

TUULIMYLLYJEN AIKA



Viljaa jauhavat tuulimyllyt olivat vesimyllyjen ohella ensimmäisiä koneita, jotka käyttivät uusiutuvaa energiaa voimanlähteenä. Niiden ensiaskeleet ajoittuvat yli vuosituhannen taakse.

Tuulimyllyt olivat yleisiä Euroopan maaseudulla vielä 1800-luvulla ja osin 1900-luvun alussa. Niitä käytettiin viljan jauhamiseen Iranissa (entinen Persia) vielä 1970-luvullakin. Tuulimyllyjen aika kesti Euroopassa 700 vuotta ja Persiassa 1 200 vuotta.

Ennen tuulimyllyjen keksimistä viljaa oli jauhettu historian kuluessa hierrinkivillä, huhmareella ja käsimyllyillä. Rooman vallan aikana käytössä oli myös eläinten, kuten aasien tai hevosten, pyörittämä juhtamylly (*mola asinaria*). Tässä myllyssä vetoeläin oli kytketty vetotangolla jauhinkiveen joko suoraan tai hammaspyörän välityksellä.

Rooman vallan aikana yleistyi myös vesimylly, joka mullisti täysin silloisen viljan jauhatuksen. Myllyjä käytti pystysuora vesiratas, joka oli kiinnitetty vaakasuoraan akseliin. Rataan akseli oli liitetty kartiohammaspyörävälityksellä myllyn pystyakseliin, joka pyörit-

ti myllynkiviparin ylempää kiveä. Toinenkin vesimyllytyyppi tunnettiin, jalkamylly. Tässä vesiratas oli myllynkivien alapuolella vaakasuorassa asennossa ja suoraan kiinnitettynä myllynkiveä pyörittävään pystysuoraan akseliin (Lucas 2011, 8–50; Roos 1939, 384–401; Landels 1985, 14–22).

Rooman valtakunnan romahdettua 400-luvulla sen myllytekniikka ei kadonnut, vaan keskiajalla käytettiin edelleen juhtamyllyä ja kumpaakin vesimyllytyyppiä. Varhaiskeskiajalla varsinkin jalkamylly näyttää olleen yleinen Italiassa, Irlannissa ja Englannissa (Lucas 2011, 82–83). Islamilaisessa maailmassa sekä vertikaalisella vesipyörällä toimiva mylly että jalkamylly näyttävät olleen laajassa käytössä 800-luvulta lähtien (Lucas 2011, 61–68).

Selvää on, että tuulimyllyn keksijän on täytynyt olla teknisesti hyvin lahjakas, nerokin. Valitettavasti keksijä ja tarkka keksimispaikka jäävät kuitenkin tuntemattomiksi.

PERSIALAINEN TUULIMYLLY

Varhaisin kirjallinen maininta persialaisista tuulimyllyistä on peräisin 800-luvun alusta. Se sisältyy **Banu Musan** veljesten kirjaan *Mekaanisista keksinnöistä (Kitab al Hiyal)*. Kirja mainitsee tuulipyörät, joita ihmiset tavallisesti heidän aikanaan käyttivät (al-Hasan ja Hill 1986, 54; Lucas 2011, 102).

900-luvun puolivälissä muslimimaantieteilijät **Al-Istakhri**, **Ibn Haugail** ja **Al-Mas'udi** antoivat ensimmäiset kuvaukset horisontaalisista tuulimyllyistä Persiassa Seistanin alueella, joka on nykyistä Irania. Ensimmäinen kuvaus persialaisen tuulimyllyn rakenteesta sisältyy kuitenkin vasta syyrialaisen maantieteilijä **al-Dimashqin** kirjaan *Kitab Nukhbat al-Dakr*, joka on vuoden 1271 tienoilta. (al-Hassan ja Hill 1986, 55; Lucas 2011, 101; Hill 1984, 173). Al-Dimashqin aikana tuulimyllyteknologia oli jo 300 vuotta vanha.

Al-Dimashqin mukaan tuulimyllyrakennus oli kaksikerroksinen. Ylemmässä kerroksessa olivat viljaa jauhavat myllynkivet ja alemmassa pystysuora akseli, johon oli kiinnitetty vaakasuoraan tasaisin välimatkoin kuusi tai kaksitoista ”kättä”, joissa oli kankaiset tai nahkaiset siivet ja jotka tuulen voimasta pyörivät akselin mukana ympäri. Tämä vaakasuora roottori tai turbiini pyöritti pystysuoralla akselilla suoraan ylemmässä kerroksessa olevien myllynkivien ylempää kiveä. Alakivi oli kiinteä, ja pyörivä akseli meni siihen tehdyn reiän läpi.

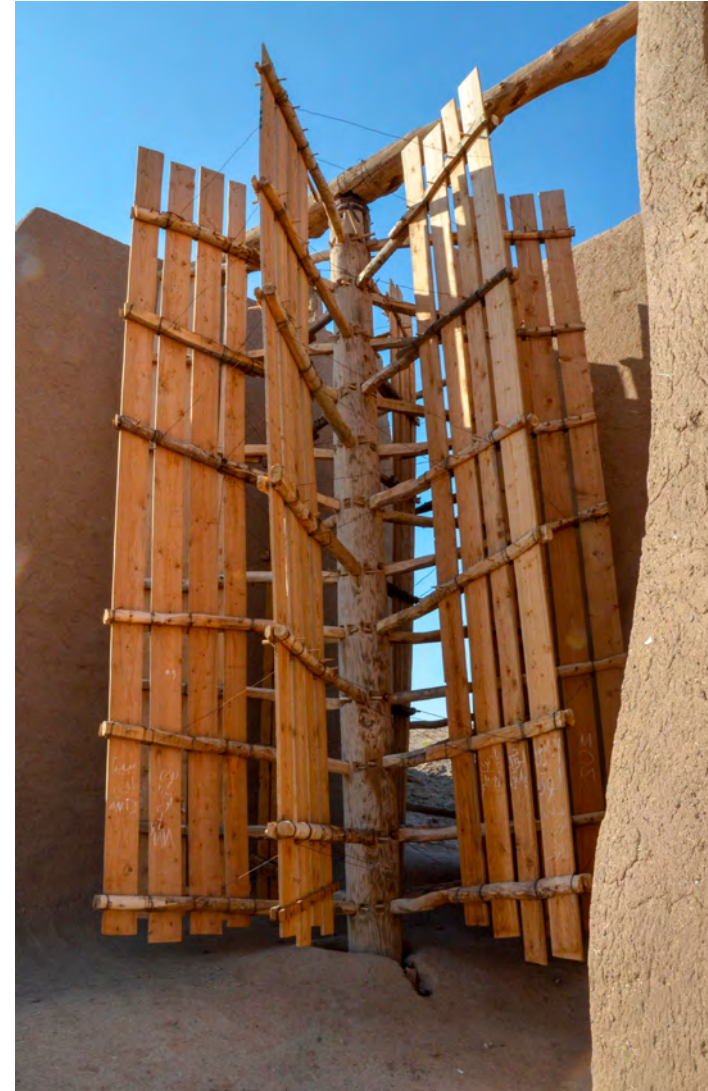
Myllyrakennus pystytettiin tornin huipulle, vuoren tai mäen laelle. Se oli ympäröity muureilla mutta sisälsi aukon siihen suuntaan, josta tuulen haluttiin puhaltavan myllyn siipiin. Tuulen voimakkuuden lisäämiseksi alempi kerros suippeni sisäänpäin kohti myllyn roottoria (katso Lucas 2011, 101; Hill 1984, 173).

Persiassa syntyi viljan jauhamiseen toinenkin myllyratkaisu, jossa myllynkivet olivat alemmassa kerroksessa ja myllynsiivet ylemmässä osassa. Etuna tässä tyyppissä oli se, että myllyn siipiä voitiin laajentaa. Tätä myllytyyppiä käytettiin ainakin 1970-luvulle saakka, kun taas edellinen tyyppi katosi jo ennen vuotta 1900 (Hills 1996, 12–13).

PERSIALAISTEN TUULIMYLLYJEN LEVIÄMINEN

Persiassa tuulimyllyjä oli erityisesti Seistanissa mutta myös Birtandin ja Zehedanin välisellä raja-alueella sekä Heratissa nykyisen Afganistanin alueella. Persian Seistanissa tuuliolot olivat myllyille edulliset. Siellä tuuli vuosittain voimakkaasti pohjoisesta kesäkuun puolimaista aina lokakuun puoliväliin saakka. Niinpä myllyjen tuuliauikko rakennettiin aina pohjoiseen päin (Hills 1996, 12).

Kooltaan persialaiset myllyt saattoivat olla huomattavia. Roottori siipineen oli jopa viisi metriä korkea ja siipien kehän halkaisija kolme metriä. Nehin alueella oli jopa 75



Nashtifanin kaupungissa Iranissa lähellä Afganistanin rajaa sijaitsee tuulimylly, jotka pidetään maailman vanhimpana. Se on noin tuhat vuotta vanha.

tuulimyllyä asetettuna peräkkäin pitkään linjaan (Hills 1996, 13).

Horisontaalinen myllytyyppi levisi keski-ajalla Persiasta koko islamilaiseen maailmaan. 1200- ja 1300-luvun arabilähteet viittaavat siihen, että tuulimyllyjä käytettiin Persiassa paitsi viljan jauhamiseen myös

riisin hienontamiseen ja veden nostamiseen pelloille niiden kastelemiseksi (Lucas 2011, 102). Egyptissä tuulimyllyjä käytettiin myös sokeriruo'on murskaamiseen (al-Hassan ja Hill 1986, 55; Hill 1984, 173).

Persialainen mylly on todennäköisesti esikuva horisontaaliselle tuulimyllylle, jota käy-

tettiin Kiinassa. Tieto persialaisesta myllystä levisi Kiinaan ilmeisesti 1200-luvulla. Kiinan itärannikolla tuulimyllyjä on käytetty nykypäiviin saakka veden nostamiseen, esimerkiksi suolaveden nostamiseen suolapannuihin (Hills 1996, 14–15).

On esitetty teoria, jonka mukaan persialaiset saivat idean tuulimyllynsä buddhalaisen tuulivoimalla pyörivästä rukousmyllystä. Tämä on kuitenkin vailla pitäviä todisteita. Todennäköisempää on, että persialaiset tunsivat käsikirjoituksista antiikin aikana Egyptissä eläneen kreikkalaisen **Heronin** (noin 50 jKr.) tuulipyörästä (*anemourion*) käyttövoimansa saaneet urut ja saivat siitä idean tuulimyllyihinsä (katso Hill 1984, 172; Lucas 2011, 105; Landels 1985, 22–23).

Toisen teorian mukaan persialainen tuulimylly toimi esikuvana myös eurooppalaiselle tuulimyllylle. Tämän teorian mukaan ristiretkelijät toivat tuulimyllyn Lähi-idästä Eurooppaan 1100-luvulla. Nykytutkimus kuitenkin katsoo, että koska nämä kaksi tuulimyllyä ovat tekniseltä ratkaisultaan täysin erilaisia, yhteyttä niiden välillä ei ole, vaan molemmat tyypit ovat itsenäisiä keksintöjä (katso Lucas 2011, 104).

Persialaisessa tuulimyllyssä oli vain yksi pystysuora akseli, joka pyöritti suoraan myllynkiveä. Eurooppalaisessa tuulimyllyssä myllyn siivet pyörivät pystysuorassa vaakasuoran akselin varassa. Hammasrattaiden avulla voimaa siirtyy pystysuoraan akseliin, joka pyöritti sit-

ten viljaa jauhavaa myllynkiveä. Eurooppaan islamilaisesta maailmasta on voinut tulla korkeintaan idea käyttää tuulta voimanlähteenä (Hill 1984, 176). Tosiasiassa pystysuoran akselin varassa toimivia ja vaakatasossa pyörivillä siivillä varustettuja tuulimyllyjä alettiin suunnitella ja rakentaa Euroopassa vasta 1400- ja 1500-luvuilla (Hills 1996, 16).

VARHAISIMMAT TUULIMYLLYT EUROOPASSA

Ensimmäiset tuulimyllyt ilmestyivät Eurooppaan 1100-luvulla. Tarkka ajankohta on ollut kiistelyn aiheena. **Edward Kealey** on ajoittanut ensimmäisen tuulimyllyn vuoteen 1137 edeltävään aikaan (Kealey 1987, 2, 51–58) ja **Richard Hills** vuoden 1155 tienoilta (Hills 1996, 27). **Richard Holt** ja **Adam Lucas** katsovat, että tuulimyllyjä ei ollut ennen vuotta 1180 (Holt 1988; Holt 1990; Lucas 2011). Yksityiskohtainen dokumenttien ja käsikirjoitusten tutkimus Englannissa, Ranskassa, Flanderissa ja Belgiassa viittaa vahvasti siihen, että mitään varteenotettavaa todistusaineistoa tuulimyllyistä ei ole vuotta 1180 edeltävältä ajalta.

Myös kysymys siitä, keksittiinkö ensimmäinen tuulimylly Englannin kanaalin itä- tai länsipuolella, on jäänyt ratkaisematta. Adam Lucasin mukaan ensimmäisistä tuulimyllyistä vähintään 26 oli Englannissa ja niistä enemmistö Itä-Anglian alueella. Ne kaikki ovat vuoden 1180 tienoilta tai ajalta sen jälkeen.

Eurooppaan islamilaisesta maailmasta on voinut tulla korkeintaan idea käyttää tuulta voimanlähteenä.

Kanaalin itärannalla varhaisin tuulimylly oli Normandiassa, ja sekin on vuoden 1180 tienoilta. Kaksi muuta olivat Flanderissa, ja ne on ajoitettu vuoteen 1183 ja 1190-luvun loppulle. Neljäs varhainen tuulimylly sijaitsi Belgiassa, ja se on ajoitettu vuoteen 1195. Viides Englannin ulkopuolella sijainnut tuulimylly oli ristiretkeläisten Syyriassa, ja se on ajoitettu vuoteen 1190 (Lucas 2011, 110–111).

Katolinen kirkko kiinnitti jo varhaisessa vaiheessa huomionsa uuteen myllytyyppiin. Paavi **Celestinus III** (paavina vuosina 1191–1198) lähetti käskykirjeen Englantiin Ramseyn abotille ja Elyn arkkidiakonille. Hän määräsi siinä, että ritarin, joka oli rakentanut tuulimyllyn seurakuntansa alueelle, oli maksettava kymmenyksiä kirkolle, kuten oli maksettu vesimyllyistäkin. Paavillinen käskykirje on ajoitettu tavallisesti vuoteen 1195.

Paavin keskushallintoa eli kuuriaa miehittivät aikansa kaikkein koulutetuimmat ja eniten matkustelleet miehet. Siksi he tuskin olisivat jättäneet uutta myllykeksintöä huomiotta pidempään kuin vuosikymmenen,

koska olihan siinä myös kysymys kirkon tuloista. Richard Holtin mukaan tämäkin osoittaa, että tuulimyllyjä ei ole ollut Länsi-Euroopassa ennen vuotta 1180 (Holt 1990, 53–54; Lucas 2011, 111–112).

Tuulimyllyteknologia levisi nopeasti, ja 1200-luvun lopulla tuulimyllyjä käytettiin yleisesti Englannissa ja Ranskassa alueilla, joilla tuuli vankasti ja joilla vesivoimaa oli rajoitetusti tarjolla. Englannissa näitä alueita olivat Itä-Anglia, Sussex, Surrey, Kent ja Lancashire, Ranskassa Normandia, Bretagne, Champagne, Blésois, Artois, Picardy ja Flanderi. Tuulimyllyjä alettiin rakentaa ilmeisesti myös jo 1200-luvulla Alankomaisissa, Itä-Pommerissa, Tanskassa ja Böömissä (nykyinen Tšekki).

Yksistään Ypressin lähelle Flanderissa tuulimyllyjä rakennettiin 1200-luvulla kaikkiaan 120 (Hill 1984, 173). Englannissa Elyn hiippakunnassa oli vuonna 1222 neljä tuulimyllyä mutta vuonna 1251 jo 32, joista yhdeksän oli uusia. Saman ajanjakson aikana uusia vesimyllyjä ei rakennettu, mutta niitä oli ennes-



tään 20. Alue oli hyvää aluetta viljanviljelylle, mutta siellä oli heikosti vesivoimaa tarjolla.

Puola ja Ruotsi saivat ensimmäiset myllynsä 1400-luvun ensipuoliskolla (Lucas 2011, 112). Merkillepantavaa on, että Islanti sai ensimmäisen tuulimyllynsä vasta 1700-luvun lopussa. Syynä tuulimyllyjen

puuttumiseen Islannissa oli mahdollisesti se, että maasta puuttui rakennusmateriaalia eli kelvollista puutavaraa. Islannin metsät olivat vähentyneet hakkuiden vuoksi jo 1300-luvulla, eikä rakennusmateriaalia pusiin tuulimyllyihin ollut. Vesivoimaakin maassa oli runsaasti tarjolla.

EUROOPPALAISET TUULIMYLLYTYYPIT

Länsi-Euroopassa rakennetut tuulimyllyt olivat vertikaalisia tuulimyllyjä, jotka poikkesivat täysin varhaisemmista persialaisista tuulimyllyistä. Vanhin eurooppalainen myllytyyppi oli pylväsmylly tai tukkimylly (*post mill*), josta on Suomessa käytetty myös nimitystä varvasmylly. Nimi tulee tukevasta pylvästä tai napatukista, joka oli tavallisesti tammea ja metrin paksuinen.

Napatukki kannatteli puusta rakennettua myllyrakennusta, jossa sijaitivat myllynkivet ja myllyn mekaniikka ja joka kantoi myös rakennuksen yläosassa olevat myllynsiivet. Napatukkia tuettiin kivisillä ”varpaila”, jotta mylly pysyi tukevasti paikoillaan eikä kaatunut nurin tuulessa. Myllyyn lisättiin myös häntä, jonka avulla myllyä voitiin kääntää navan ympäri haluttuun suuntaan. Jossain vaiheessa myllyihin lisättiin myös jarrujärjestelmä, jolla siipien pyörintäliike voitiin pysäyttää (Hills 1996, 29–35; Lucas 2011, 115–121).

On oletettu, että myllyn sisällä oleva mekaniikka oli peräisin jo roomalaisten keksimästä vertikaalisesta vesimyllystä. Tuulen synnyttämä voima siirrettiin nyt vain vaakasuorasta tuuliakselin hammaspyörästä kartiohammaspyörän välityksellä myllyn pystysuoraan akseliin, joka pyöritti alhaalla olevaa ylempää myllykiveä.

Tuulivoiman käyttö ja myllyn siivet olivat kuitenkin itsenäinen oivallus. Varhaisten tuulimyllyjen toiminta perustui lähes täysin myllyn siipien etupintaan kohdistuvaan suoraan tuulen paineeseen (*frontal pressure of the wind*). Vaakasuoran tuuliakselin kärkeen istutetut siivet, joita oli tavallisesti neljä, alkasivat pyöriä akselinsa ympäri vertikaalisesti, kun tuuli puhaltaa tuuliakselin kanssa yhdensuuntaisesti ja kun tuuli iskee siipiin yhtäaikaaisesti (Hills 1996, 29).

Varhaiset tuulimyllyt tarvitsivat jauhamisen aloittamiseen tuulen nopeuden, joka oli vähintään seitsemän metriä sekunnissa. Niiden kapasiteetista ei ole tietoa. Tuulimyllyjen teho lienee ollut yhtä suuri kuin silloisten vesimyllyjen (Smil 2019, 179, 184).

Keskiajalla syntyi toinenkin tuulimyllytyyppi, tornimylly (*tower mill*). Se on saanut nimensä kivistä tai tiilistä rakennetusta tornista, joka sisälsi myllykoneiston. Ainoastaan tornin huipulla oleva hattumainen rakennus, jossa sijaitivat myllyn siivet, kääntyi tuulen suuntaan. Tyypillinen tornimylly oli 20–30 metriä korkea ja siipien kärkiväli 23 metriä.

Tornimyllyt olivat kalliimpia rakentaa kuin edeltäjänsä mutta kestävämpiä. Ne olivat erityisen yleisiä Välimeren ympäristössä 1400-luvulta lähtien, ja niitä kuvataan käsikirjoituksissa, piirroksissa ja kartoissa

(Lucas 2011, 122–123). Tornimyllyjä rakennettiin myös pohjoisempana Ranskassa, Englannissa ja Alankomaissa. Ensimmäiset kuvaukset niistä ovat vuosilta 1390 ja 1420 (Hills 1996, 55).

Alankomaissa kehitettiin vielä kolmaskin tuulimyllytyyppi, mamsellimylly (*smock mill*). Tässä puurakenteisessa myllyssä oli kiinteä laudoitettu alaosa, ja vain huipulla oleva hattumainen osa siipineen voitiin kääntää tuulta vastaan. Mamsellimylly yleistyi uuden ajan alkupuolella, ja Englantiin se ilmestyi ennen vuotta 1600 (Hills 1996, 65–68).

TUULIMYLLYT SUOMESSA

Lounais-Suomen määille ensimmäiset tuulimyllyt, jotka jauhoivat ohraa ja ruista, ilmestyivät keskiajan lopulla. Niiden esikuvat olivat Ruotsista ja Virossa. Tuulimyllyjen levinneisyysalue rajoittui vielä uuden ajan alussa läntiseen Suomeen. Vuonna 1556 Ruotsista kutsuttiin myllynrakentajia myös Savonlinnan lähistölle (Wilmi 2003, 173; Roos 1939, 402).

Varvasmylly, jota kutsuttiin myös konttimyllyksi, oli Suomessa yleisin. Savossa ja Karjalassa ei muita tyyppjä tunnettukaan. Suomessa esiintyi myös harakkamyllyjä. Siinä myllynkiveä pyörittävä väkirauta sijoitettiin onton napatukin sisään. Napaa, joka oli siis edelleen myllyn keskeinen osa, kutsuttiin hongaksi. Harakkamyllyissä oli alhaalla

myllyhuone ja sen päällä ylärakenne, jossa olivat tuulimyllyn siivet.

Harakkamyllyjä oli maassamme kahdenlaisia. Alkuperäisemmässä muodossa, joka oli selvästi kehittynyt varvasmyllystä, napatukki eli honka kannatteli yhä siipiä ja koko ylärakennetta. Kehittyneemmässä muodossa myllyn ylärakenne oli hongan ympärille ase-

tettujen alarakenteessa olevien kattoparrujen ja aluspuiden varassa. Myllyn yläosa ei ollut enää hongan varassa, vaan honka oli vain napana, jonka ympärillä yläosa pyöri äsken mainittujen aluspuiden salvokselle sijoitettuna (Roos 1939, 401–405).

Hollannissa kehitetty mamsellimylly lieinee ollut Suomen tuulimyllyjen joukossa

uusin tulokas. Sitä esiintyi ainoastaan Varsinais-Suomessa, Satakunnassa ja Etelä-Pohjanmaalla.

MYLLYJEN TALOUDELLISUUS

Myllyjen taloudellisuutta koskeva tutkimus on keskittynyt viime aikoina keskiajan osalta



Kansatieteilijä Uuno Taavi Sirelius kuvasi erilaisia tuulimyllyjä Punkalaitumella vuonna 1913. Vasemmalla on varvasmylly, keskellä harakkamylly ja oikealla mamsellimylly.

Britteinsaarille, jossa on ollut saatavilla runsaimmin lähteitä. Adam Lucas on tiivistänyt kirjassaan *Wind, Water, Work* näiden tutkimusten tuloksia (Lucas 2011, 128–153).

Tutkimuksista käy ilmi, että tuulimylly oli halvempi rakentaa kuin vesimylly. Sen ylläpitokulut suhteessa sen toiminnasta saatuihin tuloihin olivat silti huomattavasti suuremmat kuin vesimyllyllä. Uuden tuulimyllyn rakentaminen maksoi keskimäärin noin 10 puntaa 1200-luvulla, kun taas uusi vesimylly ränneineen, patoineen ja muine rakenteineen maksoi 10–20 puntaa 1300-luvun puoliväliä eli ennen mustaa surmaa. Tämän jälkeen vesimyllylle tuli hintaa keskimäärin kaksinkertaisesti mainittu summa. Jo olemassa olevan vesimyllyn korjaus maksoi 9–15 puntaa. Keskiajan Englannissa valuuttana oli punta, joka jakautui 20 shillinkiin ja 240 pennyyn (Lewis 2022).

Vesimyllyn ylläpitokulut suhteessa kokoe-linkaaren tuottamiin tuloihin olivat 12–20 prosenttia, tuulimyllyillä keskimäärin 30 prosenttia. Tosiasiassa oli taloudellisesti edullisempaa rakentaa vesimylly, jos vesivoimaa oli tarjolla, vaikka sen rakentaminen oli kalliimpaa. Alueilla, joilla ei ollut runsaasti vesivoimaa tarjolla, mutta jossa säännöllisesti tuuli, rakennettiin tuulimyllyjä. Englannissa näitä alueita olivat Itä-Anglia, Länsi-Midlands, Lancashire ja Sussex.

Vain varakkaimmat henkilöt pystyivät rakentamaan, ylläpitämään ja käyttämään

tuuli- ja vesimyllyjä. Heitä olivat aateliset kartanonherrat, kirkolliset organisaatiot, varakkaat kaupunkilaiset ja vauraimmat talonpojat. Kartanonherrojen vuositulot olivat vähintään useita satoja puntia. Työntekijän vuosiansio ennen 1300-luvun puolivälin mustaa surmaa oli Englannissa kaksi puntaa eli kaksi pennyä päivässä. Vertailun vuoksi mainittakoon, että **Matt Lewisin** mukaan esimerkiksi lammas maksoi 1300-luvulla 17 pennyä, sika 24 pennyä ja lehmä 72 pennyä. Ne olivat useimmille ihmisille hyvin kalliita ostaa (Lewis 2022; Eagleton ym. 2007, 68–74).

Koska myllyihin tehdyistä investoinnista voitiin odottaa 60–80 prosentin voitot, kartanonherrat pyrkivät mustasukkaisesti pitämään kiinni oikeuksistaan. He yrittivät monopolisoida ne ja estää epävapaiden vuokraviljelijöidensä riippumattomat myllyt (Lucas 2011, 153). Vaikka kartanonherrat vastasivat kaikista myllyjen kuluista, he myös pitivät kaikki myllyistä vuokraviljelijöitä saadut maksut ja voitot itsellään. Kartanonherrojen ensisijainen motiivi oli vuokraviljelijöiden taloudellinen hyväksikäyttö.

Todettakoon tässä yhteydessä, että keskiajan maanviljelijä ei voinut odottaa suuria satoja. Viljan eli lähinnä vehnän keskimääräinen satotulos oli 4 jyvää 1100-luvulla, kun se oli ollut 2,5 jyvää 800-luvulla (Bagge 1984, 81). Yhdestä kylvetystä tynnyrillisestä saatiin siis satoa neljä tynnyriä. Tästä tuloksesta oli säästettävä yksi tynnyri seuraavaa kylvöä varten.

Myllyihin tehdyistä investoinnista voitiin odottaa 60–80 prosentin voitot.

Lopuista kartanonherra otti oman osuutensa, ja jäljelle jääneen viljan vuokraviljelijä käytti itsensä ja perheensä ruokkimiseen.

Musta surma, joka riehui 1300-luvun puolimaissa ja jota seurasi pienempiä ruttoaaltoja, muutti merkittävästi oloja Englannissa. Englannin ja Walesin väestömäärä putosi vajasta kolmesta miljoonasta kolmanneksella. Väestömäärän romahdettua hylättiin tuulimyllyjä ja vesimyllyjä, jotka olivat ennen olleet kannattavia. Kartanonherrojen monopoli myllyihin ja yleensä ote vuokraviljelijöihin heikkeni. Alempien kansankerrosten toimijoille ja omistajille tuli nyt tilaa.

Mustan surman jälkeen Englannissa alkoivat ensi kertaa yleistyä eläin- eli juhtamyllyt (*beast mills*), erityisesti hevosmyllyt (*horse mills*) Niiden rakentaminen oli kehittyneempää teknologiaa halvempaa, ja niiden omistajat olivat riippumattomia kartanonherroista (Lucas 2011, 330–331). Vetoeläinten pyörittämät juhtamyllyt olivat van-

haa tekniikkaa, ja ne tunnettiin jo Rooman vallan aikana. Niiden käyttö merkitsi melkoista teknologista taka-askelta keskiajan Englannissa (katso juhtamyllyistä Lucas 2011, 22–24; Roos 1939, 391–394).

PALJONKO TUULIMYLLYJÄ OLI?

Tuulimyllyjen kokonaislukumäärästä keskiajalla on lähes mahdotonta sanoa mitään. Arvioita ja täsmällisempiäkin lukuja eri maista on kuitenkin tuulimyllyjen ajan lopulta.

On arvioitu, että Englannissa tuulimyllyjä olisi ollut vuoden 1820 tienoilla noin 5 000. Toisen arvion mukaan niitä olisi ollut jopa 10 000. Tuulimyllyjen määrä luultavasti kaksinkertaistui Englannissa vuosien 1760 ja 1820 välillä. Tuulimylly auttoi jauhamaan viljaa ja ruokkimaan kasvavaa väestöä. Se myös vapautti teollistuvassa Englannissa vesivoimaa muun teollisuuden käyttöön. Englannin ja Walesin väestön määrä kasvoi



KUVAN LÄHDE: MATTPHOTO, ALAMY

Pitstonen tuulimylly on Ison-Britannian vanhin säilynyt tuulimylly. Se on seisonut paikallaan aikakin vuodesta 1624.

vuosien 1750 ja 1821 välillä 6,5 miljoonasta 12 miljoonaan (Hills 1996, 75, 78).

Vuonna 1847 Ranskassa vesimyllyjä oli noin 37 000 ja tuulimyllyjä 8 700, joista 90 prosenttia jauhoi viljaa. Viralliset tilastot osoittavat, että Belgiassa tuulimyllyjä oli kaikella todennäköisyydellä yli 3 000. Saksassa oli vuonna 1875 kaikkiaan 54 000 viljaa jauhavaa myllyä, joista 60 prosenttia sai käyttö-

voimansa vedestä, 30 prosenttia tuulesta ja 10 prosenttia höyryvoimasta. Tuulimyllyjä oli noin 16 200. Saksassa tuulimyllyjen määrä kasvoi vielä tämän jälkeen. Vuonna 1895 niitä oli 18 420 ja vuonna 1907 17 000. Alankomaissa tuulimyllyjen määräksi on arvioitu 6 000–8 000 vuonna 1750. Vuonna 1850 maassa oli toiminnassa kaikkiaan noin 9 000 tuulimyllyä (Hills 1996, 77).

Wattin vuonna 1786 rakentama uusi höyrykone Lontoon Albion Millissä pyöritti yhteensä kuutta myllynkiviparia.

Missä laajuudessa tuuli- ja vesivoima korvasivat ihmisen lihasvoiman keskiajalla? Ihmisen tekemä työ epäilemättä jäi pääasialliseksi keinoksi tuottaa tavaroita koko keskiajan ja aina 1800-luvulle saakka. Myllyt olivat kalliita rakentaa ja ylläpitää. Vaikka viljaa voitiin jauhaa käsिमyllyillä halvemmalla kuin tuuli- ja vesimyllyillä, jälkimmäiset tuottivat kuitenkin käsipeliä hienompaa ja valkoisempaa vehnäjauhoa, jota mieluummin syötiin ja haluttiin (Whitney 2004, 117). Joka tapauksessa tuulimyllyjen kehitys merkitsi tärkeää kehitysaskelta viljan jauhustekniikassa ja säästi ihmiset työläältä käsin tehtävältä jauhamiselta.

HÖYRYKONE KOITUI

TUULIMYLLYJEN KOHTALOKSI

Tuulimyllyjen kauden loppumiseen Euroopassa vaikutti kilpailevan voimanlähteen keksiminen 1700-luvulla. Keksittiin höyrykone, jonka käyttö laajeni 1800-luvulla (Hills 1996, 78–79; Roos 1939, 419).

Skotlantilainen keksijä **James Watt** ja hänen kumppaninsa **Matthew Boulton** patenttoivat vuonna 1784 höyrykoneen, joka tuotti pyörivää liikettä. Tämä keksintö merkitsi sitä, että tuulimyllyt ja vesimyllyt voitiin korvata höyrykoneella. Wattin vuonna 1786 rakentama uusi höyrykone Lontoon Albion Millissä pyöritti yhteensä kuutta myllynkiviparia. Teollisuuden kotimaa Englanti johti höyrymyllyjen kehitystyötä, ja useimmat 1800-luvun alkupuolen höyrymyllyistä Euroopassa olivat englantilaisten rakentamia.

Höyrykone sopi myös voimanlähteeksi laivoihin. Se mahdollisti Yhdysvaltojen preerialla tuotetun halvan viljan ja hienolaatuisen vehnäjauhon tuonnin höyrylaivoilla Atlantin takaa Eurooppaan. Tuonti vaikutti siihen, että esimerkiksi Englannissa omat viljelyalat pienenevät dramaattisesti 1800-luvun lopulla. Samalla viljaa jauhavien kotoisten myllyjen tarve pieneni.

Perinteisiä tuulimyllyjä on yhä eri puolilla Länsi- ja Pohjois-Eurooppaa, mutta vain hyvin harvalla niistä on taloudellisesti kan-

nattavaa toimintaa. Monet puisista tuulimyllyistä ovat kohdanneet loppunsa tulipaloissa. Alankomaissa, jossa tuulimyllyt ovat olleet tärkeitä keskiajalta lähtien myös veden pumppaamisessa ja Pohjanmerestä valatun maan kuivattamisessa, on kuitenkin säilynyt nykyaikaan 950 toimintakyistä tuulimyllyä. Maassa on vietetty toukokuun toisena lauantaina kansallista tuulimyllypäivää (Nationale Molendag).

Pekka T. Heikura on filosofian lisensiaatti ja tietokirjailija.

KIRJALLISUUS

- Bagge, S. (1984): Sydänkeskiaika. Suomentanut Eskelinen, H. Otavan suuri maailmanhistoria 8. Otava, Helsinki.
- Eagleton, C., Williams, J., Cribb, J., Errington, E. (2007): Money. A History. Second Edition. The British Museum Press, Lontoo.
- Forbes, R. J. (1954–72): Studies in Ancient Technology, 9 vols. Brill, Leiden.
- Gille, B. (1969): Toward a Technological Evolution. Kirjassa Daumas, M. (toim.): A History of Technology and Invention: Progress Through the Ages, Vol. I: The Origins of Technological Civilization. Crown Publishers, New York.
- Gimbel, J. (1992): The Medieval Machine: The Industrial Revolution of the Middle Ages, 2. painos. Pimlico, London.
- al-Hassan, A. Y. & Hill, D. R. (1986): Islamic Technology. An illustrated history. Unesco. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hill, D. (1984): A History of Engineering in Classical and Medieval Times. Croom Helm, Lontoo.
- Hills, R. L. (1996): Power from Wind. A History of Windmill Technology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Holt, R. (1990): Milling Technology in the Middle Ages: The Direction of Recent Research, Industrial Archeology Review, VI. 13, Nro 1, 50–58.
- Holt, R. (1988): The Mills of Medieval England. Basil Blackwell, Oxford.
- Hämeen-Anttila, J. ja Nokso-Koivisto, I. (2011): Kalifien kirjastossa, arabialais-islamilaisten tieteen historia. Avain, Helsinki.
- Kealey, E.J. (1987): Harvesting the Air: Windmill Pioneers in Twelfth Century England. University of California Press, Berkeley.
- Landels, J. G. (1985): Antiikin insinööritaito. Suomentanut Hirvonen, Kaarle. Insinööritieto Oy, Helsinki.
- Langdon, J. (2004): Mills in the Medieval Economy: England 1300–1450. Oxford University Press, Oxford.
- Lewis, M. (2022): What Would a Penny Buy in Medieval England? HISTORYHIT 23.2.2022: historyhit.com/money-in-medieval-england
- Lewis, M. J. T. (1993): The Greeks and the Early Windmill, History of Technology, Vol. 15, 121–176.
- Lindqvist, S. (1996): Numismaattinen sanakirja. Otava, Helsinki.
- Lucas, A. (2011): Wind, Water, Work. Ancient and Medieval Milling Technology. Brill, Leiden.
- Magnusson, R. J. (2001): Water Technology in the Middle Ages. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Notebaart, J. C. (1972): Windmühlen. Der Stand der Forschung über das Vorkommen und den Ursprung. Mouton Verlag, Haag.
- Reynolds, T. S. (1983): Stronger than a Hundred Men, A History of the Vertical Waterwheel. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Roos, A. M. (1939): Jauhatusvälineiden historiallinen kehitys, Keksintöjen kirja IX, 385–452. WSOY, Helsinki.
- Smil, V. (2019): Energia ja sivilisaatio. Historia. Suomentanut Pietiläinen, K. Terra Cognita. Helsinki.
- White, L. (1962): Medieval Technology and Social Change. Oxford University Press, Oxford.
- Whitney, E. (2004): Medieval Science and Technology. Greenwood, Westport.
- Wilmi, J. (2003): Tuotantotekniikka ja ravintoaineet. Kirjassa Suomen maatalouden historia. Perinteisen maatalouden aika. Esihistoriasta 1870-luvulle, 159–182. SKS, Helsinki.