Jarkko Tissari 22.5.2019

Kiukaiden ympäristövaikutusten vähentäminen

(KIUAS-2)

1.6.2019–31.5.2023

Tutkimushankkeen osapuolet

Itä-Suomen yliopisto
Harvia Finland Oy
Narvi Oy
Teuvan Keitintehdas Oy
Misa Oy
Muko Oy
Premec Oy
IKI-Kiuas Oy
Metallitekniikka Hannu Laajala
Sosiaali- ja terveysministeriö
Ympäristöministeriö
Helsingin seudun ympäristöpalvelut
Helsingin kaupunki
Kuopion kaupunki
Turun kaupunki
Tampereen kaupunki
Lahden kaupunki
Vantaan kaupunki
Espoon kaupunki
Suomen omakotiliitto

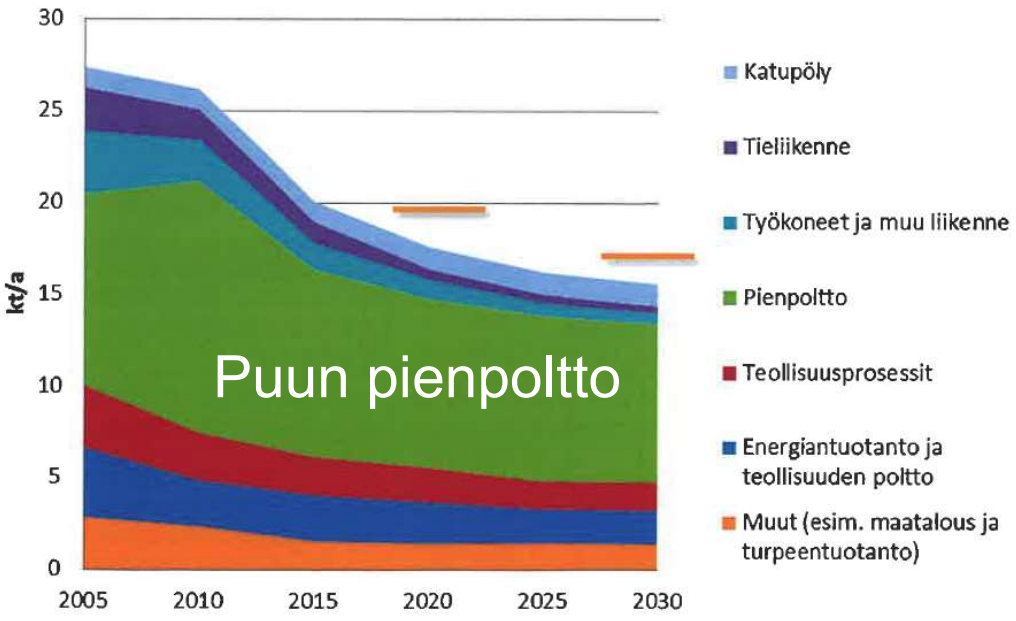
	KIUAS X	KIUKAAT KESKIMÄÄRIN	
PUUMÄÄRÄ:	7		kg
LÄMMITYSAIKA:	52	89	min
LÄMPÖTILAT			
SAUNA:	86	94	°C
SAVUKAASU:	427	362	°C
SAVUKAASU, MAKSIMI:	593	479	°C
ILMAKERROIN:	2,5	2,6	
HYÖTYSUHDE:	59,4	64,7	%
PIENHIUKKASTEN PITOISUUDET:			
PM1 MASSA:	56	181	mg/m^3
LUKUMÄÄRÄ:	$4,5 \times 10^7$	$3,8 \times 10^7$	$\#/cm^3$
MUSTAHIILI:	41	83	mg/m^3
PAH-YHDISTEET:	0,36	4,5	mg/m^3
KAASUPITOISUUDET			
HÄKÄ:	2900	4900	mg/m^3
TYPEN OKSIDIT:	90	91	mg/m^3
HIILIVEDYT:	30	60	mg/m^3

1. Tausta

1.1. Yleinen tausta

Ulkoilman pienhiukkasilla on merkittäviä ilmastovaikutuksia ja terveyshaittoja (mm. *Pope ja Dockery, 2006; Jakobson, 2010*). Pienhiukkaset aiheuttavat Euroopan tasolla miljardiluokan terveysvaikutukset ja Suomessa noin 2000 kuolemantapausta vuosittain. On arvioitu, että altistuminen puun pienpolton hiukkasille aiheuttaa Suomessa noin 200 enneaikaista kuolemaa vuosittain (*Karvosenoja ym. 2017*). Lisäksi tulisijojen käytöstä aiheutuu noin satoja tulipaloja ja 5-15 häkäkuolemaa vuodessa. Pienhiukkaset viilentävät ilmastoa, mutta Suomesta vapautuvat nokihiukkaset vaikuttavat erityisesti Arktista aluetta lämmittävästi (*AMAP, 2015; Laaksonen ym., 2014*).

Puun pienpoltto on lisääntynyt 2000-luvulla merkittävästi ja arvioiden mukaan säilyy edelleen merkittävänä myös tulevaisuudessa (*Savolahti ym., 2019*). Huolestuttavana piirteenä on havaittu, että puun polton lisääntyminen tapahtuu erityisesti vanhoissa laitteissa, sillä laitevalmistajien mukaan uusien polttolaitteiden myynti on vähentynyt. Noin 35 % Suomen pienhiukkaspäästöistä ja yli puolet nokipäästöistä on peräisin tulisijojen käytöstä. Osuus tulee kasvamaan autokannan uusiutuessa ja energiantuotannon päästöjen aletessa siten, että vuonna 2030 puun pienpolton osuus on noin 55 %, energiantuotannon osuus noin kolmasosa ja liikenteen osuus hieman yli 10 % (Salo-*Asikainen, 2019*). Tällä hetkellä noin kolmasosa puun pienpolton pienhiukkaspäästöistä tulee lämmityskattiloista, kolmasosa takoista ja kolmasosa kiukaista (*Suoheimo ym., 2015*). Päästölähteiden osuus vaihtelee kuitenkin alueittain. Pääkaupunkiseudun pienpolton hiukkaspäästöistä 49 % on peräisin takoista, 44 % saunan puukiukaista ja 7 % lämmityskattiloista. Syöpävaarallisen bentso(*a*)pyreenin päästöistä 67 % on peräisin saunan puukiukaista ja 31 % takoista (*Aarnio ym. 2016, Kaski ym., 2016*). Erityisesti talviaikaan, pienpoltosta aiheutuvat hiukkaspitoisuudet voivat nousta korkeiksi taajaan asutuilla pientaloalueilla.



Kuva 1. *Arvio Suomen pienhiukkaspäästöjen kehityksestä sektoreittain. Oranssit viivat kuvaavat päästökattodirektiivin mukaisten päästövähennysvelvoitteiden mukaista tasoa (Kuva muokattu julkaisusta Salo-Asikainen, 2019).*

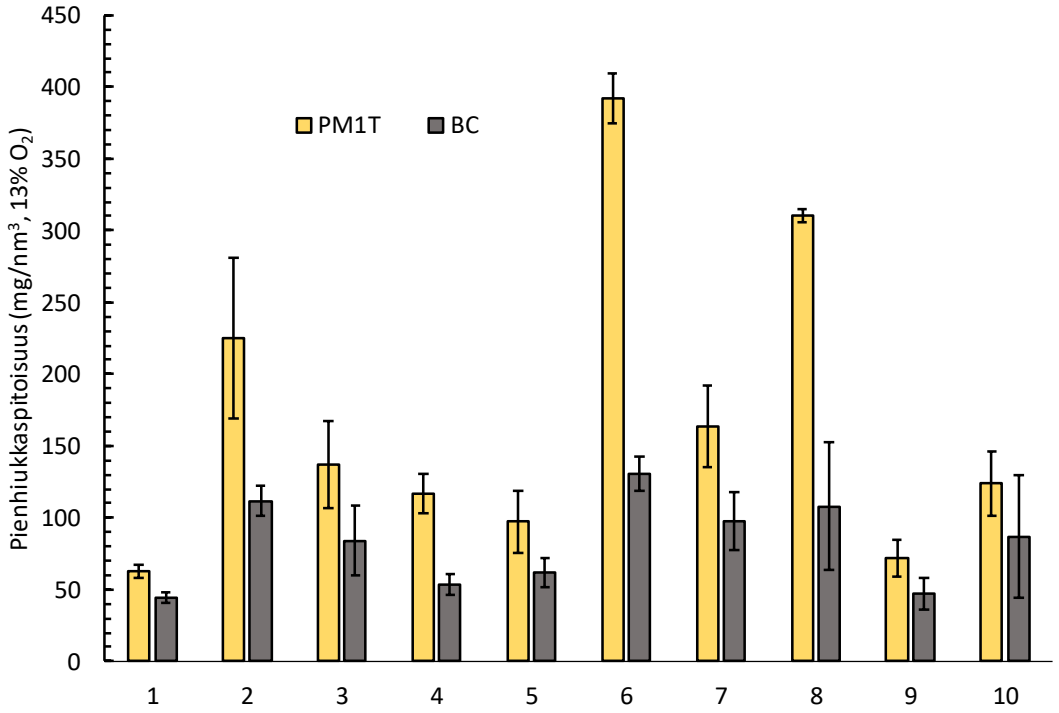
Kiukaiden osalta on havaittavissa kaksi erityistä ongelmakohtaa: hyötysuhde on usein alhainen (50-70 %), joten polttopuuta kuluu turhan paljon saatavaan hyötyyn verrattuna. Toiseksi, tarvittava hetkellinen polttoteho on suuri suhteessa kiukaiden verrattain yksinkertaisiin rakenteisiin, jolloin päästöt helposti kasvavat suuriksi (*Tissari ym., 2009*). Kiukaiden päästöjen vähentämisellä on erityinen merkitys, koska **i)** päästökertoimet (mukaan lukien PAH ja bentso(a)pyreeni) ovat niissä muita laitteita selvästi korkeammat (*Tissari ym., 2007; Lamberg ym., 2011*), **ii)** hiukkaspäästöt ovat toksisempia kuin muissa laitteissa (*Tapanainen ym., 2012*), ja **iii)** kiukaat uusiutuvat nopeasti. Kansallisen ilmansuojeluohjelman

2030 toimenpiteissä soveltuviksi, tehokkaiksi ja kustannustehokkaiksi tavoiksi vähentää puun pienpolton päästöjen aiheuttamia haittoja on nostettu esille erityisesti tulisijojen oikeiden käyttötapojen edistäminen ja vähäpäästöisempien saunan puukiukaiden käytön edistäminen (*Ympäristöministeriö, 2019*). Lisäksi helsingin ilmansuojelusuunnitelmassa vuosille 2017–2024 yhtenä tavoitteena on vähentää tulisijojen ja kiukaiden käytön päästöjä pääkaupunkiseudulla (*Helsinki, 2016*).

1.2 KIUAS –hankkeen tulokset ja jatkotietotarpeet

Juuri päättyneessä KIUAS –hankkeessa (*Tissari ym., 2019*) kehitettiin uusi mittauskonsepti, joka mahdollistaa kiuasmittaukset ja tulosten vertailun eri kiuasmallien todellisten päästöjen välillä. Hankkeessa selvitettiin tällä hetkellä myynnissä olevien uusimpien kiukaiden kaasu- ja pienhiukkaspäästökertoimet ja niiden vaihtelu erilaisilla polttotavoilla ja –aineilla, arvioitiin kiukaiden päästöjen vähentämismahdollisuuksia, tuotettiin aineistoa kiukaiden ja yleisemmin pienpolton päästöihin liittyvään viestintään, päivitettiin päästökerrointulokset kansainvälisiin raportointeihin, ja selvitettiin mahdollisuutta kehittää ympäristömerkintä kiukaille siten, että kuluttajien olisi mahdollista valita vähäpäästöinen kiuas.

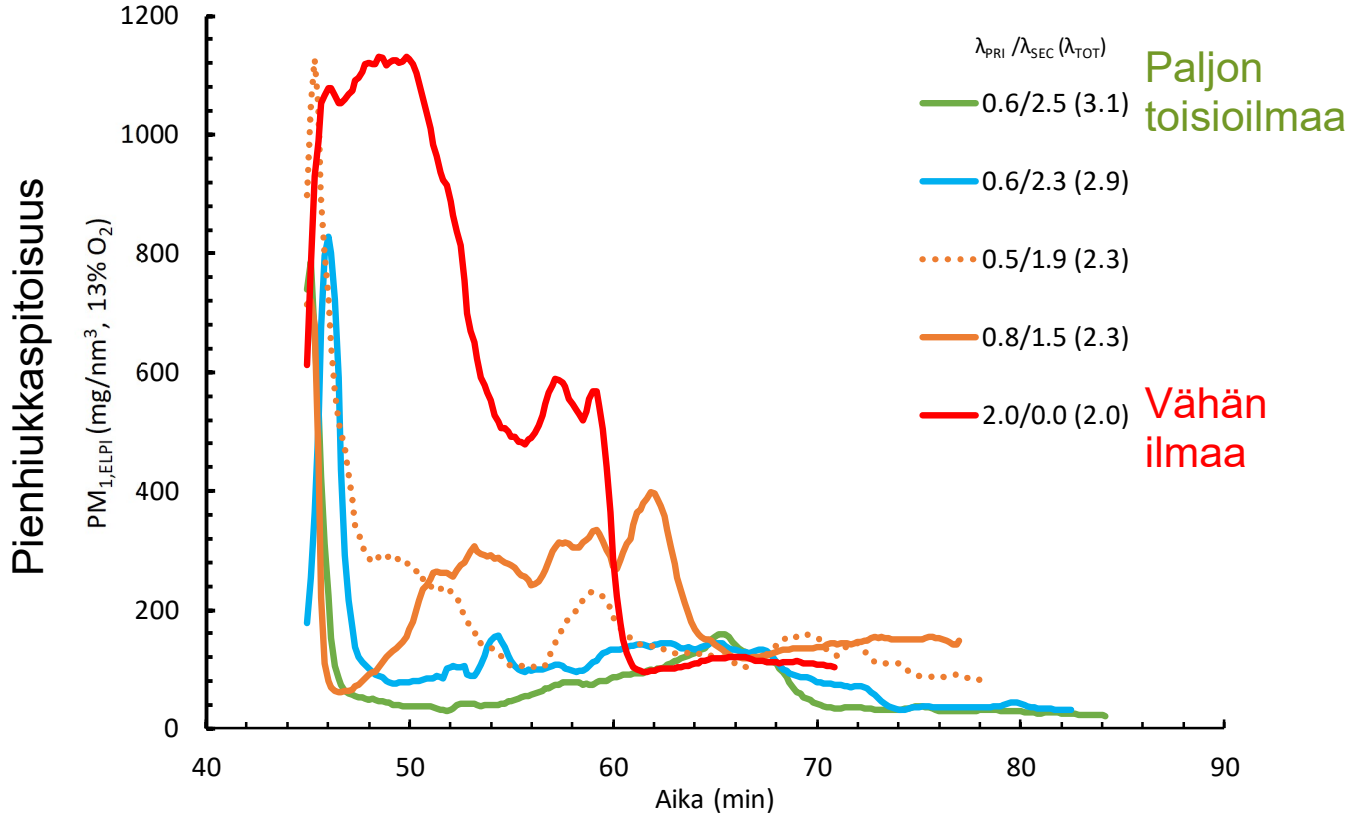
KIUAS –hankkeessa mitattiin kahdeksan kiukaan toimintaa, tehokkuutta ja päästöjä. Mittauskonseptin mukaisten perustestien lisäksi kahdella kiukaalla tehtiin kokeita erilaisilla ilmanvaihtoasetuksilla, eri puulajeilla, eri puun kosteuksilla ja erilaisilla polttotavoilla. Lisäksi Pienpolttosimulaattori (SIMO) –hankkeessa tehtiin testejä roskien polttoon liittyen, testejä erilaisilla kiuas- ja puhdistinprototyypeillä ja takoilla.



Kuva 2. *Pienhiukkasten massa- (PM_{1T}) ja nokipitoisuuden (BC) vaihtelu KIUAS- ja SIMO –hankkeiden kiuastesteissä (10 erilaista kiuasmallia).*

Mittauksissa havaittiin, että jokainen kiuasmalli on yksilö polttoajan, lämpötilojen, ilmakertoimen, hyötysuhteen ja päästöjen osalta. Myös käyttötapa vaikutti kiukaisiin yksilöllisesti, joten optimaalinen käyttötapa pitäisi selvittää kiuaskohtaisesti. Kiukaiden rakenteelliset ominaisuudet (tulipesä, arinan koko, savukanavien koot, supistukset, kanavien pituudet jne.) vaikuttivat kiukaan toimintaan ja sitä kautta mm. ilmakertoimeen, polttoaikaan ja hyötysuhteeseen, mutta ei yksiselitteisesti päästöihin. Hyötysuhteen havaittiin olevan ongelmallinen parametri säänneltäväksi, koska se ei ole yhteydessä saunan lämpötilaan, lämmitysaikaan eikä päästöihin. Suuripäästöisillä kiukaille oli jopa tyypillisempää, että hyötysuhde

oli niissä hyvä. Hyötysuhde liittyi kuitenkin ilmakertoimeen ja savukaasun lämpötilaan. Siten kiukaiden hyötysuhteen parantamista tulisikin tutkia erikseen lämmönvaihdon tehostamisen osalta. Standardinmukaisesta mittauspisteestä mitattu keskimääräinen hyötysuhde kiukailla oli 64,7 %. Keskimääräinen savukaasun lämpötila oli 362 °C, ja keskimääräinen maksimilämpötila 479 °C (vaihtelu 386–616 °C), joten paloturvallisuus on huomioitava kiukaiden kehitystyössä edelleenkin.



Kuva 3. *Primääri- ja sekundääri-ilmamäärien vaikutus kiukaan pienhiukkasmassapitoisuuksiin toisen panoksen aikana. Kokonaisilmakerroin (suluissa) on mitattu arvo, primäärivyöhykkeen ja sekundäärivyöhykkeen arvot on arvioitu ilma-aukkojen kokojen perusteella. Sekä kokonaisilmamäärä että primääri- ja sekundääri-ilmojen suhde vaikuttaa pitoisuuksiin.*

Päästöissä oli kiukaiden välillä ja polttotapojen välillä erittäin suuria eroja (Kuva 2). Pienhiukkasten massapäästöissä oli 7–kertaisia eroja ja PAH-päästöissä yli 100–kertaisia eroja vähäpäästöisimmän ja suuripäästöisimmän kiukaan välillä. Samalla kiukaalla saatiin 5–10 –kertaisia eroja pienhiukkasten pitoisuuksissa (PM_1, OC, EC, lukumäärä) ja PAH-yhdisteiden osalta n. 80 –kertaisia eroja. Keskimääräinen pienhiukkasten massapitoisuus (PM_1) 181 mg/m^3 oli selkeästi pienempi kuin päästöinventaarioissa tähän mennessä käytetty arvo. Vanhoihin kiuasmittausten tuloksiin verrattuna erityisesti kaikkein korkeimmat pitoisuudet näyttäisivät jääneen pois. KIUAS –hankkeen mittauksissa oli mahdollista tutkia ainoastaan muutamaa kiuasta. Erityisesti päästöinventaarioiden kehittämisen kannalta, myös eri kiuasmallien yleisyydestä tai uusien yksittäisten kiukaiden myyntimääristä olisi hyvä saada tietoa.

Suuripäästöisten kiukaiden ongelmana näyttäisi olevan kaasutuksen säätelyn lisäksi kokonaisilmamäärän ja erityisesti toisioilman puute palamisprosessissa (Kuva 3). Kaasutuksen säätelyyn vaikuttaa sekä käyttäjän toimenpiteet että kiukaan ominaisuudet. Kiukaassa oleva toisioilman syöttö ei välttämättä toiminut toivotulla tavalla. Ilmanjakotestien perusteella jo pienillä muutoksilla kiukaissa voitaisiin saavuttaa suuria hyötyjä etenkin päästöjen osalta. Peruskiukaissa näyttäisikin olevan suuri kehityspotentiaali, mutta niitä pitäisi kehittää yksilöllisesti. Hyötysuhteita tulisi parantaa, mutta tehokkuuden parantaminen olisi tehtävä siten, että päästöt eivät lisäänny. KIUAS –hankkeen aikana myös uudenlaisia ideoita päästöjen vähentämiseksi on tullut esille, mm. arinaratkaisujen ja kaasutuspolton osalta. Näiden ideoiden

potentiaalia tulisikin selvittää erikseen. Nokipäästöt käyttäytyivät ennalta arvaamattomasti (mm. puun kosteuden suhteen) ja niiden vähentämistä tulisikin tutkia systemaattisesti. Mittauksissa havaittiin, että kiukaat voivat tuottaa merkittäviä määriä hiukkasia myös saunan sisäilmaan. Kiukaiden rakenteita tulisikin kehittää siten, että saunan sisäilma pysyisi mahdollisimman puhtaana.

Mittauksissa selvitettiin noin 10 %, 18 % ja 28 % kosteuksisten koivuklapien vaikutusta saunan toimintaan ja kiukaan päästöihin. Kosteudella oli merkittävä vaikutus sekä päästöihin ja saunan toimintaan. Kostean puun käyttö lisäsi lievästi häkä- ja hiukkaslukumääräpitoisuuksia, mutta alensi selvästi pienhiukkasten massa- ja nokipitoisuuksia. Kostean puun käyttö ei vaikuttanut hyötysuhteeseen, mutta näkyi kuitenkin alempana saunan-, kiuaskivien-, ja savukaasun lämpötiloina. Siten standardinmukaisesti määritetty hyötysuhde ei kerro todellisesta hyötysuhteesta saunaolosuhteissa. Polttotapatesteissä havaittiin, että kiukaissa panoskoko ei ehkä ole yhtä merkittävä tekijä päästöjen osalta kuin tulisijoissa yleensä, koska tulipesät ovat pieniä ja jo normaalikäytöllä ladataan melko täyteen. Sen sijaan lisäyksen panoskoolla on todennäköisesti suurempi merkitys, kun tulipesä on jo valmiiksi kuuma ja puu kaasuuntuu nopeasti. Panoskoon merkitystä toisen panoksen osalta tulisi tutkia erikseen. Testejä tehtiin koivu, kuusi-, mänty- ja leppäklapeilla, joista jokaisesta oli sekä kuorelliset että kuorettomat klapit mittauksissa. Puulaji vaikutti päästöihin, mutta kuoren vaikutus päästöihin vaihteli. Kokonaisuudessaan pienimmät päästöt olivat kuusella. Kaiken kaikkiaan kiukaiden päästöihin vaikuttavia tekijöitä on paljon, laitteet ovat yksilöllisiä ja laitteita käytetään monenlaisissa olosuhteissa, joten kiukaiden päästöihin liittyvää viestintää tulisi kehittää kuluttajalähtöiseen suuntaan. Aiheen monimutkaisuuden vuoksi yksinkertaistettu ympäristömerkki on kuitenkin tehokkaan viestinnän edellytys.

KIUAS –hankkeessa havaittiin, että kiukaiden CE-merkintätiedot eivät ole nykyisessä muodossaan riittäviä kiukaiden välisiin vertailuihin. Vaihtelevat polttotavat ja polttoainemäärät, saunan lämpötilavaatimus ja laaja sallittu vaihteluväli puun kosteudessa vaikuttavat merkittävästi sekä saunan toimintaan että päästöihin. Vaikka saunan ja kiukaan ominaisuudet (mm. ilmanvaihto, kiuaskivien määrä, löylynheitto) vaikuttivat saunan olosuhteisiin, ne eivät kuitenkaan merkittävästi vaikuttaneet päästöihin. Siten testauksissa polttotapa tulisi vakioida, mutta saunan olosuhteisiin ei tulisi puuttua. Kiukaiden CE –standardiin verrattuna konseptissa vakioitiin polttoainemäärä, polttotapa ja olosuhteet (mm. ilmanvaihtokerroin) eikä saavutettavalle saunan lämpötilalle asetettu vaatimusta. Pienhiukkasten mittaustekniikka toimi erinomaisesti kiuasmittauksissa ja sitä ehdotetaankin kansalliseksi polttoprosessien pienhiukkaspitoisuuksien mittausstandardiksi. Mittausmenetelmää tulisi kuitenkin verrata kansainvälisesti käytetyimpiin menetelmiin, jolloin menetelmälle saataisiin laajempi hyväksyntä.

2. Tavoitteet ja työn jakautuminen

Hankkeessa jatketaan KIUAS –projektissa aloitettua työtä keskittyen kiukaiden kehittämiseen, koulutukseen ja KIUAS 1 –hankkeessa ehdotetun vapaaehtoisen ympäristömerkinnän kriteeristön arviointiin ja tarvittaessa edelleen kehittämiseen ja mahdolliseen käyttöönottoon. Hankkeella toimeenpannaan kansallisen ilmansuojeluohjelman 2030 ehdotuksia. Hankkeen tavoitteina ovat

- tuottaa mittaustietoa, jonka pohjalta kiuasmalleja on yksilöllisesti mahdollista kehittää aiempaa vähäpäästöisemmiksi ja hyötysuhteeltaan tehokkaammiksi
- tuottaa tietoa hyvistä polttotavoista ja käyttäjien mahdollisuuksista vaikuttaa päästöihin
- selvittää puukiukaiden tuottamien hiukkasten pitoisuuksia sisäilmassa ja ottaa tämä huomioon kiukaiden kehitystyössä
- selvittää kiukaiden päästöjen vähentämiseen vaikuttavia tekijöitä ja uusien halpojen puhdistinratkaisujen käyttöä kiukaissa erikseen rakennettavan tutkimuskiukaan avulla
- tuottaa aineistoa kiukaiden standardisointia ja muita kehityshankkeita tukeviin tarpeisiin (CE –standardit, mittausstandardit, vapaaehtoiset sopimukset, päästöinventaariot, ohjeiden päivitys)
- tehostaa puun pienpolton päästöihin liittyvää viestintää kuluttajille ja uusimman päästötiedon siirtoa kuntien ja viranomaisten käyttöön
- ottaa käyttöön ympäristömerkintä kiukaille siten, että kuluttajien olisi mahdollista valita vähäpäästöinen kiuas.

Hanke jakaantuu neljään työpakettiin: TP1 Puukiukaiden kehittäminen, TP2 Saunan sisäilman pienhiukkaspitoisuudet, TP 3 viranomaistiedon tuottaminen ja TP 4 koulutus ja viestintä. Työpaketit on kuvattu lyhyesti seuraavissa kappaleissa.

3. Tehtävät ja menetelmät

TP1 Puukiukaiden kehittäminen

Työpanos: 17 htkk, kustannukset: 139 000 €

KIUAS- hankkeessa tuotettiin paljon hyvää perustietoa kiukaiden päästöistä. Tässä työpaketissa sovelletaan sekä KIUAS –hankkeessa hankittua tietoa, että tuotetaan myös uutta tietoa kiuasvalmistajien myynnissä olevien kiukaiden ja kiuasprototyyppien päästöistä ja toiminnasta. Tavoitteena on kehittää olemassa olevia kiukaita paremmiksi pienin muutoksin (esim. ilmanjakoratkaisut), mutta myös selvittää uusien tulevien mallien päästöjä jo ennalta. Mittaukset tehdään Itä-Suomen yliopiston pienpolttosimulaattorissa (laajasti hiukkas- ja kaasupäästöt, saunan toiminta ja sisäilma).

TP1.1 Testeissä käytettävän testausmenetelmän vahvistaminen

Työpanos: 1 htkk, kustannukset: 7000 €, rahoitus: kaikki rahoittajat

Suurimpia ongelmakohtia nykyisessä CE-merkinnän mukaisessa testausmenetelmässä ovat päästöjen kannalta puun kosteuden laaja vaihteluväli, polttotavan epämääräisyys sekä saunan saavutettava lämpötilavaatimus, joka kohtelee erilaisia kiukaita eri tavalla päästöjen kannalta. Koska CE –merkintätesteissä käytettävä menetelmä ei kaikin puolin ole realistinen eikä vertailukelpoinen kiukaiden kehittämistä silmällä pitäen, hankkeen aluksi vahvistetaan KIUAS –hankkeessa kehitetty menetelmä yhdessä kiuasvalmistajien kanssa käytettäväksi mittausmenetelmäksi myös tässä hankkeessa. Jatkossa kaikki SIMO –pienpolttosimulaattorissa tehtävät testit tultaisiin tekemään tällä sovittavalla menetelmällä. Yhteinen päätös tulisi tehdä mm. käytettävästä polttoainemäärästä / testi, lisäysten ajankohdasta, vetooloista ja polttoaineen kosteudesta. KIUAS –hankkeessa kehitetty mittausmenetelmä on esitelty Liitteessä 1. Menetelmällä ei ole tarkoitus korvata olemassa olevaa CE-merkintään liittyvää standardinmukaista testimenetelmää.

Työpaketissa viimeistellään testausmenetelmä kiukaiden mittaukseen sekä pienhiukkasten mittausstandardi siten, että yrityksen voisivat käyttää simulaattorissa tehtäviä testejä suoraan esimerkiksi Joutsenmerkin päästö- ja hyötysuhdekriteerien osoittamiseen osana Joutsenmerkin laajempaa ympäristökriteeristöä.

TP1.2 SIMO-päästösertifikaatin sisältö, hallinto ja markkinointi

Työpanos: 1 htkk, kustannukset: 7000 €, rahoitus: kaikki rahoittajat

Hankkeen tavoitteena on, että kiukaiden päästöjä kuvaava merkki (päästösertifikaatti) saataisiin käyttöön. Hankkeessa tuotettava merkki on CE-merkinnän ulkopuolinen, vapaaehtoinen ja päästötasojen ilmoittamiseen liittyvä merkintä kiukaille. Merkki vauhdittaisi tuotteiden kehitystä ja vähentäisi haittoja sekä mahdollistaisi sen, että kuluttajien olisi mahdollista valita halutessaan tehokas ja vähäpäästöinen kiuas. Todellisiin päästöihin perustuva menetelmä mahdollistaisi myös esimerkiksi romutuspalkkion käyttämisen vähäpäästöisten kiukaiden (ja tulisijojen yleensä) käyttöönoton edistämiseen.

Työpaketissa määritellään vapaaehtoisen SIMO –ympäristömerkin/sertifikaatin kriteerit, hyväksyminen, myöntäminen, hallinnointi, visuaalinen ilme ja merkkiin liittyvät markkinointimateriaalit.

TP1.3 Kiuasvalmistajien olemassa olevien kiukaiden teknologinen kehittäminen

Työpanos: 9 htkk, kustannukset: 75 000 €, rahoitus: kiuasvalmistajat (60 t€), UEF (15 t€)

Työpaketissa mitataan ja kehitetään kiuasvalmistajien kiukaita tehokkaimmaksi ja vähäpäästöisemmiksi (erit. noki) huomioiden myös sisäilman laatu (TP2). Testejä tehdään joko kaupallisessa myynnissä

olevilla tai prototyyppiasteella olevilla kiukailla. Mikäli testit tehdään yhteisesti hyväksytyllä tavalla, kiuasvalmistajan on mahdollista saada tuotteelleen SIMO-ympäristömerkki, joka kuvastaa tuotteen pienhiukkaspäästöjen määrää ja kertoo myös kiukaan toiminnasta saunassa. Testejä tehdään kiuasvalmistajien rahoituspanoksen mukaisessa suhteessa. Mittaukset suunnitellaan yhdessä kiuasvalmistajien kanssa, mutta yleisesti mittaukset voisivat sisältää lähtötilanteen kartoituksen, kehitystyövaiheen, käyttötavan vaikutuksen selvittämisen ja lopputilanteen määrittämisen.

Yritysten on mahdollista tarpeen tullen tehdä myös lisämittauksia SIMO- yksikön resurssien puitteissa erillisellä hankkeelle merkityllä tulorahoituksella (ks. kohta TP1.4).

TP1.4 Keksijöiden prototyyppien testaus
Työpanos: 1 htkk, kustannukset: 4 000 €, rahoitus: tulorahoitus

Suomessa on paljon pieniä kiuasyrityksiä ja kiukaiden keksijöitä, joilla kiukaiden tuotanto ja kehitys on vain pieni osa yrityksen muuta toimintaa. Tahtoa kiukaiden kehitysideoiden eteenpäinviemiseksi kuitenkin olisi, mutta se ei ole taloudellisesti mahdollista. Tämä työpaketti mahdollistaa tällaisten kiuasideoiden ja prototyyppien testaamisen samalla tavalla kuin kaupallisia kiukaita mitataan. Työpaketti toteutetaan hankkeen resurssien ja keksijöiltä/yrityksiltä kerättävän pienen tulorahoituksen turvin (max. n. 2-3 mittausta / vuosi). Pieniä kiuasyrityksiä ovat mm. Kumete Oy, Karibu Oy, Pata-Met Team Oy, Finn-Proto Oy, Lämpö Linna Oy, Warmheart Oy ja Kerkes Oy. Työpaketti mahdollistaa osaltaan ja resurssien puitteissa myös mukana olevien kiuasvalmistajien lisätestit, mikäli näille ilmaantuu tarvetta hankkeen aikana.

TP1.5 Uusien kiuas- ja puhdistinratkaisujen kehittäminen ja tutkimus
Työpanos: 6 htkk, kustannukset: 50 000 €, rahoitus: UEF (45 t€), kiuasvalmistajat (7 t€)

Työpaketissa tutkitaan kiukaiden toimintaa muunneltavan mallikiukaan ja prototyyppien avulla. Mallikiuas rakennetaan siten, että siinä voi tutkia mm. arinan pinta-alan ja muodon vaikutusta, tulipesän koon merkitystä, ilmanjaon merkitystä, tulipesän eristyksen merkitystä ja luukun tiiveyden merkitystä päästöihin ja kiukaan toimintaan. Työpaketissa tutkitaan myös kiukaisiin soveltuvien yksinkertaisten puhdistinratkaisujen toimivuutta. Prototyyppi suunnitellaan yhdessä kiuasvalmistajien kanssa ensimmäisessä työpajassa syksyllä 2019 (TP4).

Mittausmenetelmät: UEF:lla on Euroopan tasolla korkealaatuiset mittausmenetelmät ja laboratorio puun panospolton päästöjen mittauksiin (www.uef.fi/fine ja mm. *Tissari ym., 2007;2015; Leskinen ym., 2014*). Kaasumittaukset tehdään erillisillä kaasuanalysaattoreilla tai FTIR-laitteella. Hiukkasmittaukset tehdään laimennetusta savukaasusta todellisen päästökertoimen määrittämiseksi. Laimennusmenetelmänä käytetään laajasti käytettyä ja hyväksi todettua UEF:ssa kehitettyä menetelmää, joka koostuu lämmitetystä näytteenottoyhteestä, huokoisen putken laimentimesta ja ejektorilaimentimesta. Laimennussuhde pidetään vakiona ja valitaan siten, että tarvittavat mittaukset saadaan tehtyä. Mittausten osalta tehdään seuraavat määritykset ja analyysit:

- Häkä- (CO) ja kokonaishiilivetypitoisuus (OGC)
- PM_1-pitoisuus (suodatinkeräys)
- OC- ja EC pitoisuus (termis-optinen menetelmä)
- BC-mittaus moniaallonpituusetalometrillä
- PAH-yhdisteiden pitoisuus, sis. bentso(a)pyreeni (tarpeen mukaan)
- Kokonaislukumääräpitoisuus (CPC)
- Hiukkasten keuhkodepositioituva pinta-ala (LSDA, esim. NSAM-monitorilla, mikäli mahdollista)
- Lukumääräkokojakauma (ELPI)

TP2 Saunan sisäilman pienhiukkaspitoisuudet

Työpanos: 2 htkk, kustannukset: 13 500 €, rahoitus: Ministeriöt (8 t€), kaupungit ym. (5,5 t€)

KIUAS –hankkeessa havaittiin, että saunan sisäilmaan saattaa kulkeutua pienhiukkasia kiukaasta joko suoraan käytön yhteydessä tai ulkoilman kautta. Työpaketissa mitataan jatkuvatoimisesti hiukkasten lukumääräpitoisuutta näytejaottimen avulla vuorotellen ulkoilmasta, saunan sisäilmasta sekä tuloilmasta polttojen aikana. Lisäksi saunan sisäilmasta kerätään suodatinnäytteitä polton aikana. Mittaukset tehdään kiuasmittausten yhteydessä ja tavoitteena on selvittää asian merkityksellisyyttä erilaisia kiukaita käytettäessä.

TP3 Tiedon tuottaminen standardisoinnin ja muiden menettelyjen sekä päästöjen vähentämisen ja seurannan tarpeisiin

Työpanos: 5 htkk, kustannukset: 40 000 €, rahoitus: Ministeriöt

Kiukaiden aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentämiseksi ja hyvien kiukaiden erottamiseksi keskinkertaisista tarvitaan sekä aiheeseen liittyvän standardisoinnin että muiden menettelyjen kehittämistä siten, että vähäpäästöiset kiukaat vähitellen valtaisivat markkinoita ja kuluttajat osaisivat niitä kysyä. Tietoa tuotetaan ajankohtaisiin standardisointihankkeisiin ja kiukaiden ympäristöhaittojen vähentämistä koskevien hankkeiden valmisteluun, päästöarviointeihin ja ennusteisiin sekä vapaaehtoisten sopimusten ja ohjeiden valmisteluun. Näitä tarpeita voivat olla mm.

- CE-standardin kehittämiseen liittyvät tehtävät (Eurooppalaisen CE-standardin parantaminen päästöt huomioiden sekä hiukkasmittausmenetelmien vertailu).
- Ympäristöministeriön mahdollisen Green Deal –sopimuksen toteuttamiseen liittyvä työ: kiukaiden päästöjen kehittymisen seuranta.
- Päästöarviot ja skenaariot.
- STTV:n ohjeen päivittämiseen osallistuminen.

TP4 Koulutus ja viestintä

Työpanos: 15 htkk, kustannukset: 127 000 €

Perustiedolle puun polton pienhiukkaspäästöistä ja niihin vaikuttavista tekijöistä on tarvetta päätöksentekijöillä, viranomaisilla ja erityisesti myös laitevalmistajilla ja kansalaisilla. Vaikka tietoa on tuotettu viime vuosina, asian monitahoisuuden vuoksi yksityiskohtaisempaa aineistoa kaivataan kiukaisiin liittyvän viestinnän tueksi. Viestinnän pohjana on ympäristömerkinnän käyttöönotto ja tietoa tuotetaan erityisesti mukana olevien rahoittajien tarpeisiin. Itä-Suomen yliopiston viestintäyksikkö tukee hankkeen viestintätyötä ammatillisesti, mutta materiaali tuotetaan hankkeen työntekijöiden toimesta ja hankkeen rahoituksella.

TP4.1 Koulutus

Työpanos: 5 htkk, kustannukset: 40 000 €, rahoitus: Kaupungit ym. (30 t€), ministeriöt (5 t€), kiuasvalmistajat (5 t€)

Hankkeessa järjestetään vuosittain puun pienpolton päästöihin liittyvä työpaja/seminaari Itä-Suomen yliopistolla. Vuosina 2019 ja 2021 järjestetään pääasiassa projektissa mukana oleville koulutustyöpajat ja vuosina 2020, 2022 yleiset seminaarit aihepiirin ajankohtaisiin asioihin liittyen. Yleinen loppuseminaari pidetään keväällä 2023. Tavoitteena on, että kiuasvalmistajien, viranomaisten ja alalla toimivien oikeanlaista tutkimukseen perustuvaa tietoisuutta puun polton päästöistä ja niihin vaikuttavista tekijöistä saadaan nostettua uudelle tasolle.

TP4.2 Viestintä kuluttajille
Työpanos: 5 htkk, kustannukset: 43 000 €, rahoitus: Kaupungit ym (37 t€), ministeriöt (4 t€), UEF (4 t€)

Aihepiiristä viestitetään aktiivisesti sekä sosiaalisen median että perinteisen median kautta. Hankkeessa tehdään lyhyitä infovideoita (vähintään 2 –kertaa vuodessa) puun polttoon päästöihin liittyvistä asioista KIUAS –hankkeessa tuotetun ja tässä hankkeessa tuotettavan materiaalin avulla. Lisäksi tehdään sähköinen (mahd. painettu) opas kiukaiden päästöihin liittyen, mikäli aiemmissa hankkeissa tuotettujen oppaiden ei koeta olevan riittäviä. Mukana olevat voivat jakaa tuotettua aineistoa omien tiedotusväylien kautta. Tiedonjakoalustoina toimivat ainakin Itä-Suomen yliopiston nettisivut (www.uef.fi/fine) ja HSY:n poltapuhtaasti.fi –sivusto. Päätavoitteena kuluttajaviestinnän osalta on, että kiukaille saataisiin päästösertifikaatti, joka ohjaa kiukaiden valintaa ympäristöystävällisempään suuntaan. Pienpolttosimulaattoria esitellään hankkeen aikana yleisölle erilaisissa tapahtumissa mm. ”Tutkijoiden yö” ja Ampumahiihdon maailmancup kilpailut Kontiolahdella talvella 2020.

TP4.3 Raportointi
Työpanos: 3 htkk, kustannukset: 25 000 €, rahoitus: UEF (10 t€), Ministeriöt (10 t€), Kaupungit ym. (5 t€)

Yritysten kiukaiden yksityiskohtaiset mittaustulokset ovat ainoastaan yritysten käytössä. Hankkeessa tuotettu yleinen tieto jaetaan mahdollisimman laajasti alan käyttöön. Tavoitteena on, että ainakin parhaimpien kiukaiden mittaustulokset tulisivat myös kuluttajien käyttöön. Projektin etenemisestä raportoidaan ohjausryhmän kokouksissa vähintään kerran vuodessa ja tekninen raportti tuloksista esitetään myös vuosittain. Pääosa tuloksista pyritään raportoimaan myös kansainvälisinä tieteellisinä artikkeleina.

TP4.4 Vaikuttaminen
Työpanos: 2 htkk, kustannukset: 20 000 €, rahoitus: Ministeriöt (10 t€), UEF (10 t€)

Kiukaiden päästöjen vähentämiseen vaikutetaan sidosryhmätyön kautta. Työpaketti sisältää työryhmiin ja konferensseihin osallistumisen, mm. TC295-työryhmän työskentelyyn, seminaareihin ja alan kokouksiin osallistumista ja esitelmien pitoa hankkeen aihepiiristä. Sidosryhmiä ovat mm. Motiva, Tulisija- ja savupiippuyhdistys, Nuohousalan keskusliitto, Energiateollisuus ry, TC295 kansallinen työryhmä, saunologia.fi, Suomen ympäristökeskus, Suomen Sauna-seura, Hengitysliitto, Rakennusteollisuus ja Sisäasiainministeriö.

4. Avainhenkilöt ja ohjausryhmä

Hankkeen tutkimusosuuden toteuttamiseen osallistuvat seuraavat henkilöt:

- Jarkko Tissari, FT, yliopistotutkija, (hankkeen vastuullinen johtaja)
- Sampsa Väätäinen FM, nuorempi tutkija (polttokokeiden koejärjestelyt, pienhiukkasmittaukset)
- Miika Kortelainen FT, tutkija (polttokokeiden koejärjestelyt, pienhiukkasmittaukset)
- Jani Leskinen FT, tutkija (polttokokeiden koejärjestelyt, pienhiukkasmittaukset)
- Hanna Koponen FM, nuorempi tutkija (näytteiden analyysit)
- N.N LuK, harjoittelija (polttokokeiden koejärjestelyt)

Hankkeen ohjausryhmä koostuu hanketta rahoittavista tahoista.

5. Projektin aikataulu

Tutkimuksen kesto on 4 vuotta, 1.6.2019 – 31.5.2023. Osakokonaisuuksien aikataulu on suunniteltu tehtävän seuraavasti:

- TP1.1 menetelmä: menetelmä vahvistetaan heti projektin aluksi. SIMO-ympäristömerkki pyritään saamaan käyttöön viimeistään ennen kesän 2020 mittausjaksoa.

- TP1 ja TP2 mittaukset: kiuasmittauksia tehdään pääsääntöisesti lämpimänä vuodenaikana huhti-syyskuun aikana vuosittain.
- TP3: työpaketti kestää koko hankkeen ajan. Toimenpiteet suunnitellaan tarpeiden mukaisesti.
- TP4.1 koulutus: joka vuosi, joko syksyllä tai keväällä.
- TP4.2 viestintä: simulaattorin esittely yleisölle hankkeen aikana tulleiden tarpeiden mukaisesti. Syksyllä 2019 osallistutaan tieteiden päivään ja keväällä 2020 ampumahiihdon mc-kilpailuihin. Videot: vähintään kaksi kertaa vuodessa keväällä ja syksyllä.
- TP4.3 raportointi: ohjausryhmän kokouksissa vuosittain. Kirjallinen raportti vuosittain 31.3. mennessä paitsi loppuraportti 31.5.2023 mennessä.
- TP4.4 vaikuttaminen: työpaketti kestää koko hankkeen ajan.

6. Budjetti ja rahoitus

Hankkeen kustannusarvio on 327 500 € (Taulukot 1-3).

Taulukko 1. *Tutkimushankkeen rahoittajat.*

Itä-Suomen yliopisto	86 000 €
Kiuasvalmistajat	75 000 €
Ministeriöt	80 000 €
HSY, kaupungit, omakotiliitto	82 500 €
Tulorahoitus	4 000 €
Yhteensä	**327 500 €**

Taulukko 2. *Tutkimushankkeen rahoitus.*

	2019	2020	2021	2022	2023	YHT	%
Itä-Suomen yliopisto	11000	27000	16500	19500	12000	86000	26,3
Helsingin seudun ympäristöpalvelut		2500	2500	2500	2500	10000	3,1
Helsingin kaupunki		2500	2500	2500	2500	10000	3,1
Kuopion kaupunki		2500	2500	2500	2500	10000	3,1
Espoon kaupunki	2500	2500	2500	2500		10000	3,1
Vantaan kaupunki		2500	2500	2500	2500	10000	3,1
Turun kaupunki		2500	2500	2500	2500	10000	3,1
Tampereen kaupunki	2500	2500	2500	2500		10000	3,1
Lahden kaupunki	2500	2500	2500	2500		10000	3,1
Harvia Oy	3000	4000	4000	4000	3000	18000	5,5
Narvi Oy	1000	3000	3000	3000	2000	12000	3,7
Muko Oy	2000	2000	2000	2000	1000	9000	2,7
Misa Oy	1000	1000	2000	1000	1000	6000	1,8
Premec Oy	1000	1000	2000	1000	1000	6000	1,8
Metallitekniikka Hannu Laajala	1000	1000	1000			3000	0,9
Teuvan Keitintehdas Oy	2000	4000	4000	4000	1000	15000	4,6
Iki-Kiuas Oy	1000	1000	2000	1000	1000	6000	1,8
Tulorahoitus	0	1000	1000	2000	0	4000	1,2
Suomen Omakotiliitto ry	500	500	500	500	500	2500	0,8
Ympäristöministeriö	10000	10000	10000	10000	0	40000	12,2
Sosiaali- ja terveysministeriö		10000	10000	10000	10000	40000	12,2
YHTEENSÄ	**41000**	**85500**	**78000**	**78000**	**45000**	327500	100,0

UEF laskuttaa taulukon 4 summat rahoittajilta tutkimussopimuksessa esitetyn aikataulun mukaisesti 31.8.2019, 30.19.2019, 31.8.2020, 31.8.2021, 31.8.2022 ja 1.2.2023.

Taulukko 3. *Tutkimushankkeen budjetti.*

Palkat (n. 40 htkk)	108 500 €
Sivukulut	47 600 €
Yleiskustannukset	113 950 €
Matkat	10 000 €
Matkat projektikokouksiin, TC295-työryhmän kokouksiin ja seminaareihin/konferensseihin	
Aineet, tarvikkeet	27 000 €
Sisäilmamittauksiin liittyvät laitteistot, suodattimet, polttoaineet, PAH-analyysitarvikkeet, olosuhdekaappi puun säilytykseen konttien huolto, lämpö/videokamera, kompressori, aurinkosuojakalvot	
Ostopalvelut	15 000 €
Työstöosat kiukaisiin, kiuasprototyypin rakentaminen ohjelmistojen päivitys, huoltokulut, viestintämateriaalit	
Muut kustannukset	5 450 €
Julkaisukustannukset (Open Acces –kulut), koulutuspäivien tarjoilut, konttien siirto ym.	
Yhteensä	**327 500 €**

7. Kirjallisuus

[1] Aarnio, P., Kousa, A., Malkki, M. (2016). Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla vuosina 2006 – 2015. Ilmansuojelusuunnitelman taustaraportti. HSY:n julkaisuja 9/2016

[2] AMAP (2015). Black carbon and ozone as Arctic climate forcers. By: Quinn, P.K., Stohl, A., Arnold, S. et al. The Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo.116 p.

[3] Helsinki (2016) Helsingin kaupungin ilmansuojelusuunnitelma 2017–2024. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 11/2016.

[4] Jacobson, M.Z. (2010). Short-term effects of controlling fossil-fuel soot, biofuel soot and gases, and methane on climate, Arctic ice, and air pollution health. *J. Geop. Res.* 115.

[5] Karvosenoja N., Savolahti M., Lanki T., Salonen R. & Tiittanen P. (2017). Luku 4.7 Vaikutukset ilmanlaatuun. Raportissa: Soimakallio S., Hildén M., Lanki T., Eskelinen H., Karvosenoja N., Kuusipalo H., Lepistö A., Mattila T., Mela H., Nissinen A., Ristimäki M., Rehunen A., Repo A., Salonen R., Savolahti M., Seppälä J., Tiittanen P., Virtanen S. 2017. Energia- ja ilmastostrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman ympäristövaikutusten arviointi. Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 59/2017.

[6] Kaski, N., Vuorio, K., Niemi, J., Myllynen, M., Kousa, A. (2016) Tulisijojen käyttö ja päästöt pääkaupunkiseudulla vuonna 2014. HSY:n julkaisuja 2/2016.

[7] A. Laaksonen, K. Kupiainen, V.M. Kerminen, N. Karvosenoja, J.-P. Pietikäinen, M. Savolahti, V.-V. Paunu, I. Savolainen, M. Airaksinen, M. Järvelä, K. Kokko, M. Kulmala, J. Seppälä, P. Taalas (2014) Musta hiili ilmastopakotteena: Päästöjen ja mahdollisten päästövähennysten globaalit ja alueelliset vaikutukset. Suomen ilmastopaneeli, Raportti 3/2014.

[8] Lamberg, H., Nuutinen, K., Tissari, J., Ruusunen, J., Yli-Pirilä, P., Sippula, O., Tapanainen, M., Jalava, P., Makkonen, U., Teinilä, K., Saarnio, K., Hillamo, R., Hirvonen, M.-R., Jokiniemi, J. (2011) Physicochemical characterization of fine particles from small-scale wood combustion. Atmospheric Environment 45, 7635–7643.

[9] Leskinen, J., Ihalainen, M., Torvela, T., Kortelainen, M., Lamberg, H., Tiitta, P., Jakobi, G., Grigonyte, J., Joutsensaari, J., Sippula, O., Tissari, J., Virtanen, A., Zimmermann, R., Jokiniemi, J. (2014) Effective density

and morphology of particles emitted from small-scale combustion of various wood fuels. Environmental Science & Technology 48, 13298–13306.

[10] Pope, C.A. and Dockery D.W. (2006). Health effects of fine particulate pollution: Lines that connect, *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 56, 709–752.

[11] Salo-Asikainen, S. (2019) Parempaa ilmanlaatua yhteistyöllä. Ilmansuojelu 1/2019, 4-9.

[12] Savolahti, M., Karvosenoja, N., Soimakallio, S., Kupiainen, K., Tissari, J., Paunu, V-V. (2019) Near-term climate impacts of Finnish residential wood combustion. Submitted to Energy Policy.

[13] Suoheimo, P., Grönroos, J., Karvosenoja, N., Petäjä, J., Saarinen, K., Savolahti, M., Silvo, K. (2015) Päästökattodirektiiviehdotuksen ja keskisuurten polttolaitosten direktiiviehdotuksen toimeenpanon vaikutukset Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2015.

[14] Tapanainen, M., Jalava, P.I., Mäki-Paakkanen, J., Hakulinen, P., Lamberg, H., Ruusunen, J., Tissari, J., Jokiniemi, J., Hirvonen, M.-R. (2012) Efficiency of log wood combustion affects the toxicological and chemical properties of emission particles. Inhalation toxicology 24, 343–355.

[15] Tissari, J., Hytönen, K., Lyyränen, J., Jokiniemi, J. (2007) A novel field measurement method for determining fine particle and gas emissions from residential wood combustion. Atmospheric Environment 41, 8330–8344.

[16] Tissari, J., Hytönen, K., Sippula, O., Jokiniemi, J. (2009) The effects of operating conditions on emissions from masonry heaters and sauna stoves. Biomass and Bioenergy 33, 513–520.

[17] Tissari, J., Leskinen, J., Lamberg, H., Nieminen, V., Väätäinen, S., Koponen, H., Myllynen, M., Savolahti, M., Karvosenoja, N. (2019. Kiukaiden päästöt ja niiden vähentäminen. KIUAS –hankkeen loppuraportti 15.4.2019. Itä-Suomen yliopisto, pienhiukkas- ja aerosolitekniikan laboratorio.

[18] Tissari, J., Sippula, O., Torvela, T., Lamberg, H., Leskinen, J., Karhunen, T., Paukkunen, S., Hirvonen, M.-R., Jokiniemi, J. (2015) Zinc nanoparticle formation and physicochemical properties in wood combustion – experiments with zinc-doped pellets in a small-scale boiler. Fuel 143, 404–413.

[19] Ympäristöministeriö (2019) Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030. Ympäristöministeriön julkaisuja 7/2019.

LIITE 1: KIUAS –hankkeen mittauskonsepti

Polttoaika:

- Polttoaika raportoidaan sytytyksestä siihen hetkeen saakka, jolloin CO_2-pitoisuus alittaa 25 % toisen panoksen maksimipitoisuudesta tai 3 %:n CO_2-pitoisuuden.
- Polttoajan pituudelle ei aseteta vaatimuksia.

Veto-olot:

- Aluksi saunan ilmanvaihto säädetään siten, että kiukaan veto on 0 Pa, ts. mitataan siipipyöräanemometrillä tulipesäluukusta, että ilma ei liiku kiukaan läpi. Tämän jälkeen asetetaan savukaasuimurin avulla pakotettu veto 6 Pa savukanavaan, kiukaan luukut siinä asennossa, jossa ne käyttöohjeen mukaisesti täytyy pitää. Luukkuja ei säädellä polton aikana ja vedon annetaan kehittyä luonnollisesti savukanavien ja savukaasun lämmetessä.

  HUOM 1: CE –standardissa pidetään veto 12 Pa:ssa koko polton ajan.

Ilmanvaihto:

- Saunan ilmanvaihto tapahtuu ilmanvaihtokoneen avulla. Ilmanvaihtokerroin mittausten alussa säädetään kolmeksi. Kertoimen annetaan pienentyä luonnollisesti saunan lämmetessä.

  HUOM 2: CE –standardissa IV -kerroin on 6.
- Tuloilman syöttöpaikka on kiukaan takana alhaalla. Paikka on vallitsevan käytännön ja RT suosituksen mukainen, vaikkakin huonompi vaihtoehto kuin kiukaan päältä.
- Poistoilman ottopaikka on katossa (yleisin tapa).

Lämpötilat:

- Saunan lämpötila mitataan keskeltä saunaa, 300 mm katosta alaspäin.
- Saunan alkulämpötila saa vaihdella eri mittauksissa.

  HUOM 3: CE –standardissa alkulämpötila on oltava 20 ± 5 °C, mutta konttimittauksissa vaatimusta ei voida saavuttaa.
- Saunan loppulämpötila ilmoitetaan siten, että alkulämpötila on normeerattu 20 °C :een.
- Saavutettavalle saunan lämpötilalle ei aseteta vaatimusta.

  HUOM 4: CE –standardissa saunan on lämmettävä 90 °C :een.
- Savukaasun lämpötila mitataan 1,5 m kiukaan hormilähdöstä.

  HUOM 5: KIUAS –hankkeessa savukaasun lämpötila mitattiin myös n. 0,5 m hormilähdöstä.

Polttotapa

- Polttopuu kuiva (kosteus alle 10 %) koivu.

  HUOM 6: CE –standardissa puun kosteus saa vaihdella 12–20 % välillä. KIUAS –hankkeessa tehtiin testejä eri kosteuksilla. Puun kosteus vaikuttaa sekä saunan toimintaan että päästöihin, joten kosteus testeissä on vakioitava.
- Polttotapa, puumäärä ja lisäykset pidetään vakiona.

  HUOM 7: CE –standardissa kiuasta käytetään käyttöohjeen mukaisesti. Kiukaiden käyttöohjeet ja puumäärät vaihtelivat kuitenkin niin paljon, että käyttöohjeiden mukaisilla käyttötavoilla saunan toiminnan ja kiukaiden päästöjen vertailu olisi ollut mahdotonta. Jatkossa kokonaispuumäärä pitäisi vakioida, mutta käyttötapa voisi muuten olla valmistajan ohjeen mukainen, mikäli ohje on riittävän yksityiskohtainen.
- Kokonaispuumäärä on 6 kg (alle 20 m^3 saunat) ja 9 kg (yli 20 m^3 saunat).

HUOM 8: KIUAS –hankkeen mittauksissa käytettiin 3 + 3 + 1 kg puumäärää, mikä on tyypillinen 10–20 m^3 saunoihin tarkoitetuille kiukaille.

- KIUAS –hankkeessa käytettiin seuraavaa ladontaa: Ensimmäisen panokset ladonta pitkittäin: 3 × 500 g (alle), 3 × 250 g, 4 × 100 g, 150 g klapi jaettuna neljään ja sytykkeet 200 g päälle. Toinen panos 6 × 500 g. Kolmas panos 2 × 500 g.
- Panoksen lisäys, kun CO_2 –pitoisuus alittaa 25 % maksimipitoisuudesta tai 3 %:n CO_2 –pitoisuuden.

Päästöt ja hyötysuhde

- Hyötysuhde määritetään CE –standardin mukaisesti.
- Kaikki päästöt määritetään koko polton ajalta (1 min sytytyksestä polton loppuun).
- Reaaliaikaisista mittaustuloksista poistetaan 1 min alusta ja 2 min lisäysten ajalta (vähentää laskennan epävarmuutta luukkua aukaistaessa).
- CO, OGC, NO mitataan CE –standardin mukaisesti.
- Hiukkaset mitataan laimennetusta savukaasusta, laimennuskerroin 50–100.
- Savukaasu laimennetaan huokoisen putken ja ejektorilaimentimen yhdistelmällä käyttäen esisyklonia karkeiden hiukkasten poistoon ja lämmitettyä putkea ennen laimentimia. Hiukkaslaskentakerroin määritetään mittaamalla CO_2 –pitoisuus näytekaasusta ja laimennusilmasta. Herkimmille analysaattoreille (pois lukien orgaanisia yhdisteitä analysoivat), voidaan käyttää tarvittaessa lisälaimennusta, jonka laimennussuhde on määritettävä erikseen.
- Pienhiukkasten massa määritetään suodatinkeräyksellä (1–2 näytettä / poltto, riippuu pitoisuustasosta) käyttäen impaktoria hiukkasten fraktiointiin. Suodattimen vaihto ajoitetaan hiillosvaiheeseen.
- Lisäksi mitataan hiukkasten lukumäärä, BC ja tarvittaessa PAH –yhdisteiden pitoisuudet.

Toistot

- Testi toistetaan kolme kertaa ja tulokset ilmoitetaan kolmen polton keskiarvona (+ hajonta). Mikäli toistoja tehdään samana päivänä useampia, on sauna jäähdytettävä välillä.

Löylyt

- Kiukaalle heitettävän veden siirtyminen saunailmaan olisi hyvä määrittää. Määritystapa pitäisi miettiä erikseen.