

Riku Paalanen

Pientalojen vaihtoehtoiset takkalämmitysjärjestelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

3.4.2016

Tekijä Otsikko	Riku Paalanen Pientalojen vaihtoehtoiset takkalämmitysjärjestelmät
Sivumäärä Aika	30 sivua 3.4.2016
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaaja	lehtori Jyrki Viranko
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata pientalojen vaihtoehtoisia takkalämmitysjärjestelmiä ja puun pienpolttoon liittyviä asioita. Työssä tarkastellaan rakennuslupahakemuksen tekemistä, puun pienpoltosta syntyviä päästöjä ja pienhiukkasia, eri savupiipputyyppejä, palotapahtumaa, palamisen vaiheita sekä kahta erilaista takkalämmitysjärjestelmää. Vesi- ja ilmalämmitystakat soveltuvat erinomaisesti lisääntyneeseen matala- ja passiiviennergialojen rakentamiseen.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa niin vesitakoista, ilmalämmitystakoista kuin puun pienpolttoon liittyvistä tekijöistä. Tässä työssä esiteltiin kahden edellä mainitun takkatyyppin toimintaa, koska niistä ei ole toistaiseksi mitään kattavaa tietopankkia tai kirjallisuuskatsausta.</p> <p>Opinnäytetyössäni toin esille ekologista näkökulmaa, kustannustehokasta puun polttamista ja erilaisia takkajärjestelmien käyttöä. Tärkeimpänä lähteenä opinnäytetyössä olivat Rakennusinsinööriliiton julkaisut sekä Tulikivi Oyj:ltä saadut tiedot.</p>	
Avainsanat	ilmalämmitystakka, vesitakka, lämmitys, pientalo

Author Title	Riku Paalanen Alternative fireplace heating methods for small residential buildings
Number of Pages Date	30 pages April 3rd 2016
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor	Jyrki Viranko, Senior Lecturer
<p>In this Bachelor's thesis I will go through optional fireplace heating systems and burning wood in domestic environments. I will tell about how to apply for a construction permit, the emissions caused by domestic burning of wood, different chimney types, the fire, the different stages of burning and two different fireplace heating systems. Water heating fireplaces and air heating fireplaces are a perfect fit for the increased demand of low-energy houses and passive houses.</p> <p>The main goal of this thesis was to get as much good information as possible about water heating fireplaces, air heating fireplaces and the domestic burning of wood. The thesis explains how the two fireplace heating systems function. There is very little information about these fireplaces available at the moment.</p> <p>In my thesis I also try to consider the environmentally friendly point of view and how to burn wood and use these heating systems domestically at their most cost-effective way. The most valuable resources of information were different publications by RIL and the information I got from Tulikivi Oyj.</p>	
Keywords	water heating fireplace, air heating fireplace, heating

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Luvanhaku ja vastuut	2
3	Palotapahtuma	4
4	Palamisen vaiheet	6
4.1	Sytytysvaihe	6
4.2	Palamisvaihe	6
4.3	Hiipumisvaihe	7
5	Savupiiput ja veto	8
5.1	Veto	8
5.2	Vedon saavuttaminen	8
5.3	Yleistä savupiipuista	9
5.3.1	Tehdasvalmisteiset savupiiput	10
5.3.2	Paikalla muuratut savupiiput	11
5.3.3	Paikalla rakennetut terässavupiiput	14
6	Pienhiukkaset ja muut päästöt	15
6.1	Pienhiukkaset	15
6.2	Muut päästöt	17
6.2.1	Hiilimonoksidi	17
6.2.2	Hiilivedyt	17
7	Ilmalämmitystakat	18
7.1	Ilmalämmitystakka	18
7.2	Sopivuus	19
7.3	Ilmalämmitystakka yhdessä muiden energialähteiden kanssa	19
7.4	Ilmakiertoinen lattialämmitys	20
8	Vesitakat	22
8.1	Sopivuus	22

8.2	Toimintaperiaate ja tekniikka	23
8.2.1	Vesitakka	23
8.2.2	Lämmönsiirrin ja takka-anturi	24
8.2.3	Tulisijapiiri	25
8.2.4	Varolaitteisto ja pumppuryhmä	26
8.2.5	Varaaja	27
8.2.6	Ilmaus ja täyttö	27
9	Pohdinta	28
	Lähteet	30

Lyhenteet

C_xH_y Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

CE-merkintä Conformité Européenne. Kyseinen tuote täyttää EU :n vaatimat direktiivit.

CO_2 Hiilidioksidi

CO Hiilimonoksidi

1 Johdanto

Opinnäytetyöni aiheena on pientalojen vaihtoehtoiset takkalämmitysjärjestelmät. Valitsemassani aiheessa minua kiinnostivat niin itse takkalämmitysjärjestelmät kuin myös puunpolttoon liittyvät lieveilmiöt. Opinnäytetyöaiheen valitsemiseen sain inspiraation ollessani Tulikivi Oyj:llä työharjoittelussa, jolloin sain mahdollisuuden perehtyä niin takkoihin kuin muihinkin Tulikiven tuottamiin tuotteisiin. Matalaenergiatalojen sekä passiivienergiatalojen yleistyessä koen, että opinnäytetyöni on myös ajankohtainen. Kävin keskusteluja ohjaavan opettajan kanssa, ja hän antoi suostumuksensa aiheelle. Olen rajannut työni siten, että se käsittelee vain kahta erilaista takkatyyppiä ja muita puunpolttoon liittyviä asioita, kuten päästöjä.

Opinnäytetyöni tavoitteena on tehdä kompakti kirjallisuuspohjainen työ, jota myös vähemmän perehtynyt pystyisi lukemaan. Tavoitteen saavuttamiseksi pyrin selittämään asiat johdonmukaisesti ja käytännönläheisesti. Opiskeluaikana olemme käyneet läpi rakentamismääräyskokoelmia sekä Rakennusinsinööriliiton RIL julkaisuja, joista uskon olevan hyötyä työni tekemiseen. Tärkeimmät lähteeni, joihin työni perustan, ovat Rakennusinsinööriliiton eri julkaisut sekä Tulikiveltä saadut tiedot.

2 Luvanhaku ja vastuut

Takan rakentaminen vaatii käytännössä aina rakennuslupan, mutta tietyissä tapauksissa toimenpidelupa riittää. Uudisrakennuksiin tuleviin takkoihin tarvitaan aina rakennuslupa, joka käsitellään yhtenä osana koko uudiskohteen rakennuslupaa. Saneerauskohteissa niin hormille kuin tulisijallekin tarvitaan omat erilliset rakennusluvut. Jo olemassa olevan rakennuksen takkaan asennettava uusi savuhormi vaatii erillisen rakennuslupan hormin osalta. Toimenpidelupa saattaa riittää saneerauskohteessa, jossa tulisija uusitaan ja asennetaan jo olemassa olevaan hormiin. Rakennuslupakäytäntö vaihtelee ympäri Suomea riippuen kunnasta. Itse rakennuslupahakemukseen on erittäin tärkeää sisältää selvitys itse rakennuksen pääpiirustuksista, joissa tulee olla suunnittelijan puumerkki. Hakemuksessa tulee myös käydä ilmi, että rakennuspaikka on luvanhakijan hallinnassa. (RIL 251–2010: 15–16.)

Rakennuslupaa vaativissa kohteissa on aina otettava yhteyttä rakennustarkastajaan. Rakennustarkastajan kanssa käydään yksityiskohtaisesti läpi sekä perustuksia että paloturvallisuusmääräyksiä. Tarkastajan kanssa käydään myös läpi rakennuslupan myöntämiseen vaadittavat seikat. Tarkastajan tulee myös tietää virallinen suunnittelija. Isoissa konserneissa, kuten Tulikivi Oyj, on aina omat suunnittelijat niin takoille, kuin kivitasoille. Pakolliset tarkastukset ja viranomaiskatselmukset sovitaan myös erikseen rakennustarkastajan kanssa. Rakennuslupaa vaativissa hankkeissa on nimettävä vastaava työnjohtaja, joka valvoo ja pitää huolen, että työt etenevät sovitulla tavalla.

Takan toimittajan/valmistajan vastuut:

- Takkojen CE-merkintä (kuva 1) on pakollinen heinäkuusta 2013 lähtien. CE-merkinnällä valmistaja vakuuttaa, että tuote on valmistettu EU:n uusien säännösten ja direktiivien mukaan. Esimerkiksi Tulikiven tulisijoilla on ollut CE-merkinnät jo pitkään ennen kuin merkintä muuttui pakolliseksi. (Tulikiven tulisijat täyttävät maailman tiukimmat ympäristömääräykset 2013.)



Kuva 1. CE-merkintä

- Uunimestari on vastuussa siitä, että takka asennetaan oikeaoppisesti.
- Takan tiedot ja sitä koskevat määräykset ovat vaatimusten mukaiset.
- Työkohteessa/paikan päällä muurattujen takkojen tulee olla käyttökohteeseen yksilöllisesti suunniteltuja.

Vastaavan työnjohtajan vastuut:

- Pakollinen, mikäli työkohteeseen vaatii rakennusluvan.
- Valvoo ja pitää huolen siitä, että takka tehdään määräysten mukaisesti.
- Pitää huolta asiakirjoista.
- Pitää huolen, että tarvittavat ja pakolliset tarkastukset tehdään oikeaan aikaan.
- Työnjohtaja voi vapautua velvollisuuksistaan vain kirjallisella anomuksella tai siten, että uusi työnjohtaja nimetään.

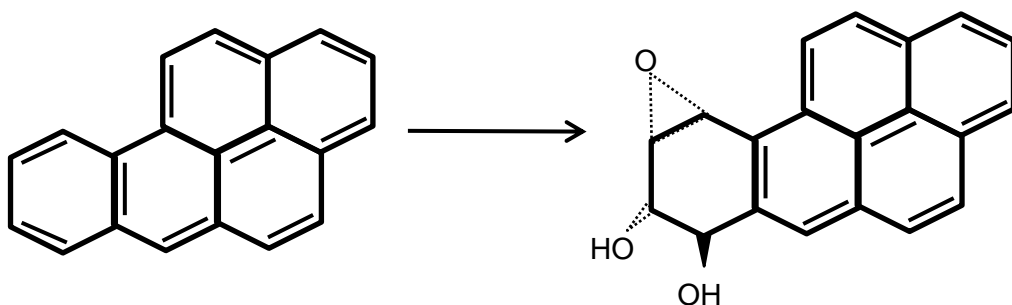
Suunnittelijan vastuut:

- Takan sijainti
- Paloturvallisuusasiat
- Suojaetäisyydet palavaan materiaaliin (sivuille, ylös, eteen)
- Maksimiteho
- Hormin kestävyys
- Rakennekestävyys
- Ilmanvaihto.

3 Palotapahtuma

Täydellinen palotapahtuma on monen asian summa, jonka pitäisi olla itsestäänselvyys takkaa lämmittäessä. Ensimmäinen asia, jonka paras mahdollinen palotapahtuma vaatii, on tarpeeksi korkea lämpötila. Toinen tärkeä asia on puusta lähtevien palokaasujen sekä ilman sekoittuminen ja kolmanneksi viipymäaika. Piipusta tulevan savun tulisi olla vaaleaa. Jos savu on mustaa, se on merkki huonosta palotapahtumasta. Tämä voi johtua esimerkiksi kosteasta polttopuusta tai takkaan kuulumattomista jätteistä. Epäpuhtaan palamisen huomaa myös, mikäli piippu ja tulipesä ovat noen peitossa. Tämä tarkoittaa sitä, että takka ei toimi täydellä teholla, ja myös nokipalon vaara kasvaa. (Hyytiäinen 2000: 45.)

Täydellinen palotapahtuma saattaa toisinaan epäonnistua, mikä voi johtua monestakin eri syystä. Yksi syy voi olla se, että ilma ja palokaasut eivät sekoitu toivotulla tavalla, mikä johtaa epäpuhtauksiin. Nämä epäpuhtaudet saattavat olla ihmiselle vaarallisia ja niitä tulisi välttää. Täydellisessä palotapahtumassa syntyy CO₂:ta, eli hiilidioksidia. Epätäydellisen palotapahtuman johdosta syntyykin CO-kaasua eli hiilimonoksidia sekä vaarallisia hiilivetyjä (C_xH_y). Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, toisin sanoen PAH-yhdisteet, syntyvät esimerkiksi silloin, kun puu palaa epätäydellisesti. Nämä yhdisteet aiheuttavat todistetusti syöpää sekä mutaatioita sitoutumalla solun DNA:han, ja voivat näin ollen aiheuttaa virheen DNA:n rakenteeseen. Itsessään PAH-yhdisteet eivät ole vaarallisia, mutta niiden aineenvaihduntatuotteet ovat. (PAH-yhdisteet ja niiden esiintyminen 2010.) Kuvassa 2 näkyy, miten yksi yleisimmistä PAH-yhdisteistä bentso(a)pyreeni entsyymien avustuksella hapettuu. Aineenvaihduntatuotteen tuloksena on dioliepoksidi, joka voi vahingoittaa soluja ja aiheuttaa syöpää. (Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH).)



Kuva 2. PAH-yhdiste bentso(a)pyreenin syöpää aiheuttava aineenvaihduntatuote. (Mukaillen Mononuclear arenes 2010: 37.)

Palamisen täydellisyyttä seurataan monesti hiilimonoksidi (CO)-päästöjen määrällä. Palotapahtuman täydellisyyttä tavoiteltaessa on muistettava ja otettava huomioon ilmanvaihto. On varmistettava, että ilmanvaihtojärjestelmän ja takan yhteistoiminta varmasti toimii. Mikäli takka alkaa savuttaa sisäänpäin ja se on vaikea syyttää, on talossa todennäköisesti liikaa alipainetta, jonka aiheuttaa ilmanvaihtojärjestelmä. Liian suuri alipaine saattaa myös aiheuttaa sen, että ulkoilmaa virtaa sisäänpäin hormin kautta, kun takka ei ole käytössä. Tulisi myös varmistua siitä, että palamisilmaa saadaan riittävästi ja hallitusti tulipesään. Palamisilman saanti voidaan varmistaa esimerkiksi pitämällä ikkunaa auki. Ilmanvaihtojärjestelmä tulisi aina huomioida tulisijaa suunniteltaessa, jolloin vältetään pieniltä ja suurilta ongelmilta. (Hyytiäinen 2000: 34.)

Palotapahtumaan vaikuttaa myös käytetyt polttopuut. Polttopuut pitäisi tuoda huoneenlämpöön 2–3 päivää ennen käyttöä. Polttopuiden tulee olla hyvin kuivia. Keskikokoiseen varaavaan takkaan menee noin 10 kg polttopuuta. Tämä 10 kg:n määrä tulisi jakaa pariin pesälliseen. Polttopuiden tulisi olla 5–10 cm tulipesää lyhyempiä. Liika lämmitys ei lisää lämmitystehoa, vaan tekee enemmän hallaa niin takalle kuin sen käyttäjälle. Liiallinen lämmitys aiheuttaa siis takan rappeutumista, suurempia päästöjä ja johtaa siihen, että takan tiilet eivät saa varastoitua liiallista lämpöä. Tällöin lämpö poistuu piipun kautta ulos. Polttopuut tulisi varastoida ilmavassa ja kuivassa tilassa niin, että kuoripuoli on alaspäin. (Hyytiäinen 2000: 52–53.)

4 Palamisen vaiheet

Puun palaminen takassa voidaan helposti jakaa kolmeen eri vaiheeseen. Jokaisella vaiheella on oma tärkeä tehtävänsä puun pienpoltossa. Nämä kolme palamisen vaihetta ovat sytytysvaihe, palovaihe ja hiipumisvaihe. (Hyytiäinen 2000: 52.)

4.1 Sytytysvaihe

Ensimmäinen vaihe on sytytys. Sytytysvaiheessa tehdään monesti se virhe, että koko lämmitykseen tarkoitettu puupanos asetetaan kerralla takkaan. Tämä tarkoittaa sitä, että kun kerralla laitetaan 10 kg puuta kylmään takkaan, kestää oikean palamislämpötilan saavuttaminen turhan pitkään. Tällä systeemillä saadaan myös aikaan epätäydellinen palaminen, joka taas johtaa suuriin päästöihin. Takan sytyttäminen tulisi suorittaa siten, että alkuun laitetaan vain pieni määrä puuta tulipesään, noin 3 kg. Puut tulisi asettaa vaakatasoon, joko ristikoksi tai pinoon. Tapauksissa, joissa takkaa on esimerkiksi käytetty edellisenä päivänä, voidaan myös käyttää isompia polttopuita. Täten saadaan aikaan hyvä hiillos, minkä jälkeen onkin helppo lisätä puuta. Polttopuita olisi syytä lisätä pieniä eriä kerralla, kuoripuoli alaspäin ja pilkkeet tiiviisti toisiaan vasten. Tämä sytytysmalli johtaa myös siihen, että itse palaminen on puhdasta, säästytään turhilta päästöiltä ja kaasuuntuminen pysyy hallinnassa. Sytytysnestettä tai jätteitä ei saa käyttää takan sytyttämiseen. (Hyytiäinen 2000: 52.)

4.2 Palamisvaihe

Toinen vaihe on itse palaminen. Kun CO₂-pitoisuudet ovat nousseet noin 8 %:iin, on palamisvaihe alkanut. Palamisvaiheessa päästötasot ovat matalat, niin CO- kuin C_xH_y-päästökin, ja tulipesän pinnat ovat kumentuneet. Palamisvaiheessa palonnopeus on korkeimmillaan. Suurin yksittäinen vaikuttaja palonnopeuteen on ensiöilma. Ensiöilma on ilmaa, joka johdetaan takassa polttopuiden alle, joka tunnetaan paremmin vetona. Toisioilmaa johdetaan panoksen yläpuolelle ali-ilmaiseen kaasuvyöhykkeeseen, jotta se hapettuisi. Toisioilmaa syötetään siis polttopuiden päälle tulipesän reunoilta, ja sen tulisi olla esilämmitettyä. Virtauksen tulipesässä tulisi olla kohtuullista, eikä palamisen missään vaiheessa tarvitse olla aggressiivista ollakseen puhdasta. (Hyytiäinen 2000: 52.)

4.3 Hiipumisvaihe

Kolmas ja viimeinen vaihe on hiipuminen. Palovaiheessa CO₂-pitoisuudet nousevat noin 8 %:iin, mutta hiipumisvaiheessa pitoisuus alkaa laskea. Hiipumisen aikana kaikki kaasuuntuvat aineet ovat loppuneet ja puut hiiltyneet. Tämä tarkoittaa sitä, että lämpötila laskee ja vesihöyryä ei enää ole. Tämä johtaa siihen, että kaikki reaktiot, jotka palamisen aikana tapahtuvat, hidastuvat. Vesihöyryn poistuessa alkaa CO-taso nousta. CO-tason nousu johtuu hidastuneista palamisen reaktioista sekä vesihöyryn poistumisesta. Toisioilma tulisi lopettaa kokonaan hiipumisvaiheen aikana. Koska vetykin on palanut loppuun, on C_xH_y-pitoisuus hiipumisvaiheessa erittäin vähäistä. Kun CO₂-pitoisuus on laskenut palovaiheen 8 %:sta noin 2-3 %:iin, katsotaan palaminen päättyneeksi. Tässä vaiheessa kaikki liekit ovat sammuneet. (Hyytiäinen 2000: 52.)

5 Savupiiput ja veto

5.1 Veto

Ennen kuin takkaa aletaan lämmittää, tulisi aina varmistua siitä, että takassa on riittävän kova veto. Yksi helpoimpia tapoja kokeilla takan veto on käyttää tulitikkua. Mikäli tulitikusta syntyvä savu liikkuu ylöspäin hormia kohden, tiedetään takan vetävän. Tapauksissa, joissa tulitikusta syntyvä savu ei siirry hormia kohden, tiedetään, että takassa ei ole tarpeeksi vetoa.

5.2 Vedon saavuttaminen

Jos takka ei vedä, tulisi varmistua siitä, että huoneeseen virtaa tarvittava määrä korvausilmaa. Korvausilmaa voidaan säädellä muun muassa avaamalla ikkuna tai säätämällä ilmanvaihtoa. Muussa tapauksessa tulisi vielä varmistua siitä, ettei esimerkiksi keskuspölynimuri tai liesituuletin ole päällä, koska nämä saattavat haitata vetoa. Keskuspölynimuri tai liesituuletin saattavat aiheuttaa alipaineen, joka johtaa siihen, että takka ei vedä ja savut tunkevat sisätiloihin. Tässä tapauksessa pitää huolehtia siitä, että tilaan saadaan johdettua tarpeeksi korvausilmaa, jotta takkaan saadaan vetoa aikaiseksi. Takkaa ei tulisi sytyttää ennen kuin ollaan varmoja, että se vetää. Tapauksissa, joissa kaikki muu on kunnossa ja vetoa ei synny, tulisi esimerkiksi polttaa sanomalehteä hormissa tai lämmittää hormia kuumailmapuhaltimella. Hormia tulisi lämmittää siitä syystä, että hormissa oleva ilma on joko kostea tai ulkoilmaa kylmempää, jolloin vetoa ei synny. Takan vetoa säädellään takan ilma-aukkoja pienentämällä, mutta peltejä ei tule sulkea kokonaan. Takan veto ei saa kuitenkaan olla liian kova. Kun takasta kuuluu tasainen ääni ja liekit palavat kirkkaasti, on veto kunnossa. (Opas puunpolttoon 2012: 8.)

Mikäli takka asennetaan taloon jälkikäteen, tulee ilmanvaihtojärjestelmä käydä huolellisesti läpi. Takalle ja huonetilaan, jossa takka sijaitsee, tulee johtaa tarvittava määrä korvausilmaa takan valmistajan ohjeistuksen mukaan. Takkakytkimellä tai vedonvarmistajalla voidaan parantaa vetoa. Keskuspölynimuri tai liesituuletin saattavat aiheuttaa alipaineen, joka johtaa siihen, että takka ei vedä ja savut tunkevat sisätiloihin. Tässä tapauksessa pitää huolehtia siitä, että tilaan saadaan johdettua tarpeeksi korvausilmaa, jotta takkaan saadaan vetoa aikaiseksi (kuva 3).



Kuva 3. Takka, joka palaa ja vetää oikeaoppisesti.

5.3 Yleistä savupiipuista

Jokaiseen takkaan tulevan savupiipun tulee olla tulisijan kanssa yhteensopiva. Toisin sanoen, mikäli takasta tulevien savukaasujen keskilämpötila on 450 °C, tulee savupiipun lämpötilaluokan olla T 450. Tulisijat vaativat yleisesti ottaen vähintään lämpötilaluokkaan T 400 kuuluvan savupiipun. Tavalliset pienpolttoon tarkoitetut tulisijat sijoittuvat luokkiin T 400 – T 600. Jo rakennuslupahakemuksen yhteydessä esitetään paikka, johon savupiippu sijoitetaan. Piipun sijoituksessa pitää ottaa huomioon paloturvallisuusasiat, estetiikka, rakenneteknillisuus sekä vaikutus tilan lämmitykseen. (RIL 245-2008: 9–10.) Takkaa käytettäessä on aina huomioitava valmistajan lämmitysohjeet, jotta savukaasujen lämpötila pysyy kurissa. Savupiippu liitetään takkaan joko yläliitoksena tai alaliitoksena. Tämän liitoksen tulisi olla erittäin tarkasti tehty. Liitos tiivistetään aina palonkestävillä tuotteilla, esimerkiksi laastilla, villalla tai peltikauluksella. Kemiallisia ja lyhytkestoisempia tiivistystuotteita tulisi välttää pääasiallisena tiivistäjänä. Mikäli peltikaulusta käytetään, tulee se myös tiivistää laastilla tai villalla. Laastin ja villan tulee olla paloluokkaa A1. (RIL 245–2008: 30.)

5.3.1 Tehdasvalmisteiset savupiiput

Savupiippuja on valmiita tehdasvalmisteisia sekä paikalla muurattavia. Tehdasvalmisteisen savupiipun saa asentaa myös maallikko. Tehdasvalmistettujen savupiippujen mukana tulevat aina yksityiskohtaiset pystytysohjeet. Mukana tulevat ohjeet ovat aina piippukohtaisia, eikä niitä tulisi soveltaa muulle piipputyypille. Mikäli tehdasvalmisteinen piippu on testiolosuhteissa testattu pinnoitettuna, se tulisi pinnoittaa samalla tavalla valmistajan ohjeiden mukaan. Savupiippua ei saa tukea tai sitoa muuhun rakenteeseen, vaan sen tulee olla itsenäisenä rakenteena. Tulee myös muistaa, että aluskate sekä höyrynsulkumuovi tulee tiivistää. Liitoksia tiivistäessä tulisi käyttää tiivistettä, joka kestää erittäin korkeaa lämpötilaa. (RIL 245-2008: 39.) Hyvä vaihtoehto aluskatteen ja höyrynsulkumuovin tiivistämiseen on tiivistysteippi (Tulikivi-harkkohormin asennusohje 2014: 4).

Tehdasvalmisteisen savupiipun piippu tulisi sijoittaa niin lähelle katon harjaa kuin mahdollista. Vesikatolla savupiipun pään ja katteen minimietäisyys on 0,8 metriä paloturvallisuussyistä. 0,8 metrin etäisyys edellyttää sitä, että vesikate on vähintään paloluokkiin A1 tai B roof(t2) kuuluva. Mikäli vesikate ei kuulu luokkiin A1 tai B roof(t2), on etäisyyden oltava vähintään 1,5 metriä. (RIL 245-2008: 20.) Luokkaan A1 kuuluvat palamattomat materiaalit kuten mineraalivilla, kevytsora ja betoni (Rakentamismääräyskokoelma E1 2002: 39). B roof(t2) luokkaan taas kuuluvat laatat, tiilet, metalliohutlevyt ja kuitubetonit (Rakentamismääräyskokoelma E1 2002: 40). Suluissa olevalla t2 merkinnällä viitataan testiin, jonka kyseinen kate on hyväksytysti läpikäynyt. Tässä testissä kate asetetaan palavalle puuritulalle, ja se altistuu myös ilmvirtaukselle. (Weckman 2001: 5.) Tilanteissa, jossa piippu joudutaan sijoittamaan komeroihin tai säilytystiloihin, pitää suojaetäisyyksien olla kunnossa. Suojaetäisyys mitataan piipun ulkokuoresta. Suojaetäisyys voidaan varmistaa esimerkiksi piipun koteloinnilla. Koteloitaessa pitää muistaa myös kotelon tarvitsema tuuletus. (RIL 245-2008: 38.)

Tehdasvalmisteisia savupiippuja on markkinoilla viittä erilaista. Jokaisella eri materiaalilla on aina omat erityispiirteensä, jotka tulisi ottaa huomioon savupiippua pystyttäessä. Savupiipuissa käytetään seuraavia materiaaleja: (RIL 245-2008: 36.)

Muovikomposiitti: Muovikomposiittia käytetään savupiippuna pääasiassa kaasutulisijoille. Se on hieman harvinaisempi valinta savupiippumateriaaliksi.

Teräselementtipiiput. Teräselementtipiipuissa ulkokuori on aina terästä. Piipun sisusta on joko terästä tai valurautaa. Sisä- ja ulkokuoren välissä on eriste, joka voi olla esimerkiksi ilmatasku. Tämä ajaa saman asian kuin eristemateriaali.

Kolmikerroksiset teräksiset elementtipiiput. Tämä piippu on kolmikerroksinen. Ulkokuori on terästä. Sisusta on keraamista tai teräksistä. Sisä- ja ulkokuoren välissä on eriste.

Harkkorakenteiset kaksi- tai kolmikerrospiiput. Tässä piipputyypissä hormi on teräksestä tai keraaminen. Näiden lisäksi hormia pitkin kulkee betoni- tai kevytsoraharkkoja ja niiden väliin tulee vielä eriste.

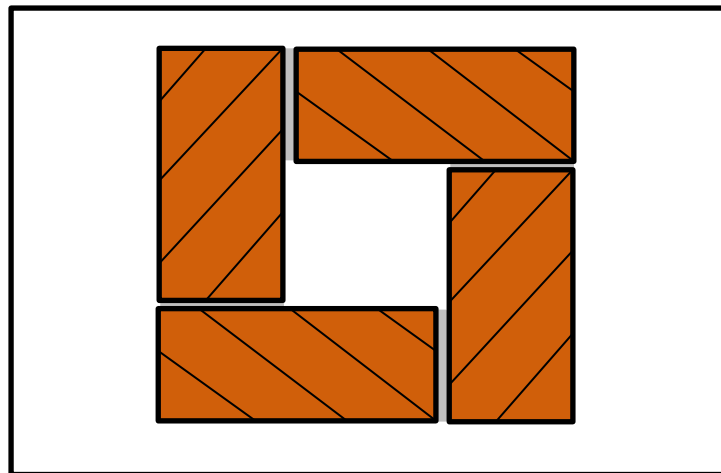
Laavakivipiiput. Nämä piiput ovat joko harkkoelementtejä tai ne koostuvat erillisestä savupiipusta ja laavakivielementtikuoresta. Näiden väliin tulee myös eriste tai ilmatasku.

5.3.2 Paikalla muuratut savupiiput

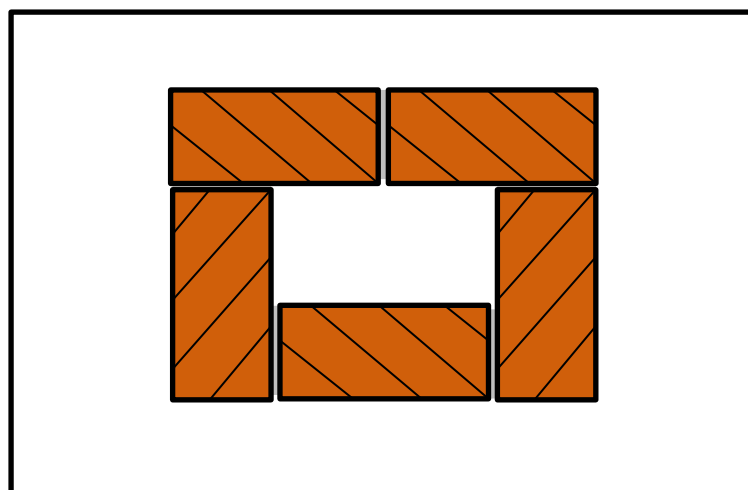
Paikalla muurattavien savupiippujen materiaalien tulee olla CE-merkittyjä. Savupiippuun käytettyjen materiaalien täytyy olla paloluokkaa A1, jotta niitä voidaan käyttää. Luokan pitää olla A1, jotta se kestää korroosion, lämpötilavaihtelut ja kestää nuohouksesta aiheutuvan kulutuksen. Paikalla muurattuun tiilestä tehtyyn savupiippuun voidaan liittää T-600 luokan tulisija. Tämä tarkoittaa sitä, että palokaasujen keskimääräinen lämpötila on alle 600 °C. (RIL 245-2008: 41, 51.)

Paikalla muuratut savupiiput tehdään aina palamattomasta tiilestä. Pitää varmistua siitä, että käytetyt tiilet ovat tarpeeksi lujia ja puristuslujuus kohtisuoraan on vähintään 15N/mm². Melkein kaikki poltetut tiilet täyttävät puristuslujuusvaatimuksen. Tämä määritellään muun muassa SFS-EN 772-1 standardissa. Lämpimissä tiloissa voidaan käyttää sään kestäväntä tiiltä, eli sisäkäyttöön tarkoitettuja poltettuja tiiliä. Yläpohjan yläpuolella sijaitsevat tiilet tulee aina olla säänkestäviä. Näiden säänkestävien tiilien tulisi olla luokkaa F2 sekä CE-merkittyjä. Ulko- ja sisätiloissa tulisi myös käyttää eri laasteja. Kun muurausta suoritetaan sisätiloissa, tulisi käyttää joustavaa savilaastia. Ulkona muurattaessa tulisi käyttää säänkestäviksi todettuja laasteja, joilla on CE-merkintä. (RIL 245-2008: 41.)

Paikalla muuratut savupiiput suunnitellaan joko puolen kiven kokoiseksi hormiksi tai kiven kokoiseksi hormiksi (kuva 4 ja kuva 5). Yleisesti paikalla muurattu savupiippu suunnitellaan siten, että siihen saadaan tarvittaessa liitettyä useita takkoja. Muurattu hormi itsessään varaa lämpöä. Tämä tulisi ottaa huomioon energiasuunnitelmaa tehtäessä niissä tiloissa, joissa hormia on. Savupiippuja suunniteltaessa otetaan aina huomioon tulevaisuus, ja jätetään pelivaraa, mikäli takkoja myöhemmin rakennetaan lisää, jotta ne saadaan liitettyä samaan piippuun. Paikalla muurattu takka tulee rakentaa tasaiselle ja roudattomalle alustalle. Savupiipun perustus, joka on maanvarainen, tulisi eristää esimerkiksi bitumilla, jotta kosteutta ei pääsisi läpi. Taloissa, joissa alapohja on puuta, tulisi rakentaa erillinen perustus, joka ei ole puuta. (RIL 245-2008: 43-44.)



Kuva 4. Puolen kiven hormi



Kuva 5. Kiven hormi

Paikalla muurattavia savupiippuja tehdessä on muistettava paloturvallisuus. Välipohjan ja yläpohjan välinen tila tulee aina täyttää paloluokan A1 eristeellä, esimerkiksi mineraalivillalla. Rakenteeseen, joka ei ole paloluokkaa A1, pitää suojaetäisyyden poltetusta tiilestä olla vähintään 10 cm. Yleensä piipun ja rakenteiden väliin jätetään tarkoituksella 2 cm liikkumavara, joka sitten täytetään paloluokan A1 eristeellä. Poltetusta tiilestä tehty piippu on nokipalonkestävä. Mikäli nokipalo kuitenkin sattuu, on piippu tarkastettava ennen seuraavaa käyttötapautumaa. (RIL 245-2008: 44-46.)

Läpivienti katolle on eristettävä ja tiivistettävä erittäin huolellisesti. Tiivistys tehdään juuripeltiä käyttäen, jolloin se asennetaan piipun ympärille. Tapauksissa, joissa piippu on harjan läheisyydessä, tulee juuripelti asentaa harjan yli. Läpivientikohta eristetään paloluokan A1 eristeellä tehdyllä kauluksella. Tähän kaulukseen kiinnitetään aluskate tai höyrynsulkumuovi. Pitää varmistua siitä, että vesi valuu aluskatetta pitkin alaspäin, eikä aluskatteen tai kauluksen väliin. Kun vesi valuu alaspäin, on tiivistys tehty oikein. (RIL 245-2008: 48.)

Paikalla muurattuun savupiippuun suositellaan valuraudasta tehtyjä sulkupeltejä. Sulkupellit asennetaan kaltevaksi, jotta mahdollinen hormiin eksynyt vesi valuu hormia pitkin. Jotta muuratun savupiipun lämmönvaraaminen olisi paras mahdollinen, on suositeltavaa asentaa kaksi sulkupeltiä. Toinen sulkupelleistä tulisi olla mahdollisimman lähellä lämpimän tilan ja kylmän rajaa, jotta se estäisi kylmän ilman pääsyn hormiin. Paikalla muurattuun piippuun on suositeltavaa myös asentaa juuri valuraudasta tehdyt puhdistusluukut. Luukut asennetaan suunnilleen 10 cm:in korkeudelle savupiipun pohjasta. Äkillinen ylipaine ei saa avata luukkuja, vaan niiden lukituksen tulisi kestää. Toisin kuin tietyissä muissa piipputyypeissä, paikalla muurattavissa savupiipuissa ei tarvita erillistä putkea vedenpoistoa varten. Savupiipun yläpään sääsuojana voidaan käyttää metallista tai teräsbetonista tehtyjä suoja. (RIL 245-2008: 49-50.)

Kun muurattua piippua pitkin kulkee savukaasuja, jotka syntyvät kuivasta puusta, ei pääsääntöisesti tarvitse huolehtia erillisistä rakenteista tai kondenssin estosta. Mikäli tulisijassa poltetaan polttoaineita, jotka yhdessä vesihöyryn kanssa muodostavat syövyttäviä kondensaatteja, on kondensaatin vaikutus hormiin estettävä. Kondensaatin vaikutus hormiin voidaan estää esimerkiksi erillisellä sisäputkella, joka kulkee hormia pitkin. Myös maakaasua poltettaessa on hyvä käyttää erillistä sisäputkea, jotta

vesihöyry ei kondensoituisi oikeaan putkeen ja näin aiheuttaisi ylimääräistä räsitusta. (RIL 245-2008: 50.)

5.3.3 Paikalla rakennetut terässavupiiput

Paikalla muurattavien savupiippujen lisäksi on paikalla rakennettavia terässavupiippuja. Paikalla rakennetut terässavupiiput on valmistettu joko teräksestä tai valuraudasta. Teräspiipuissa on mahdollista käyttää erilaatuisia teräksiä, niin ruostumatonta kuin tavallista. Mikäli piippu on ruostumatonta terästä, tulee piipun seinämäpaksuuden olla vähintään 1 mm. Tämä edellyttää tosin sitä, että kyseinen ruostumaton teräslaatu on mainittu SFS-EN-standardissa 1856-2 (Savupiiput. Vaatimukset metallisavupiipuille. Osa 2: Metallihormiputket ja yhdysputket). Tavallisten teräksisten ja valurautaisten piippujen seinämäpaksuus tulee olla vähintään 4 mm. Teräksestä olevan ulkokuoren paksuus tulee aina olla vähintään 0,5 mm. (RIL 245-2008: 52.)

Itse piipun ja teräksisen ulkokuoren väliin asennetaan paloluokkaa A1 oleva eriste. Tyypillisesti tässä käytetään mineraalivillaa. Mineraalivillan paksuuden tulee olla minimissään 10 cm, yhtenäinen sekä limittäin asennettu kahteen kerrokseen. Kun piipun läheisyydessä on palamatonta materiaalia, tulee jättää 20 mm:in liikkumavara. Tämä liikkumavara täytetään paloluokan A1 eristeellä. Muissa tapauksissa liikkumavaran tulee olla 100 mm, koska tällöin käytetään muuta kuin paloluokkaan A1 kuuluvaa tarviketta. (RIL 245-2008: 52–53.)

Tavalliseen tapaan myös paikalla rakennettavia terässavupiippuja koskevat samat pystytysohjeet. Maasta ei tulisi nousta kosteutta. Mikäli kosteutta nousee, se täytyy estää. Alusrakenteiden tulee olla kunnossa, toisin sanoen vakaat. Piippu tulee tietysti asentaa pystysuoraan. (RIL 245-2008: 53.)

6 Pienhiukkaset ja muut päästöt

Nykyään lähes jokaiseen uuteen omakotitaloon rakennetaan takka, joko käytännön syistä tai ihan vain esteettisistä syistä. Moniin jo olemassa oleviin taloihin rakennetaan takka jälkikäteen asukkaiden toiveesta. Tämä tarkoittaa yksinkertaisuudessaan sitä, että puunpoltto on kasvanut räjähdysmäisesti viime vuosina. Puun polttaminen on kasvanut 2000-luvulla 50 % verrattuna 60-lukuun. 60-luvulla takan avulla lämmittäminen alkoi laskea, muun muassa kaukolämpöverkostojen ja öljylämmityksen yleistyessä. Puun pienpolton suosion nousu on johtanut myös siihen, että päästöt ovat lisääntyneet. Noin 55 % mustan hiilen päästöistä johtuu puun pienpoltosta, nämä mustan hiilen päästöt lämmittävät alailmakehää. Jopa yli 80 % vaarallisista PAH-yhdisteistä syntyy puun pienpolton yhteydessä. 25 % hiilimonoksidi (CO) päästöistä ja 30 % orgaanisten hiilivetyjen (VOC) päästöistä johtuu puun pienpoltosta. (Puunpoltto 2015.)

6.1 Pienhiukkaset

Noin 40 % Suomen pienhiukkaspäästöistä aiheutuu puun pienpoltosta. Täten pienhiukkaset ovat pienpolton merkittävin päästökomponentti. Pienhiukkasmittauksia suoritetaan eri maissa eri tavalla. Suomessa päästörajoitukset ovat esimerkiksi hyvin löyhät verrattuna esimerkiksi Saksaan. Pienhiukkasia mitattaessa otetaan yleisesti huomioon kaikki asiat, jotka vaikuttavat niiden haitallisuuteen ja käyttäytymiseen eri tilanteissa. Näitä tilanteita ovat muun muassa käyttäytyminen takassa tai muissa tulisijoissa, vaikutus ihmiseen niitä hengittäessä sekä niiden vaikutus ilmakehään. Tavanomaisessa pienhiukkasmittauksessa selvitetään hiukkasten paino, koko sekä koostumus. Pienhiukkasten koostumus kertoo niiden kemiallisen kaavan ja täten myös mahdollisesta haitallisuudesta, kun taas muoto kertoo niiden synnyinmekanismeista. Suomessa pienpoltolle ei ole asetettu päästörajoitusta eikä raja-arvoja. Mittauksissa kuitenkin rajataan karkeammat hiukkaset pois käyttäen raja-arvona 1 mikrometriä. Suomessa päästörajoitukset on kuitenkin laadittu ulkona tehtyihin mittauksiin. Rajoitus koskee tosin vain pienhiukkasten massaa, jolloin rajakoko on 2,5 mikrometriä tai suurempi. Mitä pienempi pienhiukkanen on kyseessä, sitä paremmin ja syvemälle se pystyy kulkemaan ihmisen hengityselimiin. (RIL 251-2010: 54–55; Puunpoltto 2015.)

Ulkoilman suurin yksittäinen terveyshaittoja aiheuttava päästökijä on pienhiukkaset. Hiukkaset itsessään sisältävät nokea, höyryntynyttä tuhkaa sekä erilaisia hiilivetyyhdisteitä. Puun pienpoltossa noen syntymistä ei voi estää, mutta hyvissä olosuhteissa nokihiukkaset saadaan lähes kokonaan poltettua, ja noen palaminen aiheuttaa täten suuren määrän säteilylämpöä. Toinen ei-haitallinen päästö on tuhka. Tuhkasta aiheutuvat hiukkaset ovat niin suuria, että ne tulevat piipusta ulos tai jäävät savupiippuun ja eivät täten kulkeudu ihmisen hengityselimiin. Tuhkahiukkaset saattavat tosin päästä nenän ja nielun alueelle, ja näin aiheuttaa lieviä ärsytysoireita. Puun tuhka-aineita ovat muun muassa kalsium (Ca), kalium (K), mangaani (Mn), magnesium (Mg), kloori (Cl), rikki (S), sinkki (Zn) sekä rauta (Fe). (RIL 251-2010: 54.)

Pienhiukkaset ovat niin pieniä, että ihmisaistit eivät niitä pysty havaitsemaan. Erityisesti talven pakkasilla havaittu paha savun haju ja runsas savuisuus kertoo epätäydellisestä palamisesta, jonka seurauksena pienhiukkasia syntyy. Itse hiukkasia on siis mahdoton huomata, mutta hajuaistin avulla voimme päätellä niitä olevan. Hiukkasten kokoa mitataan nanometreissä (nm). Pienen kokonsa ansiosta hiukkasia syntyy lukumääräisesti suuria määriä. Esimerkiksi yhdessä kuutiometristä (1 cm³) savukaasua voi olla 10–100 miljoonaa pienhiukkasta. (RIL 251-2010: 55.)

Taulukko 1. Päästökertoimia eri polttolaitteille (RIL 251-2010: 55 mukaillen).

Polttolaite	Pienhiukkaspäästökerroin (g/kg)	mg/MJ
Pelletinpoltto	0,1-0,3	5-20
Moderni tulisija	0,3-1	20-50
Perinteinen tulisija	0,6-3	30-150
Kiukaat	>3	>150

Kuten taulukosta 1 nähdään, eri polttolaitteet vapauttavat hiukkasia eri tavalla. Kuitenkaan polttolaite itsessään ei aina kerro aivan kaikkea pienhiukkaspäästöistä. Palamisolosuhteet laitteessa vaikuttavat myös erittäin suuresti päästökertoimeen. Päästökertoimeen vaikuttavat siis polttolaite sekä palamisolosuhteet: mitä huonompi palamisolosuhde, sitä suurempi päästökerroin. Esimerkiksi perinteistä tulisijaa huonosti käyttäen voidaan päästä yli 3 g/kg päästöihin. (RIL 251-2010: 55.)

6.2 Muut päästöt

Puun pienpolton yhteydessä syntyy muitakin päästöjä kuin vain pienhiukkaspäästöjä. Hiilidioksidi (CO_2) on toivottu kaasumainen päästö. Hiilidioksidipäästöjä ei tavallisesti luokitella haitallisiksi, koska oikein poltettuna puu luovuttaa saman määrän hiilidioksidia, kuin mitä se sitoo kasvuvaiheessa. Hiilidioksidipäästöä käytetäänkin mittarina sille, kuinka hyvä palotapahtuma on ollut. Puuta polttaessa hiilen muututtua hiilidioksidiksi on puu antanut kaiken energiansa. (RIL 251-2010: 50.)

6.2.1 Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidi eli häkä on epätoivottu päästö. Häkäkaasu syntyy epätäydellisen palamisen johdosta. Ihmisaistit eivät huomaa hiilimonoksidia. Hiilimonoksidi on ihmiselle vaarallista ja se on rakenteeltaan ilmaa kevyempää. Palamisolosuhteista riippuen häkäkaasua syntyy eri määriä. Yleisesti häkää syntyy eniten sytytysvaiheessa ja hiillosvaiheessa. Puun palaessa voimakkaasti ovat häkäpäästöt vähäisiä. (RIL 251-2010: 51–52.)

6.2.2 Hiilivedyt

Epätäydellisen palamisen johdosta syntyy myös muita ihmiselle haitallisia kaasuja kuin vain hiilimonoksidia. Kun puun kaasuuntumistuotteet eivät hajoa loppuun toivotulla tavalla, syntyy hiilivetyjä (C_xH_y). Hiilivetyjä on erilaisia, ja ne jaetaan haihtuviin sekä puolihaihtuviin hiukkasiin niiden kiehumislämpötilan mukaan. Hiilivedyt ovat siis orgaanisia yhdisteitä, ja juuri mainitun jaottelun lisäksi ne yleisesti jaetaan myös niiden molekyyliarakenteen mukaan esimerkiksi alkaaneihin, alkeeneihin, aldehydeihin sekä aromaattisiin yhdisteisiin. Polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet aiheuttavat ihmiselle mutaatioita sekä syöpää. Hiilivetypäästöt ovat usein

korkeimmillaan takkaa sytyttäessä ja alimmillaan hiilloksen aikana. Hiilivetypäästöjä voidaan kuitenkin minimoida erittäin hyvin toimivalla toisiopalamisella. (RIL 251-2010: 52–53.)

7 Ilmalämmitystakat

Ilmalämmitystakat ovat melko uusi innovaatio, jonka suosio todennäköisesti tulee kasvamaan lähivuosina. Ilmalämmitystakan avulla takan lämpö saadaan siirrettyä hyötykäyttöön ilmakiertoiseen lattialämmitykseen sekä tilaan, jossa takka sijaitsee. Ilmalämmitystakka on myös erittäin pitkäikäinen sijoitus, joka kestää jatkuvaa käyttöä.

7.1 Ilmalämmitystakka

Tavallinen varaava takka ei ole yhtä kestävä kuin ilmalämmitykseen suunniteltu takka. Varaava takka ei kestä monen peräkkäisen pesällisen polttoa, koska lämpötila nousee liian korkeaksi, mikä johtaa siihen, että takka vahingoittuu. Parhaiten ilmalämmitykseen soveltuu metallista valmistettu takkasydän. Ulkopuoli takkasydäimestä koteloidaan ilmatiiviiksi. (Takkalämmitys.) Tämän ilmatiiviin koteloinnin läpi lämmitetty ilma kierretään suljettuna järjestelmänä. Ilmalämmitystakan tuottamasta lämmöstä noin 45 % siirtyy ilmakiertoiseen lattialämmitykseen. Takka siirtää lämpöä lattiaan vielä useita tunteja lämmityksen lopettamisesta. (Ilmalämmitystakka 2014.)

Ilmalämmitystakan tuottama lämpö siirretään lattialämmitysputkistoon teräsputkia pitkin. Tämä takan tuottama kuuma ilma sekoittuu lattialämmitysputkistosta palaavan jäähtyneen ilman kanssa lämmönjakolaatikolla. Näin lämmin ilma lähtee kiertämään putkistossa ja lämpö varastoituu lattialaattaan. (Takalla koko kodin lattian lämmitys 2013.) Markkinoilla on myös uusia ilmalämmitystakkoja, joissa takan tuottama lämpö ja palaava jäähtynyt ilma sekoittuvat suoraan tulisijan alla. Tällöin ei ole tarvetta erillisille teräsputkille, kun itse takkakokonaisuus siirtää ilman. Tavallisesti lämmönjakolaatikoita on omakotitalon koosta riippuen 2–4. Nämä lämmönjakolaatikot ovat kohtia, joissa takalta tuleva lämmin ilma menee lattialämmitysputkistoon. Laatikot on upotettu lattiavaluun, eivätkä ne näin ollen ole asukkaiden tiellä. Näissä laatioissa on pieniä ilmapuhaltimia ja ilmanlämmittimiä, jotka kierrättävät ilmaa lattialämmitysputkistossa. (Takkalämmitys.)

Tulisijan lämmitystapa ei muutu juurikaan, vaikka kyseessä olisi ilmalämmitystakka. Ilmalämmitystakassa takan pintalämpötilat pysyvät matalampina. Tämä johtaa siihen, että huoneiden lämpötilat pysyvät tasaisempina ja takan vuotuinen käyttöaika pitenee. Mikäli talon lämmitystarve kasvaa, voidaan ilmalämmitystakkaa lämmittää parikin kertaa vuorokaudessa. Tämä johtaa siihen, että huomattavaa säästöä saadaan muun muassa sähkökustannuksissa. (Ilmalämmitystakka 2014.)

Ilmalämmitystakasta saadaan ulkonäöllisesti asiakkaan tarpeita vastaava. Ilmalämmitystakka voidaan pinnoittaa ja verhoilla melkein millä tahansa materiaalilla. Yksi tavanomaisimpia ratkaisuja on se, että takan ympärille muurataan kuori. Tämä kuori voidaan sitten pinnoittaa asiakkaan toivomalla tavalla. Pinnoituksen tavallisimpia ratkaisuja ovat muun muassa vuolukivipinnoitus tai kaakeli, jolloin takasta tulee erittäin kodikkaan ja tyylikkään näköinen. Muitakin ratkaisuja on tietysti olemassa.

7.2 Sopivuus

Suurin osa uusista omakotitaloista lämmitetään lattialämmityksen kautta. Kokonaissijoitus ilmalämmitystakkaan ja ilmakiertoiseen lattialämmitykseen on edullinen ja suunnilleen samaa hintaluokkaa kuin vesikiertoinen lattialämmitys. Matalaenergiataloihin ja passiivenergiataloihin ilmalämmitystakka on hyvä ratkaisu, ellei jopa paras vaihtoehto. Ilmalämmitystakka voidaan myös asentaa muihinkin kuin passiivi- ja matalaenergiataloihin. Ilmalämmitystakan tuottama lämpö riittää kattamaan matala- ja passiivenergiatalojen lämmöntarpeesta suuren osan ja voi näin toimia päälämmönlähteenä. Puulla lämmittäminen on myös luontoa säästävä vaihtoehto, koska siinä käytetään uusiutuvaa energiaa. (Ilmalämmitystakka 2014.)

7.3 Ilmalämmitystakka yhdessä muiden energialähteiden kanssa

Ilmakiertoisien lattialämmityksen energianlähteenä toimii suurimmaksi osin jokin seuraavista vaihtoehdoista:

- kaukolämpö
- sähkö
- öljy
- maalämpö

Ilmalämmitystakka voi toimia yhdessä jonkun yllä mainitun energianlähteen kanssa (Ilmakiertoinen lattialämmitys). Tällöin lämmitysyksiköt asennetaan siten, että takan lämmön noustessa tarpeeksi korkealle yksiköt menevät pois päältä ja puhaltavat takan tuottamaa lämmintä ilmaa lattialämmityspotkistoon. Tällöin takka hoitaa talon lämmittämisen, eikä muuta energiaa käytetä. Ilmalämmitystakka kestää useita pesällisiä vuorokaudessa ja tätä hyödyntäen takasta saadaan entistä enemmän hyötyä irti. (Ilmakiertoinen lattialämmitys, kun arvostat turvallisuutta 2013.)

7.4 Ilmakiertoinen lattialämmitys

Ilmalämmitystakan tuottama lämpö ohjataan ilmakiertoiseen lattialämmitysjärjestelmään. Järjestelmässä kiertää vain puhdasta ilmaa, sillä savukaasut eivät kierrä putkistossa. Käyttöperiaatteeltaan ilmakiertoinen lattialämmitys on kuin vesikiertoinen lattialämmitys. Erona on se, että ilmakiertoinen lattialämmitys on huomattavasti turvallisempi.

Ilmakiertoinen lattialämmitys on nopeampi ja helpompi asentaa kuin vesikiertoinen. Kanaviston asennus ennen valua onnistuu, ja se ei vaadi minkäänlaisia LVI-asennuksia. Tämä tarkoittaa sitä, että ilmakiertoinen lattialämmitysjärjestelmä saadaan otettua käyttöön heti valun jälkeen työmaapuhallinta hyödyntäen. Tämän johdosta perustuslaatta kuivuu nopeammin ja pinnoitustyöt saadaan aloitettua aikaisemmin. Kun järjestelmä otetaan käyttöön jo rakennusaikana, tämä parantaa olosuhteita sisätiloissa, jolloin rakentaminenkin sujuu paremmin ja rakennusmateriaalit eivät kärsi.

Lattialämmitys, joka toimii ilmakiertoisesti, ei hinnaltaan juuri poikkea vesikiertoisesta. Investointi kokonaisuudessaan on kohtuullinen, eikä ilmakiertoinen järjestelmä vaadi omaa erillään olevaa teknistä tilaa. Ilmakiertoisen lattialämmityksen suuria hyötyjä on myös esimerkiksi se, että se ei käytännössä vaadi mitään ylläpitoa. Ilma kiertää lattiassa turvallisesti, eikä vuotoja tai kaapelivaurioita tarvitse pelätä. Vaikka jokin lattialämmityspotkista menisi rikki esimerkiksi uuden lattiakiinnityksen johdosta, tämä ei vaikuta järjestelmän toimivuuteen mitenkään. Ilma virtaa siis eteenpäin samalla tavalla putken rikkoutuessa betonin sisällä. Betonilaatta myös varastoi lämpöä erittäin hyvin, vaikka sitä ei lämmitettäisi edes päivittäin.

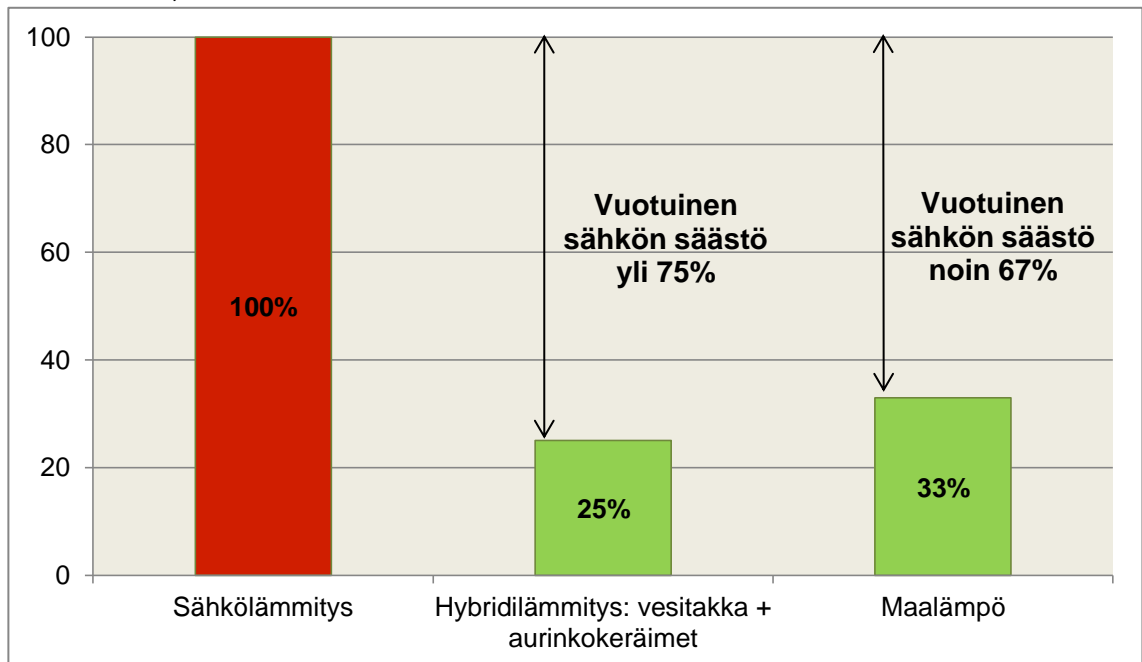
Järjestelmän elinikä on käytännössä ikuinen. Ilmakiertoisessa lattialämmitysjärjestelmässä ainoa osa, joka ehkä jossain vaiheessa joudutaan vaihtamaan, on puhallin. Koska järjestelmä ei vaadi huoltoa, ylläpitoa tai puhdistusta, on se myös oiva valinta mökeille ja muille vapaa-ajan asunnoille. Näihin asuntomuotoihin ei kannata valita vesikiertoista lattialämmitystä, koska asunnot eivät ole käytössä ympärivuotisesti. Talvella vesikiertoinen lattialämmitys saattaa jäättyä, mikä johtaa siihen, että kosteus- ja vuotovahinkoja syntyy. Tätä pelkoa ei ole ilmakiertoisessa järjestelmässä. (Ilmakiertoinen lattialämmitys; Ilmakiertoinen lattialämmitys, kun arvostat turvallisuutta 2013.)

8 Vesitakat

Vesitakat ovat loistava valinta niin passiivi- kuin matalaenergiataloihin. Yhdistämällä vesitakka talon lämmitysjärjestelmiin, säästetään lämmityskustannuksissa ja ollaan samalla ekologisista.

8.1 Sopivuus

Rakentamismääräysten muuttuessa ovat matalaenergia- ja passiivitalot yleistyneet huomattavasti. Juuri kyseisiin talotyyppisiin vesitakat sopivat erittäin hyvin (kuvio 1). Esimerkiksi Tulikivellä on vesitakkoja, jotka toimivat niin varaavina tulisijoina kuin käyttöveden lämmittäjinä. Tulikiven vesitakat toimivat yhdessä talon muiden lämmitysjärjestelmien kanssa. Varaava takka lämmittää asuntoa ja luovuttaa säteilylämpöä noin vuorokauden ajan. Vesitakan lämmönsiirtimien johdosta vesitakan pintalämpötilat pysyvät maltillisina, mikä takaa sen, että huonelämpötila pysyy miellyttävällä tasolla. Modernit vesitakat ovat myös ulkonäöllisesti tyylikkäitä. (Tulikivi Green 2015.)



Kuvio 1. Sähkön säästö rakennuksen ja käyttöveden lämmityksessä matalaenergiatalossa (lähde: Tulikivi Oy).

Perinteiseen taloon verrattuna matala- ja passiivienergiatalot kuluttavat huomattavasti vähemmän energiaa. Vesitakan avulla voidaan tuottaa suuri osa koko talon lämmityksestä. Kylminä kausina, eli takan lämmityskaudella, voidaan leikata huomattava osa käyttöveden ja huoneiden lämmitykseen kuluvasta ostoenergiasta. Käyttäen vesitakkaa, voidaan parhaimmillaan leikata 50 % käyttöveden käytetystä ostoenergiasta ja jopa yli 80 % huoneiden lämmitykseen kuluvasta ostoenergiasta. Vesitakka ei investointinakaan ole kalleimmasta päästä ja maksaa itsensä takaisin moninkertaisesti. Esimerkiksi Tulikiven vesitakat voidaan asentaa jo olemassa oleviin vesilämmitysjärjestelmiin vaatien vesitakan, lämmönsiirtimet, pumppujärjestelmän ja putkistot. (Tulikivi Green 2015.)

Energiamääräysten muuttuessa uudisrakennuksille, tulee nykyään laskea E-luku. E-luku määrittelee uudisrakennuksen kokonaisenergiankäyttöä. Uudisrakennukseen asennetun vesitakan hyödyt saadaan kokonaisuudessaan otettua huomioon rakennusmääräysten mukaiseen E-luvun laskentaan. Käyttämällä vesitakkaa eli toisin sanoen puuenergiaa, saadaan rakennuksen E-lukua laskettua huomattavasti. (Tulikivi Green 2015.)

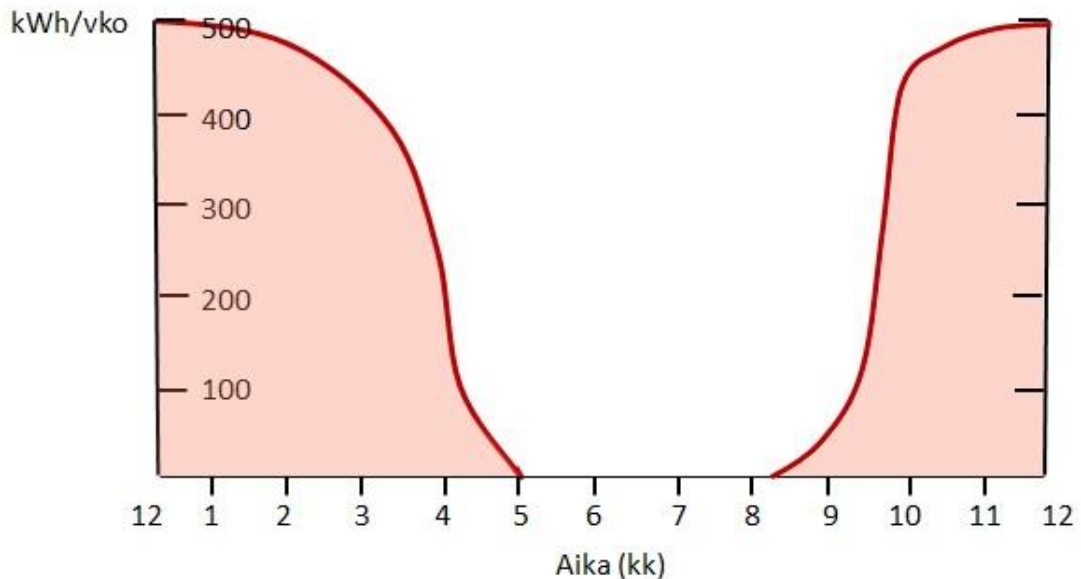
Vesitakan voi siis asentaa niin uudisrakennuksiin kuin korjausrakentamiskohteisiin. Saneerauskohteet, joissa halutaan käyttää uusiutuvaa energiaa maksimaalisella tavalla, on vesitakka oiva valinta. Vesitakka toimii yhdessä niin maalämpöpumppujen, poistoilmapumppujen ja ilmavesilämpöpumppujen kanssa. Käyttämällä vesitakkaa yhdessä jonkun edellä mainitun järjestelmän tukena saadaan pumpun käyntiaikaa vähennettyä. Käyttämällä vesitakkaa tukilämmönlähteenä edellä mainituille saadaan lämpöpumppujen lämmitykseen käyttämää sähköä vähennettyä. Aktiivinen vesitakan käyttö maksaa itsensä takaisin jo neljässä vuodessa. (Tulikivi Green 2015.)

8.2 Toimintaperiaate ja tekniikka

8.2.1 Vesitakka

Vesitakan tehtävänä on lämmön tuottaminen käyttöveden sekä huoneistoihin. Huoneistoihin lämpöä siirtyy suoraan takasta säteilylämpönä, sekä myös lattialämmityksen kautta. Vesitakka on varustettu lämmönsiirtimellä, mikä takaa sen, että takka ei ylilämmitä huoneistoa, jossa se sijaitsee. Vesitakan lämmönsiirtimen avulla voidaan siis pidentää lämmityskautta matalien pintalämpötilojen ansiosta. Tällöin

vesitakkaa pystytään lämmitämään pitkälle kevääseen, ja tehokas lämmitys voidaan aloittaa jo alkusyksystä (kuva 6). Modernit vesitakat toimivat myös varaavina tulisijoina vesitakkaominaisuuden lisäksi. (Tulikivi Green 2015.)



Kuva 6. Vesitakan lämmityskausi alkaa alkusyksystä ja loppuu loppukevästä.

8.2.2 Lämmönsiirrin ja takka-anturi

Lämmönsiirrin sijaitsee takan sisällä eikä sitä näe ulkopuolelta. Siirrin on kaksikerroskuorirakenteen välissä, eikä se ole kosketuksissa savukaasujen tai palamisesta syntyvien liekkien kanssa. Lämmönsiirtimen avulla saadaan siirrettyä jopa 50 % takan tuottamasta lämmöstä käyttövedelle. Lämmönsiirtimessä on myös termostaatti, joka anturien avulla ohjaa veden kiertoa takassa. Lämmönsiirrin ei vaadi huoltoa ja on pitkäikäinen. Siirrintä ei myöskään tarvitse puhdistaa. Lämmönsiirrin koostuu 3–4 lämmönsiirrinelementistä (kuva 7). Lämmönsiirrinelementit juotetaan yhteen takan ja lämmönsiirtimen asennuksen loppuvaiheessa. Tällöin lämmönsiirtimet kytketään tulisijapiiriin. Jokainen liitos takan sisällä, ja ensimmäinen liitos takan ulkopuolella tulisi tehdä kovajuottamalla, joka on kupariputken yleisin liitostapa.



Kuva 7. Vesitakan lämmönsiirrin

Vesitakkaan asennetaan takka-anturi, toisin sanoen lämpötila-anturi. Lämpöanturi sijaitsee takan sisällä anturitaskussa. Se asennetaan takalta lähtevään kuumaan putkeen takan sisälle. Jo takan rakennusvaiheessa tulisi huomioida anturin asennus. Anturikaapeli voi nimittäin kulkea esimerkiksi lattiassa tai seinässä. Tässä tapauksessa olisi suotavaa olla rakenteissa kulkeva suoja-putki, johon anturikaapeli voidaan pujottaa jälkepäin. Varaajalle tulee myös oma lämpötila-anturinsa, jotta takan tuottaman lämmön ja varaajan lämpötiloja voidaan verrata. (Tulikivi Green 2015.)

8.2.3 Tulisijapiiri

Tulisijapiiri kuljettaa takan tuottaman lämmön vesivaraajalle. Tulisijapiiri on siis putki, joka lähtee takasta ja päättyy varaajan kohdalla (kuva 8). Tavallisimmat käytetyt putkimateriaalit ovat korkeaa lämpöä kestäviä, kuten kupariputki. Lämpöä kuljettavat tulisijapiiriputket voidaan tehdä pinta-asennuksena tai viedä alapohjan kautta. Mikäli putket tehdään pinta-asennuksena, tulisi ne aina koteloida. Kaikissa putkiasennuksissa käytetään halkaisijaltaan 22 mm:n kupariputkea. Tulisijapiirin meno- ja paluuputket eristetään, mikäli ne asennetaan pinta-asennuksena, jotta lämpöhäviöitä syntyisi niin vähän kuin mahdollista. Armaflex HT 10 mm eriste toimii esimerkiksi putkieristeenä. Muutakin eristettä voidaan käyttää, kunhan lämmönkestävyys on tarpeeksi korkea, yli 150 °C. Putken ja eristeen pituus voi olla pitkä, pituus riippuu aina takan ja varaajan etäisyydestä sekä putkikytkennästä.

Asentaessa putkia alapohjaan tulisi huomioida valun aiheuttama paine eristeen pintaan kohdistuen. Valuun tuleviin putkiin asennetaan kaksi eristekerrosta. Ensimmäiseen kerrokseen tulee kuumuutta kestävä eriste, esimerkiksi Armaflex HT. Toisen eristekerroksen tulisi olla kovempaa materiaalia, jotta se suojaisi pehmeämpää eristettä. Esimerkkinä eristeestä on Armaflex SH.

Putket voidaan myös asentaa tuulettuvaan alapohjaan. Tuulettuvassa alapohjassa lämpötila voi olla suhteellisen matala, joten kupariputken pintaan tulee asentaa sulatuskaapeli. Ensimmäisen eristekerroksen tulee olla kuumuuttava kestävä eristettä esimerkiksi Armaflex HT, jonka päälle sulatuskaapeli asennetaan. Tämä ensimmäinen eristekerros vuorataan eristevillalla, koska villaan saadaan tehtyä väylä, johon sulatuskaapeli saadaan sijoitettua. On tärkeää saada kaapeli ensimmäisen eristekerroksen päälle, koska kaapelin maksimilämpötila on 65 °C. (Tulikivi Green 2015.)

8.2.4 Varolaitteisto ja pumppuryhmä

Esimerkiksi sähkökatkon aikana vesitakkaa voi lämmittää aivan tavalliseen tapaan. Sähkökatkon jälkeen varolaitteet yhdessä lämmönsiirtimen kanssa hoitavat järjestelmän taas toimintakuntoon. Tulisijapiirin pumppua ohjaa automatiikka, joka ottaa huomioon takan ja varaajan lämpötilaerot. Tulisijapiirin pumppu käynnistyy silloin, kun takan lämpötila-anturi ilmoittaa korkeamman lämpötilan kuin varaajan lämpötila-anturi. Tulisijapiirin putket yhdistyvät teknisessä tilassa pumppuryhmään, josta tulisijapiirin putket jatkavat varaajalle (kuva 8).

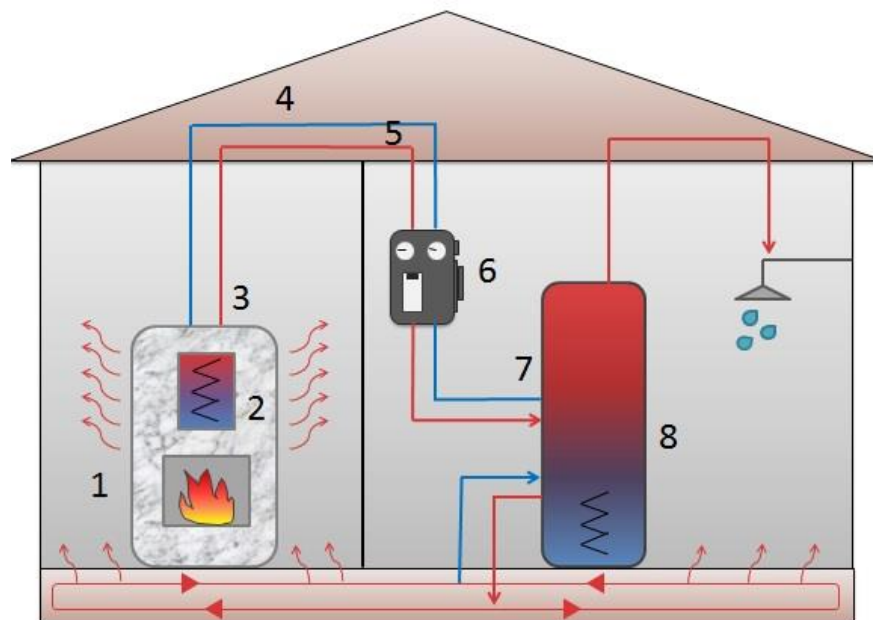
Tulisijapiirin varaaja pitää olla vähintään yhdellä varoventtiilillä ja paisuntasäiliöllä varustettu. Tapauksissa, joissa tulisijapiirin kylmä- ja kuumaputket ovat molemmat varustettu sulkuventtiilillä tai tulisijapiiri yhdistyy erilliseen kierukkaan varaajassa, täytyy tulisijapiirillä olla oma paisuntasäiliö ja varoventtiili. Paisuntasäiliön tulisi pystyä kestäämään järjestelmän paisuminen, joka on noin kymmenen prosenttia järjestelmän tilavuudesta. Tämän lisäksi säiliön tulisi kestää lämmönsiirtimen tilavuuden verran nestettä. (Tulikivi Green 2015.)

8.2.5 Varaaja

Takan tuottaman lämmön loppukohde on varaaja. Takan tuottama lämpö varastoituu veteen, josta se ajan myötä menee hyötykäyttöön käyttöveteen ja lattialämmitykseen. Varaajaan on mahdollista liittää useita eri lämmönlähteitä. Varaajan koon tulee olla 300–1000 litraa. Takka voidaan liittää varaajaan joko alaliitoksena tai keskiosaliitoksena (kuva 8). (Tulikivi Green 2015.)

8.2.6 Ilmaus ja täyttö

Takkajärjestelmän korkeimpaan kohtaan tulee asentaa ilmausventtiili (kuva 8). On myös mahdollista käyttää automaattista ilmauskelloa. Ilmauskellon eteen tulisi asentaa sulkuventtiili, joka suljetaan, kun järjestelmän ilmaus on valmis. Mikäli putkisto kulkee rakenteissa, on ilmaus aina suunniteltava erikseen. Kun ilmaus aloitetaan, valuu venttiilistä aina vettä jonkun verran. Kun täyttöventtiilin hanat avataan, tulisi järjestelmän paineen pysyttellä 0,5–1,5 baarissa. Ilmausventtiili laitetaan kiinni siinä vaiheessa kun venttiilistä tulee pelkkää vettä. Kun ilman tuleminen venttiilistä on loppunut, on takkakierto täynnä. Takan ollessa täynnä tulisi täyttöventtiilin hanat sulkea.



Kuva 8. Vesitakan toimintaperiaate. Numero 1 esittää vesitakkaa, numero 2 lämmönsiirintä, numero 3 tulisija-anturia, numero 4 ilmausventtiiliä, numero 5 tulisijapiiriä, numero 6 varolaitteistoa ja pumppuryhmää, numero 7 varaaja-anturia ja numero 8 varaajaa.

9 Pohdinta

Opinnäytetyössäni kävin läpi kaksi eri takkatyyppiä. Lisäksi kerroin rakennusluvan hakemisesta sekä puunpoltoon liittyvistä lieveilmiöistä. Mielestäni työn aihe oli ajankohtainen, koska molemmat takkatyypit, joita käsittelen, ovat nostaneet suosiotaan viime aikoina. Nykyään halutaan säästää lämmityskustannuksissa, joten koin, että opinnäytetyöaiheeni sivuaa myös tätä. Vesitakoista sekä ilmalämmitystakoista on toistaiseksi aika kehnosti kirjallisuutta, koska molemmat ovat kuitenkin suhteellisen uusia innovaatioita. Yritin kovasti löytää kirjaa, joka olisi jollain tapaa käsitellyt kyseisiä takkatyyppejä, mutta en löytänyt sellaista. Itse takkoja koskevat tiedot sain suurimmaksi osin Tulikivi Oyj:ltä. Muista aiheista, joita käsittelen opinnäytetyössäni, oli enemmän kirjallisuutta. Mielestäni parhaimmat julkaisut olivat Rakennusinsinööriliiton eri RIL:n julkaisut. Esimerkiksi takan päästöihin sekä rakennusluvan hakemiseen on hyvin yksityiskohtaista ja hyvää kirjallisuutta.

Mielestäni onnistuin hyvin opinnäytetyössäni. Sain omasta mielestäni kerättyä tarpeeksi ajankohtaista ja käyttökelpoiseksi todettua tietoa. Koen myös, että käsittelemäni takkatyypit ja niiden ominaisuudet on käsitelty kattavasti, vaikka kirjallisuutta niistä olikin niukasti. Vesitakkoja ja ilmalämmitystakkoja koskevaa kirjallisuutta olisin voinut etsiä enemmän ulkomaalaisista lähteistä. Jälkeenpäin ajateltuna olisin voinut etsiä englanninkielistä kirjallisuutta erilaisista takkatyypeistä saadakseni laajemman tietopohjan työtäni varten.

Vesitakat ja ilmalämmitystakat sopivat erityisesti kasvavaan matala- ja passiivienergiatorakentamiseen. Näiden järjestelmien avulla saadaan lämmityskustannuksia leikattua ja myös päästöjä vähennettyä. Tulevaisuudessa järjestelmien yleistyttyä saadaan varmasti vielä luotettavampia tilastoja sekä tietoa vesi- ja ilmalämmitystakoista.

Opinnäytetyötäni tehdessä opin paljon uutta. En aiemmin ollut juuri perehtynyt takkojen päästöihin tai takan oikeaoppiseen syyttämiseen. Rakennusluvan hakeminen ja siihen liittyvät yksityiskohdat olivat myös opettavaista. Ennen kuin aloin tekemään työtä, en ollut perillä juuri muista takoista kuin varaavista. Sain opinnäytetyötä tehdessäni paljon uutta tietoa erikoistakoista sekä niiden toiminnasta. Mielenkiintoista olivat myös eri savupiipputyypit, sekä niiden pystyttämiseen ja rakentamiseen liittyvät seikat.

Lopuksi haluan kiittää ohjaavaa opettajaani Jyrki Virankoa sekä Tulikivi Oyj:tä.

Lähteet

Finlex.fi. 2002. Rakentamismääräyskokoelma E1. Verkkodokumentti. <www.finlex.fi/data/normit/10530-37-3762-4.pdf>. Luettu 13.1.2016.

Hyytiäinen, Heikki. 2000. Pientalon tulisijat. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ilmakiertoinen lattialämmitys. Verkkodokumentti. Massiivitalo. <<http://www.massiivitalo.fi/ilmakiertolattialammitys.html>>. Luettu 8.11.2015.

Ilmakiertoinen lattialämmitys, kun arvostat turvallisuutta. 2013. Verkkodokumentti. Rakentaja.fi. <http://www.rakentaja.fi/artikkelit/10094/ilmakiertoinen_lattialammitys_legalett_linterm.htm>. Luettu 5.11.2015.

Ilmalämmitystakka. 2014. Verkkodokumentti. Tulikivi Oyj. <<http://www.tulikivi.fi/tuotteet/Ilmalammitystakka>>. Luettu 15.11.2015.

Mononuclear arenes. Polynuclear arenes with condensed and isolated cycles. 2010. Verkkodokumentti. Ternopil State Medical University. <http://intranet.tdmu.edu.te.ua/data/kafedra/theacher/farm_him/burmas/English/Lectures/PHARMACEUTICAL/2%20year/Organic%20chemistry/03%20Mono-%20and%20polynuclear%20arenes.ppt>. Luettu 5.2.2016.

Opas puunpoltoon. 2012. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. <https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/.../Pienpolttoesite_A5_verkkoon.pdf>. Luettu 10.10.2015.

PAH-yhdisteet ja niiden esiintyminen. 2010. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos. <http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/PAH-yhdisteet_ja_niiden_esiintyminen/Sivut/default.aspx>. Luettu 6.10.2015.

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH). Verkkodokumentti. Ositum.fi. <<http://ositum.fi/index.php?p=PAH>>. Luettu 12.1.2016.

Puunpoltto. 2015. Ympäristöterveys. Verkkodokumentti. Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos. <<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ilmansaasteet/puunpoltto>>. Luettu 1.11.2015.

RIL 245-2008. Pienet savupiiput. Suunnittelu-, rakentamis- ja huolto-ohje. 2008. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

RIL 251-2010. Tulisijat. Suunnittelu, toteutus ja käyttö. 2010. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

Takalla koko kodin lattian lämmitys. 2013. Verkkodokumentti. Rakentaja.fi.
<http://www.rakentaja.fi/artikkelit/9769/takka_lattialammitys_linterm_legalett.htm>.
Luettu 5.11.2015.

Takkalämmitys. Verkkodokumentti. Massiivitalo.
<<http://www.massiivitalo.fi/takka.html>>. Luettu 15.11.2015.

Tulikiven tulisijat täyttävät maailman tiukimmat ympäristömääräykset.2013.
Verkkodokumentti. Tulikivi.
<http://www.tulikivi.fi/uutiset/tulikiven_tulisijat_tayttavat_maailman_tiukimmat_ymparist_omaaraykset>. Luettu 15.11.2015.

Tulikivi Green 2015. Tuotteet. Tulisijat. Esite.

Tulikivi-harkkohormin asennusohje. 2014. Verkkodokumentti. Tulikivi Oyj.
<[http://www.tulikivi.com/www/fi/flow2014.nsf/documents/612A3818F754CD76C2257838002F4027/\\$file/Harkkohormi.pdf](http://www.tulikivi.com/www/fi/flow2014.nsf/documents/612A3818F754CD76C2257838002F4027/$file/Harkkohormi.pdf)>. Luettu 1.11.2015.

Weckman, Henry. 2001. Rakennustarvikkeiden uudet eurooppalaiset paloluokitukset.
Verkkodokumentti. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030402.pdf>>.
Luettu 11.1.2015.