kuluu sähköä yhteensä noin 550 MWh ja aurinkosähkön tuotannon potentiaali on luokkaa 70 MWh kun järjestelmä mitoitetaan oman kulutuksen mukaan, niin että verkkoon päin myytävän sähkön määrä jää pieneksi.

Esimerkkikohteena tarkasteltu Harjutie 3 (palvelutalo Harjuhovi):

- Oman kulutuksen mukaan mitoitettu järjestelmä 9 kWp, 61 m² paneelia
- Järjestelmän tuotto on vuodessa 7650 kWh, noin 11 % vuosikulutuksesta
- Investointi on n. 12 000 € (alv. 0 %)
- Takaisinmaksuaika noin 22 vuotta, investoinnin tuotto 3,9 %
- Sähkön tuotantohinta 6 snt/kWh, laskettuna 30 vuoden pitoajalle.



Uusiutuvien polttoaineiden lisääminen sähkön ja kaukolämmön tuotannossa



- Mikäli nykyinen turpeen ja kivihiilen käyttö korvataan kokonaan, lisääntyy uusiutuvan energian käyttö jopa noin 1300 GWh (laskettuna 2015 polttoaineiden käytön tasosta)
- JE:n nykyisessä strategiassa tavoite 70 % uusiutuvien energialähteiden osuus vuonna 2025, mikä tarkoittaa noin 530 GWh uusiutuvan polttoaineen käytön lisäystä
- Energiaviisas Jyväskylä -toimintasuunnitelman mukaan uusiutuvien polttoaineiden käyttöä lisätään sähkön ja kaukolämmön 70 %:n osuuteen 2025 mennessä ja vuoteen 2020 mennessä laaditaan suunnitelma uusiutuvien polttoaineiden lisäämisestä edelleen vuoteen 2030 saakka.

Jyväskylän Energian toimet (JE 24.3.2017.)

- Absoluuttinen lämmöntarve ei tule kasvamaan rakennusten energiatehokkuuden paranemisen myötä, mutta huipputeho sen sijaan todennäköisesti kasvaa rakennusmassan kasvaessa
- Paikallisen sähköntuotannon haaste on matala sähkön pörssihinta. Jos nykyinen hintataso pysyy sähkön ja polttoaineiden hintataso pysyy, on tuotanto taloudellisesti haastavaa.
- Keljonlahden voimalaitoksella puun osuutta voidaan teoreettisesti nostaa nykyisellä tekniikalla (nyk. noin 60 %) tasolle 70 %. Puun osuuden nostoa tehdään vaiheittain, seuraten kattilarakenteiden mahdollisia korroosiovaurioita. Kattilan muuttaminen kokonaan puuperäiselle polttoaineelle maksaisi nykyisen arvion mukaan 50 - 70 M€.
- Rauhalahden voimalaitoksella IED-investoinnin takuuehdot rajoittavat puun käytön 50 %:iin kokonaispolttoainemäärästä. Takuu on voimassa vuoden 2018 loppuun saakka. Tämän jälkeen Jyväskylä Energia tarkastelee tilannetta ja puun osuutta nostetaan mahdollisesti vaiheittain samaan tapaan kuin Keljonlahden tapauksessa. (Jyväskylän Energia 24.3.2017.)

Biokaasun tuotanto ja tankkausasemat

- **Alueella biokaasun tuotannon raaka-aineita yhteensä noin 66 GWh**, Keski-Suomen yhteenlaskettu potentiaali tästä vielä huomattavasti isompi, **merkittävin jäljellä oleva potentiaali on maatalouden materiaaleissa**.
- Mikäli biokaasun käyttö kasvaa jatkossa vahvasti, voi biokaasun siirto alueelle olla myös vaihtoehto, lisäksi Nenäinniemen puhdistamon biokaasun jalostaminen liikennepolttoaineeksi (nykyisen lämmityskäytön korvaaminen muulla ratkaisulla kuten jätevesilämpöpumpulla).
- **Käytön lisäämisen kannattavin ja potentiaalisin käyttökohde** on liikenteen polttoaineissa. Kaukolämmön ja sähkön tuotantokapasiteettia runsaasti, tässä biokaasun potentiaali matalampi
- **Edistämistoimia**
 - Toimimalla aktiivisesti eri toimijoiden yhteen saattamisessa ja suunnittelu- ja toteutustyön tukemisessa
 - Vaikuttamalla suunniteltujen liikennebiokaasun jakeluasemien toteutumiseen mm. kaavoituksella ja tonttien tarjonnalla
 - Edellyttämällä biokaasun (tai muun vähäpäästöisen käyttövoiman) käyttöä omissa autoissaan ja kilpailuttamissaan kuljetuksissa ja julkisessa liikenteessä (mahdollista biokaasupotentiaalia noin 30 GWh, jo julkisessa bussiliikenteessä on yli Mustankorkean 15 GWh tuotannon)
 - Edistämällä kaupungin kansalaisten ja yritysten biokaasun liikennekäyttöä ja antamalla vähäpäästöisille autoille etuja

Liikenteen uusiutuvan energian osuuden kehittäminen

- Mustankorkean liikennebiokaasulla voidaan kattaa vain murto-osa kaupungin tieliikenteen energiankulutuksesta, joten **aiheellista edistää myös muiden liikenteen uusiutuvien energiamuotojen osuutta**, niin omassa kuin yksityisessä liikenteessä.
- Liikenteen uusiutuvan energian osuutta voidaan kehittää liikenteen biopolttoaineiden käytön ja sähköautojen lisäämisen kautta (olettaen että kansallisessa sähköntuotannossa käytetään jatkossa yhä enemmän uusiutuvia energialähteitä)
- Kansallinen tavoite 30 % liikenteen biopolttoaineiden energiasisällön 30 % osuus (ilman tuplalaskentaa), sekä vähintään 250 000 sähkökäyttöistä autoa vuonna 2030
Vastaa Jyväskylässä noin 190 GWh liikenteen biopolttoaineiden lisäystä ja 6680 sähköautoa (korvaavat tieliikenteen öljyn kulutusta noin 70 GWh)

Liikenteen uusiutuvan energian osuuden kehittäminen

- **Energiaviisas Jyväskylä: kaupunki edistää sähköautojen latauspisteiden rakentamista ja sähköautojen käyttöönottoa.** Tavoitteena kaupungin alueella useita sähköautojen latauspisteitä vuoteen 2020 mennessä, sekä sähköautojen käyttöönoton edistämisen toimia käynnissä vuoteen 2017 mennessä. Lisäksi kaupunki ottaa ajoneuvohankinnoissaan käyttöön uusiutuvien polttoaineiden ja sähköajoneuvojen kriteerit sekä julkisen liikenteen tulevilla kilpailutuksissa uusiutuvien polttoaineiden kriteerit
- **Kaupunki voi vaikuttaa sekä sähköautojen että liikenteen biopolttoaineiden käyttöönottoon mm. seuraavin tavoin:**
 - Edellyttämällä flexfuel -bensiiniautojen, 100 % biodieseliä käyttävien ajoneuvojen sekä sähköautojen käyttöä omissa autoissaan sekä kilpailuttamissaan kuljetuksissa ja julkisessa liikenteessä (mahdollista käyttöpotentiaalia tässä on lähes 30 GWh, Mustankorkean biokaasulla voidaan kattaa 15 GWh)
 - Edistämällä sähköautojen latauspisteiden rakentamista tarjoamalla talo- ja kiinteistöyhtiöille neuvontaa latauspisteiden toteutuksesta sekä yhteistyöllä paikallisen energiayhtiön kanssa
 - Edistämällä kaupungin kansalaisten ja yritysten biokaasun liikennekäyttöä tarjoamalla neuvontaa ja viestintää, sekä antamalla vähäpäästöisille autoille etuja

Kaupunkisuunnittelu ja kaavoitus

- Toimia huomioitu jo Energiaviisas Jyväskylä –toimintasuunnitelmassa:
- **Tiiviin kaupunkirakenteen ja asutuksen edistäminen**
 - Edistää olemassa olevien kaukolämpöverkkojen ja jatkossa myös mahdollisen kaukokylmän kilpailukykyä ja käyttöä, ja tätä kautta myös energiatehokasta lämmön ja sähkön yhteistuotantoa, joka jatkossa tulee käyttämään yhä enemmän uusiutuvaa energiaa.
 - Edistävää myös keskustan alueelle kaavailtujen liikennebiokaasun tankkauspisteiden hyödyntämistä.
 - Lisäksi tiiviimpi kaupunkirakenne vähentää yksityisautoilua, joka vielä nykyisellään käyttää runsaasti fossiilisia polttoaineita, ja edistää julkisen liikenteen käyttöä (joka käyttää jatkossa yhä enemmän uusiutuvia polttoaineita kuten biokaasua)
- **Aurinkoenergian hyödyntämisen optimoinnilla** voidaan vaikuttaa aurinkoenergian toteutettavuuteen ja tuottoon, kun kaavoituksessa kiinnitetään huomiota rakennusten suuntauksiin, kattomuotoihin ja varjostuksiin. Hyvänä esimerkkinä Kankaan aurinkokaava.
- **Kaupunkisuunnittelulla ja kaavoituksella voidaan myös edistää keskitettyä aurinkoenergian tuotantoa**, varamaalla tälle mahdollisia alueita kaavoituksessa, sekä tonttipolitiikan kautta tarjoamalla tälle sopivan sijainnin maa-alueita riittävän edullisesti.

Uudisrakennusten energiaratkaisut

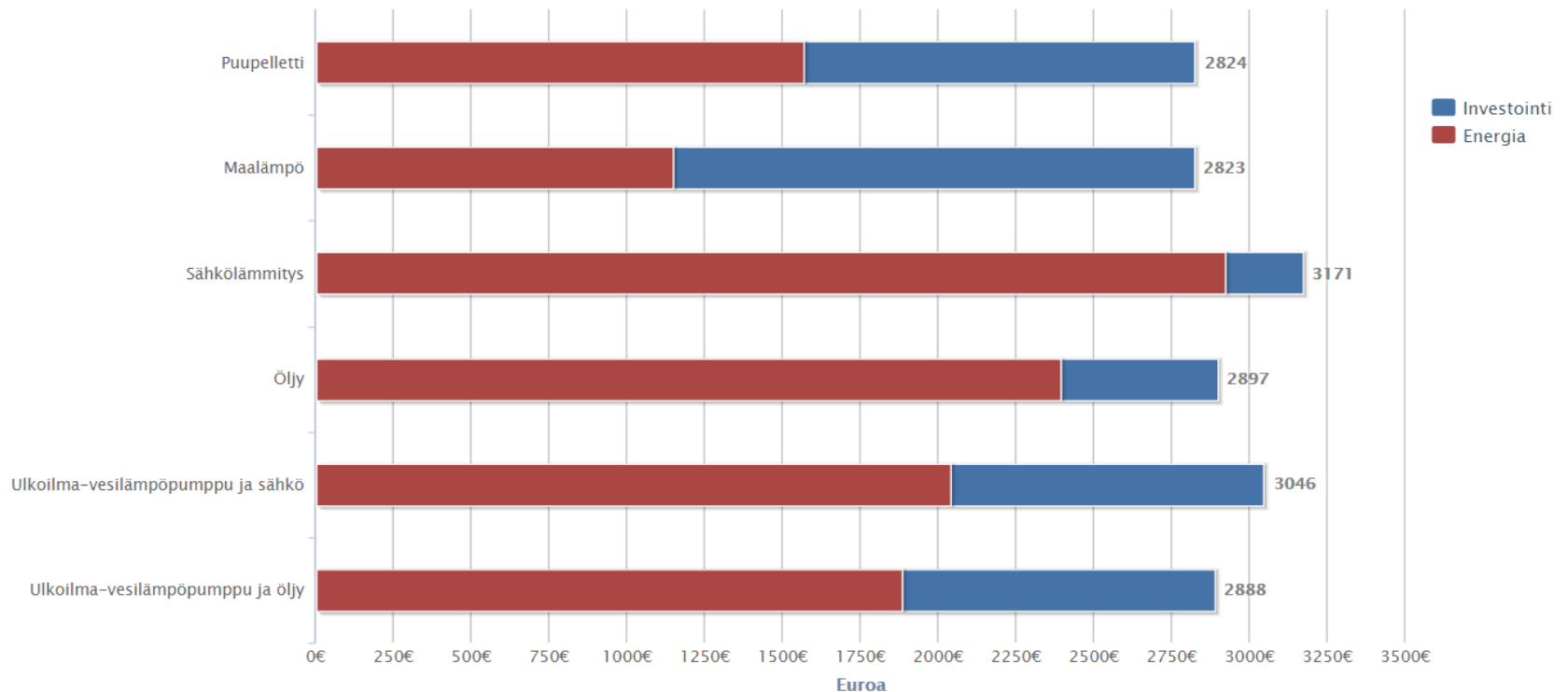
- Kasvukeskuksilla kuten Jyväskylä hyvät mahdollisuudet vaikuttaa uusiutuvan energian käyttöön myös yritysten ja yksityishenkilöiden uudisrakentamisessa.
- Vaikuttamistapoja ovat mm.
 - Muiden toimijoiden kanssa yhteistyössä toteutettavat kauko/aluelämpöratkaisut,
 - Erilaiset alueelliset tontinluovutusehdot ja rakentamistapaohjeet
 - Rakennusvalvonnan uusiutuvan energian neuvonta ja ohjaus,
 - Taloudelliset kannusteet
- Tyypillisesti uudispientaloissa hyödynnetään jo nyt joko kaukolämpöä tai lämpöpumppuratkaisuja (maalämpö-, ilma-vesi- ja poistoilmalämpöpumput).
- Mikäli kaukolämpöä ei ole saatavilla, voi kaupunki edistää myös muilla teknologioilla (puupolttoaineet, lämpöpumput ja aurinko) toteutettavaa keskitettyä aluekohtaista lämmitystä, joka on yleensä talokohtaisiin järjestelmiin verrattuna kustannustehokas mikäli alueen tiheys ja lämmöntarve ovat riittävän suuret.
- Jatkossa rakentamisen nollaenergiamääräykset tulevat painottamaan yhä enemmän uusiutuvia energialähteitä (ja energiatehokkuutta), joiden järkevä toteutus huomioitava kaupunkilaisille tarjottavassa ohjauksessa ja neuvonnassa

Keskitetty aurinkoenergia

- **Vuodessa saatava auringon säteilyenergia Jyväskylän maa-alueille on noin 1 miljoona GWh** vuodessa, yli 200-kertaisesti alueen energialähteiden kulutuksen verran
- Maksimaalista käyttöä haittaavat tuotannon painottuminen kevät-kesäaikaan sekä sähkön alhainen markkinahinta (etenkin kesäaikaan jolloin tuotanto on suurinta)
- **Keskitetty aurinkoenergian tuotanto on tyypillisesti tuotantokustannuksiltaan edullisin** aurinkoenergian tuotantotapa
 - Kaupunkiin on tarjottu 8,7 MWp aurinkovoimalapuistoa, joka tuottaisi vuodessa sähköä noin 10 GWh. Tämä kasvattaisi alueen aurinkosähköntuotannon noin 40-kertaiseksi ja kattaisi kaupungin alueen sähkönkulutuksesta lähes 10 %.
 - Vastaavasti keskitetty 5 ha keräinalan aurinkolämpöjärjestelmä tuottaisi noin 20 GWh vuodessa. Jyväskylässä on tällä hetkellä reilusti kaukolämmön tuotantokapasiteettia, joten tuotetun aurinkolämmön hinnan tulee olla erittäin kilpailukykyinen
- **Kaupunki voi edistää keskitettyä aurinkoenergian tuotantoa**
 - varamaalla mahdollisia alueita kaavoituksessa, sekä tarjoamalla näitä riittävän edullisesti
 - tekemällä yhteistyötä järjestelmien tarjoajien ja muiden keskeisten toimijoiden kanssa hankkeiden suunnittelun ja toteutuksen eteenpäin viemiseksi.
- **Aurinkoenergian tuotannon lisääminen keskitetysti on vahva trendi**, seurattava tuotantomahdollisuuksien, teknologian hintojen sekä sähkön markkinahinnan kehitystä, sekä saatavilla olevia investointi- ja tuotantotukia

Öljy- ja sähkölämmityksen korvaaminen yksityisissä kiinteistöissä

- Jyväskylässä on öljylämmitteisiä kiinteistöjä noin 5180 ja sähkölämmitteisiä 9100, joista noin 90 % on pien- ja rivitaloja
- Näissä on merkittävää potentiaalia lämpöpumppujen, puupolttoaineiden ja paikoin myös kaukolämmön käytön lisäämiseen, taloudellisesti kannattavasti



Lämmitystapojen kustannusten vertailu öljylämmitteiseen taloon

Aurinkosähkön hyödyntäminen yksityisissä rakennuksissa

- Jyväskylän alueen aurinkosähkön tuotannon potentiaalia (kulutuksen mukaan mitoitettuna) alueen asuin-, liike-, toimisto-, hoitoalan-, opetus- ja kokoontumisrakennuksissa noin 52 GWh
- Aurinkosähkön hyödyntäminen kannattavaa etenkin suuremmissa kohteissa joissa kesäaikaista sähkönkulutusta ja kun järjestelmiin saadaan TEM:n tuki (25 %, kunnat, yhteisöt ja yritykset)

Hankintahinta €/kWp v. 2016	LCOE- tuotantohinta snt/kWh (ALV 0%)	Esimerkki tyypillisestä sovelluskohteesta	Tuet ja verot	Sovelluskohteen LCOE-hinta snt/kWh (sis. tuet/verot)
Halvin 950 €/kWp	4,2 snt/kWh	Suuren 900 kW aurinkosähkijärjestelmän vaivaton katto-asennus teollisuuslaitoksen katolle	TEM 25 %:n investointituki v. 2016, ALV yritykselle 0%	3,3 snt/kWh
Kallein 2 000 €/kWp	8,6 snt/kWh	Pienen 3 kW:n aurinkosähkijärjestelmän asennus taloyhtiöön	ei tukea eikä kotitalousvähennystä, ALV 24%	11 snt/kWh

Kiinteistöjen aurinkosähkijärjestelmien LCOE (levelized cost of energy)-tuotantohintoja, Finsolar-hanke

Aurinkolämmön hyödyntäminen yksityisissä rakennuksissa

- Jyväskylän alueen öljy- ja sähkölämmitteisten rakennusten aurinkolämmön tuotantopotentiali (kun 50 % lämpimän käyttöveden energiasta) yhteensä noin 42 GWh.
- Aurinkolämpö kannattavinta suuremmissa rakennuksissa, joissa kesäinen käyttöveden tarve on suuri, kuten suuret asuinrakennukset sekä terveydenhoitorakennukset ja hoitolaitokset, ja kun saadaan TEM:n myöntämä energiatuki (20 %, kunnat, yhteisöt ja yritykset).

Järjestelmän koko keräin-m ²	Laitteiston ja asennuksen hankintahinta €/keräin-m ²	Ylläpitokulut % alkuinvestoinnista /keräin-m ²	Aurinkolämmön tuotantohinta €/MWh, kun tuotto 0,4 MWh/m ²	Aurinkolämmön tuotantohinta €/MWh, kun tuotto 0,5 MWh/m ²
Pienet järjestelmät 4 – 20 keräinliötä	500 – 1000 €/keräinliö	10 %, 50 – 100 €/keräinliö	46 – 92 €/MWh	37 – 73 €/MWh
Keskikokoiset järjestelmät 20 – 100 keräinliötä	500 – 750 €/keräinliö	8 %, 40 – 60 €/keräinliö	45 – 68 €/MWh	36 – 54 €/MWh
Suuret järjestelmät 100 – 1000 keräinliötä	400 – 500 €/keräinliö	5 %, noin 20 – 25 €/keräinliö	35 – 44 €/MWh	28 – 35 €/MWh
Teolliset järjestelmät, 15 000 keräinliötä	280 – 340 €/keräinliö	Noin 20 €/keräinliö	-	20 – 24 €/MWh

Tyypillisten aurinkolämpöjärjestelmien hankinta- ja tuotantohintoja (2014-2015), Finsolar-hanke

Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

EHDOTETTU TOIMENPIDE	HANKKEEN TALOUDELLISET ARVIOT			KORVATTAVA ENERGIANLÄHDE	UUSIUTUVAN ENERGIAN LISÄYS GWh/a	CO2-PÄÄSTÖJEN VÄHENEMÄ tonnia/vuosi	RAPORTIN KOHTA	JATKO-TOIMET T,P,H,E ****
	Investointi kust., €	Säästöt /tulot, €/vuosi	Takaisinmaksuaika, vuotta					
Tilapalvelun kiinteistöjen lämmitystavan muutokset	392 000	31 000	5 - 48	Öljy ja sähkö	0,99	280	5.1.1	P
JVA:n kiinteistöjen lämmitystavan muutokset	258 000	34 000	5 - 10	Öljy ja sähkö	1,25	321	5.1.2	P
Aurinkosähkö JVA:n kiinteistöissä	100 000	5500	20	Sähkö	0,07	7	5.1.3	H
Aurinkosähkö tilapalvelun kiinteistöissä	2 600 000	190 000	12 - 17	Sähkö	2,35	244	5.1.3	P
Uusiutuvat polttoaineet sähkön ja lämmön tuotannossa	50 - 70 M€	-	-	Turve, kivihiili	530-1300	190000-490000	5.2.1	P
Biokaasun tuotanto ja tankkausasemat	8 M€	-	-	Liikenteen fossiiliset	15	3375	5.2.2	P
Liikenteen uusiutuvan energian osuuden kehittäminen*	-	-	-	Liikenteen fossiiliset	225	61780	5.2.3	P
Kaupunkisuunnittelu ja kaavoitus**	-	-	-	Fossiiliset energial.	-	-	5.2.4	P
Keskitetty lämmön talteenotto	***	***	5-9	Sähkö/polttoaineet	3,3	140	5.2.5	H
Keskitetty aurinkoenergia	-	-	-	Sähkö/polttoaineet	10-20	1040-4000	5.2.6	H
Öljy- ja sähkölämm. korvaaminen yksityisissä kiint.	Vaihtelee	Vaihtelee	5 - 15	Öljy ja sähkö	230-380	74465	5.3.1	H
Aurinkoenergia yksityisissä kiinteistöissä	Vaihtelee	Vaihtelee	10 - 25	Öljy ja sähkö	93	11360	5.3.2	H
Uusiutuvan energian lisäys yht.					1871	634 612		

* Vaikutus arvioitu valtakunnallisten vuoden 2030 liikenteen biopolttoaineiden ja sähköautojen tavoitteiden mukaisesti

** Kaupunkisuunnittelun ja kaavoituksen toimet vaikuttavat välillisesti, toisten toimenpiteiden kautta

*** Tiedot J-S Puhdistamon teettämässä selvityksessä

**** T = Toteutettu, P = Päätetty toteuttaa tai jatkaa hankkeen selvityksiä, H = Harkitaan toteutusta tai hankkeen

jatkoselvityksiä, E = Ei toteuteta