

KIINTEISTÖNHOITAJA MENEHTYI PUUPELLETTISIILON SYNTYNEESEEN HÄKÄÄN



Kiinteistöhoitaja oli mennyt yksin perjantaina tarkistamaan valvomansa asuinkiinteistön pellettikäyttöistä lämmityslaitosta. Hän oli noussut siirrettävien tikkaiden avulla pellettisiilon yläosassa olleen miesluukun kautta siilon ylätasanteelle. Sen jälkeen hän oli laskeutunut kiinteitä tikkaita pitkin ylätasanteella olleesta aukosta siilon pohjalle. Hänet löydettiin siilon pohjalta häkään menehtyneenä seuraavana tiistaina. Siilossa oli tuolloin vielä 1..1,5 tonnia puupellettiä jäljellä. Pellettipoltin ei ollut sammunut.

1. TAPAHTUMIEN KULKU



Kuva 1. Ylätasanne, jossa näkyy NN:n käyttämä lapiot sekä oikeassa alareunassa kulkuaukko siiloon. NN ei ollut käyttänyt lapiota tapaturmahetkellä.

1.1 Tausta

Kiinteistöhoitaja, yrittäjä NN (43-v.) oli huoltanut paikallisen kunnan omistaman asuntoyhtiön kolme vuotta aiemmin käyttöön ottamaa pellettikäyttöistä lämpölaitosta. Työhön kuului lämpölaitoksen kattilan, polttoainesiilon toiminnan ja pelletin määrän valvonta. NN oli mennyt alkutalvesta tapansa mukaan tarkistamaan perjantaina lämmityslaitosta, jotta lämpölaitos olisi ollut toimintakunnossa viikon loppuna. Siilossa oli tuolloin vähän puupellettiä. NN oli pysäköinyt autonsa asuinkiinteistön parkki-alueelle lähelle lämpölaitosta.

Pellettisiilo oli rakennettu vesivanerista tehdasvalmisteisen teräksisen viljasiilon pohjakartion päälle. Kuutiomaisen pellettisiilon mitat olivat 2,5m x 2,5m x 4,7m (Kansikuva). Pellettisiiloon kuljettiin siirrettävien tikkaiden avulla rakennuksen harjalla olleen pienehkön miesluukun kautta ensin siilon ylätasanteelle ja sen jälkeen laskeutamalla kiinteiden tikkaiden avulla aukon kautta siilon pohjalle (Kuva 1). Siilon pohjalta lähti pellettikuljetin viereisessä rakennuksessa olleeseen polttokattilaan. Siilon ylätasanteella oli runsaasti pelletti- ja turvepölyä.

Koska siilon pohjakartion kulma oli pieni 27°, puupelletti pääsi holvaantumaan helposti (Kuva 2). Käytetty kartiokulma soveltuu liukkaalle viljalle, mutta ei tahme-



Kuva 2. Siilon pohja, jonka kallistuskulma on käyttöolosuhteisiin nähden liian pieni.



Kuva 3. Siilorakennuksen seinässä olevat pelletin määrän tarkistusaukot.

alle puupelletille. Holvautumista ei voitu purkaa mekaanisesti siilon ulkopuolelta käsin, vaan sitä piti mennä purkamaan siilon sisälle (pohjalle). Pelletin määrää siilossa pystyi jossain määrin tarkkailemaan ulkopuolelta käsin, siilon kylkeen asennettujen kahden päällekkäisen lasiaukon kautta (Kuva 3).

Tapaturmahetkellä siilossa oli havu- puusta tehtyä puupellettiä, joka oli toimitettu kolme viikkoa ennen tapaturmaa ja valmistettu kaksi viikkoa ennen toimistusta. Toimitetun erän, 10 tonnia, poltto- aika lämpölaitoksessa oli tähän aikaan vuodesta n. kuukausi. Puupelletti siirrettiin siiloon syöttöputken kautta (Kuva 4). Tapaturman havaitsemishetkellä siilossa oli vielä 1..1,5 tonnia puupellettiä jäljellä. Edellinen poltettu erä oli turvepellettiä,



Kuva 4. Siilorakennuksen seinään asennettu pelletin syöttöputki ja täyttöilman poistumisputki.

Taloyhtiön toimitusjohtaja JJ sekä MM eivät kertomansa mukaan tienneet häikävaarasta. JJ kertoi suunnitelleensa pellettisiilon itse ja sen rakensi paikallinen kirvesmies. Kerrotun mukaan NN ei tiennyt häikävaarasta. NN oli siilossa työskennellessään tuntenut aiemmin tukalaa oloa, mutta NN oli olettanut sen johtuvan huonosta happipitoisuudesta ja pölystä.

1.2 Tapaturma

Yksityisyrittäjänä toiminutta NN:ää oli alettu etsiä tiistaina, koska omaiset ja asiakkaat eivät saaneet häneen yhteyttä. Viimeinen havainto NN:stä tehtiin edellisenä perjantaina, kun hän oli keskustellut asuinkiinteistön asukkaana kanssa pellettisiilon tarkastamisesta. Hälytys tehtiin heti, kun MM:n antaman vihjeen perusteella NN:n auto havaittiin asuinkiinteistön pihasta lumen peitossa.

Tapaturmaa ei kukaan havainnut. Tapahtumain kulku on päätelty vasta seuraavana tiistai-iltana alkaneen tutkinnan perusteella. Tuolloin pelastushenkilökunta löysi NN:n kuolleen pellettisiilon pohjalta. Koska siilorakennuksessa ei ollut kulkuaukkoa alhaalla, rakennuksen kylkeen jouduttiin tekemään pelastustyötä varten aukko moottorisahalla. NN:n kuolinsyy oli häikämyrkytys. Pellettipoltin ei ollut sammunut.

MM:n kertoman mukaan NN:llä oli tapana käydä siilon sisällä. NN lapioi siilossa seinustoille jääneen pelletin siirtoruuvien päälle. Tällä kertaa NN ei ollut ottanut lapiota

mutta sillä ei tiedetä olevan vaikutusta tapaturmaan.

Puupelletti voi muodostaa itsehapettumisen seurauksena haitallisia kaasuja kuten hiilimonoksidia eli häkää ja heksanaaleja. Puupellettien valmistajat ovat varoittaneet häkäkaasun muodostumisesta käyttöturvallisuustiedotteissaan. Kerrotun mukaan käyttöturvallisuustiedotetta ei ollut toimitettu taloyhtiölle, eikä kuormakirjan mukana ollut varoitustekstejä.

NN oli mennyt tällä kertaa yksin pellettisiilon, vaikka usein hänellä oli ollut mukana hänen kaverinsa MM. NN:llä oli tapaturmahetkellä käytössään tavanomainen hengityssuojain lähinnä pölyn takia. Siilossa ei ollut kunnollista vapaita tuuletusta, eikä kiinteätä tai työn aikaista koneellista tuuletusta.



Kuva 5 teksti. Tapaturman jälkeen pelastustyön aikana tehtyyn aukkoon rakennettiin siilon huoltoluukku sekä ikkuna pelletin määrän tarkkailuun. Lisäksi siiloon asennettiin pintavahti (johdot).

mukaansa. NN:n käyttämä lapio löytyi tapaturman jälkeen siilon ylätasanteelta (Kuva 1). Tutkinnan perusteella ei voida päätellä sitä, oliko NN yrittänyt nousta tikkaita pitkin ylätasanteelle. Tapaturman jälkeen havaittiin, että tikkaiden alimmainen puola oli katkennut.

1.3 Kokemus

Kiinteistöhoitaja, yrittäjä NN (43-v.) oli huoltanut muutaman vuoden paikallisen kunnan omistaman asuinkiinteistön pellettikäyttöistä lämpölaitosta. NN ei kerrotun mukaan tiennyt häikävaarasta, kuten ei taloyhtiön toimitusjohtajakaan eikä NN:n mukana usein ollut MM.

1.4 Puupelletti

Puupelletit ovat kokoon puristettua mänty- ja kuusisahanpurua, jota syntyy isojen sahalaitosten sivutuotteena. Puupelletit tehdään puristamalla sahanpurua ja höylänlastua kovalla paineella pienten metallilevyssä (matriisi) olevien reikien läpi (8 mm on yleisin koko). Valmiit pelletit varastoidaan tehtaalla joko säkkeihin tai irtotavaraksi.

Puupelleteistä voi vapautua sopivissa olosuhteissa mm. hiilimonoksidia (häkä), aldehydejä (heksanaali, pentanaali) ja etikkahappoa. Jos puupelletit kuumenevat, hä-

kä- ja aldehydipitoisuudet voivat ylittää selvästi työpaikan ilmalle annetut raja-arvot. Huonosti tuulettuvissa varastoissa, kuten säiliöt ja siilot, pitoisuudet voivat nousta hengenvaarallisen korkeiksi. Tällaisissa tiloissa myös hapen puute on ilmeinen. Aldehydit ovat yleensä pistävän hajuisia, silmiä ja hengitysteitä ärsyttäviä aineita. Hiilimonoksidilla ja osalla aldehydeistä on myös pitkäaikaisvaikutuksia.

Puupellettien toimittajat ovat varoittaneet käyttöturvallisuustiedotteessaan ja pakkausmerkinnöissään häikävaarasta, mutta varoitukset eivät ole aina tavoittaneet loppukäyttäjää ja lämpölaitosten huoltajia.

1.5 Hiilimonoksidi (häkä)

Hiilimonoksidi eli häkä on hajuton, mauton, väritön ja ilmaa hieman kevyempi, herkästi syttyvä ja myrkyllinen kaasu, jota ei voi ihmisen aistein havaita.

Häkä sitoutuu veren punasolujen hemoglobiiniin, jolloin kudosten hapensaanti heikkenee. Herkimmin hapenpuutteesta kärsiviä kudoksia ovat aivot ja sydän. Lieviä muutoksia sydämen ja hermoston toiminnassa voi ilmetä jo pitoisuudessa 50 ppm (58 mg/m³). Pitoisuus 1 000–10 000 ppm (1 100–11 600 mg/m³) aiheuttaa päänsärkyä, hui- mausta, hengästyneisyyttä, pahoinvointia ja kuoleman, jos altistuminen jatkuu 10–45 minuuttia pitoisuudesta riippuen.

1.6 Tapaturman jälkeen tehdyt välittömät toimenpiteet (Kuva 5)

Tapaturman jälkeen pellettisiiloon tehtiin asuntoyhtiön toimesta pelastuslaitoksen tekemän luukun kohdalle metallikehyksinen lasiluukku ja vielä vähän ylemmäksi toinen lasiluukku, joista molemmista voi todeta pellettimäärän siilossa. Metallikehyksinen lasiluukun kautta voi pitkällä käsikolalla ulkoapäin siirtää pellettiä siilon keskelle. Siiloon on asennettu pintavahti, joka ilmoittaa pannuhuoneeseen valolla pelletin olevan loppumassa.

2. TAPATURMAAN JOHTANEET TEKIJÄT

2.1 Häkää pellettisiilossa

Pellettisiiloon oli syntynyt vaarallisen korkea häkäpitoisuus. Puupellettierä oli toimitettu siiloon kolme viikkoa aiemmin ja se oli valmistettu viisi viikkoa aiemmin.

2.2 Häikävaarasta ei ollut tietoa

NN:llä eikä hänen lähipiirillään ollut tietoa häikävaarasta. Aistein NN ei voinut havaita häkää. NN:llä ei ollut suoraan osoitettavaa tai hälyttävää häkämittaria. NN:llä oli suodatava hengityksensuojain lähinnä pölyn takia, mutta se ei pidättänyt häkää eikä suojannut hapenpuutteelta.

Puupellettiä koskevaa käyttöturvallisuustiedotetta ei ollut toimitettu taloyhtiölle, eikä kuormakirjan mukana ollut varoitustekstejä.

2.3 Pellettisiilon tuuletus olematon

Pellettisiilo oli umpinainen. Siinä ei ollut tuuletusaukkoja. NN ei käyttänyt työnaikaisista koneellista tuuletusta. Siiloon oli rakennettu kiinteä pelletin täyttöputki (d=10cm) ja täytön aikana siilosta ilmaa poistava putki (d=10 cm), mutta niiden kautta ei häkä juurikaan poistu itsestään siilosta.

2.4 Holvautumisriski

Pellettisiilon pohjan kaltevuus oli pieni (27°), mikä aiheutti pelletin holvautumistaipeuden siilon pohjalle. NN ilmeisesti meni tarkistamaan ja ehkä myös purkamaan holvautumista. NN tiesi, että siilossa oli vähän pellettiä.

2.5 Vaarallinen työmenetelmä

Holvautunutta pellettiä ei voinut purkaa muuten kuin menemällä siilon sisään (pohjalle). Siilossa ei ollut holvautumisen purkamiseksi ulkopuolista mekaanista purkulaitetta tai holvautumisen estämiseksi tärjistintä.

2.6 Yksintyöskentely

NN työskenteli yksin ilman varmistushenkilöä, mikä lisäsi merkittävästi työhön liittyvää riskiä. Tavallisesti hänellä oli mukanaan hänen kaverinsa MM.

2.7. NN menehtyi häkämyrkytykseen

NN löydettiin menehtyneenä siilon pohjalta. NN:n kuolemansyyksi on todettu häkämyrkytys.

3. VASTAAVIEN TYÖTAPATURMIEN TORJUNTA

3.1 Häkävaaran tunnistaminen

Pellettisiiloissa ja -varastoissa vapautuu ilmaan häkää ja aldehydejä. Häkä on hajuton ilmaa vähän kevyempi kaasu, joka syrjäyttää hapen verenkierrossa. Sen välittömiä oireita ovat päänsärky, huimaus ja pahoinvointi. Pellettien kuljetuksen ja varastoinnin yhteydessä on sattunut muutaman vuoden aikana ainakin neljä kuolemantapausta, kaksi Suomessa ja kaksi Ruotsissa.

Huonosti tuulettuvissa varastoissa, kuten säiliöt ja siilot, häkäpitoisuudet voivat nousta sopivissa olosuhteissa jo verraten lyhyessä ajassa vaarallisen korkeiksi. Häkäpitoisuuteen vaikuttavat mm. varastointiajat ja -lämpötilat. Mahdolliseen hapen puutteeseen liittyy myös merkittävä tapaturmariski.

3.2 Puupellettien valmistajan ja toimittajan vastuut

Puupellettituotteen valmistajan, myyjän ja toimittajan on varoitettava näkyvästi häkä- ja muista vaaroista tuotteen pakkauksessa, rahtikirjoissa tms. ja annettava pelletin

käyttäjälle ja ostajalle ns. käyttöturvallisuustiedote sekä ohjeet puupelletin turvallisesta käytöstä.

Puupellettituotteen myyjän ja toimittajan on varmistettava puupellettierän tilaajan / vastaanottajan kanssa se, että häikävaara on yleisesti tiedossa ja että tiedotteet sekä varoitukset ovat näkyvillä käyttökohteessa.

3.3 Laitoksen/siilon valmistajan vastuu

Laitoksen/siilon valmistajan on käyttö- ja huolto-ohjeissa varoitettava häikävaarasta ja annettava ohjeet turvallisen työskentelyyn. Ohjeiden lähtökohtana tulisi olla teollisuudessa yleisesti käytettyjen ns. säiliötyöohjeiden periaatteiden noudattaminen.

Siilon valmistajan on asennettava siilon alaosaan, keskelle siiloa, riittävän suuri (30 cm x 30 cm) ikkuna josta pelletin määrä voidaan helposti tarkkailla. Lisäksi siilon kylkeen tulee asentaa saranoitu luukku (60cm x 60cm), josta käsin on tarvittaessa myös kolalla voitava siirtää pellettiä siilon reunoilta syöttöruuville. Luukku voi myös olla ikkunallinen. Luukkuun tulee asentaa lukko tai luukku voidaan tehdä avaimilla avattavaksi, jolloin avaimet on säilytettävä sivullisten ulottumattomissa. Häätätilanteita varten luukku on voitava avata helposti siilon sisäpuolelta.

Tuotevarastot ja siilot on tehtävä hyvin tuulettuviksi ja tarvittaessa etenkin suuriin siiloihin niiden yläosaan on järjestettävä koneellinen poisto. Poistoilmapuhallin on käynnistettävä riittävän ajoissa ennen siiloon menemistä.

Pellettisiiloon tulee kiinnittää helposti havaittava kilpi, jossa varoitetaan häikävaarasta ja kehoitetaan mittaamaan häikäpitoisuus ennen siiloon menemistä. Kilvessä tulee mainita siilon tuulettamistarpeesta ja varmistushenkilöstä.

Pellettisiilon holvautumisriskiä vähennetään riittävän suurella pohjakulmalla (vähintään 45°) ja siilon pohjaan asennetulla sähköisellä tärstimellä.

3.4 Käyttäjän vastuut työturvallisuuden parantamiseksi

Käyttäjän vastuulla on ripustaa käyttöturvallisuustiedote helposti saatavaan ja näkyvään paikkaan esim. kattilahuoneeseen.

Pääperiaattena pitää olla se, että siilon sisälle ei mennä. Jos siilon sisälle joudutaan poikkeustapauksissa menemään, pitää ensin häkämittauksin varmistaa työskentelyn turvallisuus sekä noudattaa laitoksen/siilon valmistajan antamia ohjeita. Siiloon meno vaatii varmistushenkilön!

Työntekijällä tulee olla varastoon/siiloon mentäessä ja siellä työskenneltäessä joko suoraan osoitettava tai hälyttävä häkämittari. Mittarin toimintakunto on varmistettava säännöllisesti.

Jos aistitaan voimakasta hajua, on heti poistuttava työtilasta ja tehostettava siilon/varaston tuuletusta ja mitattava uudelleen häikäpitoisuus

Jos häikäpitoisuus ylittää mitattuna 100 ppm, siiloon/varastoon ei saa mennä yksin!

Lyhytaikainen (muutamia minuuttia) välttämätön työskentely on luvallista erityisin varotoimenpitein, jos mahdolliseen pelastustyöhön kykenevä ja etukäteen valmistautunut toinen henkilö valvoo koko ajan työn kulkua ja jos käytetään myös hengityksensuojainta (suojaa ärsyttäviltä aineilta, ei häkäkaasulta) ja tarvittaessa turvavaljaita ja köysiä.

Jos häkäpitoisuus ylittää mitattuna 500 ppm, siiloon/varastoon meno on ehdottomasti kielletty (pakottavissa tilanteissa vain ammattihenkilö paineilmalaitteissa).

Työntekijälle on kerrottava työhön liittyvät vaarat, opastettava turvalliset työskentelymenetelmät ja annettava kirjalliset ohjeet turvalliseen työskentelyyn.

Lämpölaitoksen omistajan vastuulla on huolehtia myös siitä, että lämpölaitokseen automaattiseen valvontajärjestelmään (puhelinhälytys) liitetyt henkilöt ovat tietoisia häikävaarasta ja ovat saaneet asianmukaisen opastuksen turvallisista työmenetelmistä.

On otettava huomioon, että häkää voi jäädä tyhjäänkin siiloon, jos sen ilmanvaihdosta ei huolehdita.

Jos kaasut ärsyttävät hengitysteitä/silmiä, on käytettävä hengityksensuojainta, ts. kokonaamaria, jossa suodatin on ABEK-P2 (miehellään ns. puhallinsuojain).

Yleisesti käytettävät pölyä tms. suodattavat hengityksensuojaimet eivät pidätä häkää, eivätkä suojaa mahdolliselta hapen puutteelta (vaarallinen happipitoisuus on alle 18 %).

Varaston ja siilon pinnoille kertyvän puu- ja turvepölyn säännöllinen siivoaminen on tärkeää palo- ja räjähdysvaaran ja pölyaltistumisen vähentämiseksi.

3.5 Ensiapuvalmius ja työterveyshuollon tehtävät

Häkämyrkytystä voi epäillä aina, kun potilaalla on selittämätöntä päänsärkyä, väsymystä, tajunnan tason laskua, pahoinvointia ja/tai oksentelua.

Häkämyrkytystä epäiltäessä lievä myrkytys hoituu raittiissa ilmassa useiden tuntien kuluessa. Happihoidon (100 % happea varaajamaskilla) ja vaikeissa myrkytyksissä mahdollisimman pian kyseeseen tulevan muun hoidon järjestämisestä ja aloittamisesta voi työpaikan työterveyshuolto jo ennalta ohjeistaa työpaikkaa.

Häkämyrkytyksen ensiapuohjeita on saatavilla esimerkiksi ns. OVA- korteista (<http://www.ttl.fi>>Kemikaaliturvallisuus>OVA-ohjeet) ja käyttöturvallisuustiedotteista.

Työpaikan työterveyshuollon lakisääteisiin tehtäviin kuuluu osallistuminen ensiavun järjestämiseen. Jo työpaikkaselvityksessä on arvioitava ensiapuvalmiuden tarve.

Todetessaan työpaikkaselvityksen perusteella tai muuten häkäaltistuksen mahdollisuuden työterveyshuollon tulee noudattaa annettuja säädöksiä työntekijöiden terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä. Merkittävästi häkäkaasulle altistavaan työhön eivät sovi työntekijät, joilla on esimerkiksi oirehtiva sydänsairaus, hengityksen vajaatoimintaa tai muu pitkäaikainen sairaus, joka huonontaa kudoshapetusta tai johon hapen puute vaikuttaa epäsuotuisasti. Myös raskaana olevat työntekijät ovat erityisen herkkiä häkäkaasun haitallisille vaikutuksille.

3.6 Muut turvallisuusnäkökohdat

Lasten tai muiden asiattomien pääsy pellettisiiloon tai -varastoon on estettävä asentamalla kulkuaukkoihin ja -oviin luotettavat lukot. Lukkojen avaimet on syytä antaa vain huolto- ja taloyhtiön johdon käyttöön.

3.7 Kiinteä häkävaroitin

Jos pellettisiilo on samassa tilassa kuin polttokattila ja muut lämmitysjärjestelmään liittyvät laitteet, joissa joudutaan käymään usein, tulee tähän tilaan asentaa kiinteä häkävaroitin.

Lisäinformaatiota

- Pellettivarastojen ilman epäpuhtaudet ja niiden aiheuttamien vaarojen ehkäiseminen. Ilpo Ahonen ja Tuula Liukkonen, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 32, Työterveyslaitos 2008.
- Vapon puupellettejä koskeva käyttöturvallisuustiedote (www.vapo.fi/filebank/2795-ktt_puupelletti_2007_vapo.pdf, 10.3.2009)
- Sisäasiainministeriön ohjeet häkävaroittimen asentamisesta (<http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/hakavaroitin/>, 10.3.2009)
- Motivan ohjeet pellettivarastojen rakentamisesta (www.motiva.fi/pellettisiilo/, 10.3.2009)
- Suomen pellettienergiayhdistys (<http://www.pellettienergia.fi>, 10.3.2009)

LIITTEET

- Kaavio tapahtuman kulusta ja tapaturmatekijöistä
- Valokuvia

YLEISTIEDOT

Muuttujan nimi	Selitys	Koodi
Toimiala	Kiinteistönhoito	7032
Vahingoittuneen ammatti	Kiinteistönhoitaja, yrittäjä	941
Työympäristö	Pellettisiilo	72
Työtehtävä	Huoltotyö	52
Työsuoritus	Siilon pellettimäärän valvonta	20
Poikkeama	Häkä työilmassa	23
Vahingoittumistapa	Häkämyrkytys	23

Raportti hyväksytty julkaistavaksi TVL:n tutkimusjohtokunnan kokouksessa 28.4. 2009

Kaavio tapahtuman kulusta ja tapaturmatekijöistä



