

Kylmä tuo ruokaturvaa

■ **Maailman nälänhätää olisi mahdollista lievittää yksinkertaisella keinolla: kylmyydellä. Elintarvikkeiden säilytykseen, varastointiin ja jakeluun tarvittava kylmäteknologia on kuitenkin useimmissa kehittyvissä maissa vasta haave.**

Eeva Pitkälä

Jos nälänhädästä halutaan YK:n tavoitteen mukaisesti päästä vuoteen 2030 mennessä eroon, tarvitaan voimakkaita toimia.

Kehittyvien maiden iso ongelma on ruokahävikki. Joidenkin arvioiden mukaan jopa yli 40 prosenttia ruuasta menee hukkaan ennen kuin se edes pääsee markkinoille.

Ruokaturvaa voitaisiin parantaa ja hävikkiä vähentää etenkin tehokkaan kylmäteknologian ja kylmäketjujen avulla. Ilman jäähdystekniikkaa elintarvikkeet ovat lämpimien ilmanalojen maissa jatkuvassa vaarassa pilaantua.

Nälän torjuntaan on herätty laajalti. Norjan Nobel-akatemia myönsi vuoden 2020 rauhanpalkinnon Maailman ruokaohjelmalle WFP:lle. YK-järjestö auttaa vuosittain liki sataa miljoonaa ihmistä lähes 90 maassa. Koronapandemia on kuitenkin kurjistanut tilannetta ja lisännyt tarvitsijoiden määrää entisestään.

Apuaan ovat havahtuneet antamaan myös maailman kylmäsäilytys- ja kylmälogiikkatoimittajat. Niistä suurin kertoo verkkosivullaan tarjoavansa hätäapua, tukea ja asiantuntemusta ruokapankkikumppaneilleen.

”Kylmäteknologia on nykyelämän edellytys”

Maailman elintarvikelogistiikka kylmäkuljetusketjuineen on toki jo nyt päätähuimaavan laaja. Sen palvelualue kuitenkin kattaa lähinnä vain pohjoisen pallonpuoliskon kehittyneet maat.

Ruokaa kulkee ympäri läntistä maailmaa valtavat määrät. Merillä

seilaa jatkuvasti reilut kaksi miljoonaa jäähdytettävää rahtikonttia, maata pitkin etenevät kylmärekkojen armeijat.

Tutkimusyritys Markets&Marketsin arvion mukaan maailman kylmäketjumarkkinoiden arvo on vuonna 2020 noin 234 miljardia dollaria eli reilut 197 miljardia euroa. Luvun odotetaan nousevan vuoteen 2025 mennessä yli 340 miljardiin dollariin.

”On selvää, että nykykuuoinen elämä ei ole mahdollista ilman kylmälämpöä”, kiteyttää kylmäteknologian merkityksen Suomen Kylmäliikkeen Liiton toimitusjohtaja **Mika Kapanen**.

Kylmää tarvitaan niin yksittäisten ihmisten jääkaappien ja pakastinten sisällön kunnossa pitämiseen kuin kokonaisten elintarvikkeketjujen turvaamiseen.

Ilman kylmyyttä pulassa olisi myös esimerkiksi terveydenhuolto.

Veripalvelun verituotteet on käsiteltävä kylmässä, samoin monet lääkkeet. Toimiva, aukoton kylmäketju eli jäähdytetty kuljetus- ja ylläpitojärjestelmä on edellytys rokotteiden säilymiselle. Yksi ensimmäisistä maaliin päässeistä rokotteista uutta koronavi-

rusta vastaan vaatii poikkeuksellista kylmyyttä.

Kylmäturvan puuttumiselle kehitysmaista on yksi selvä syy.

”Korkeampaa teknologiaa kylmä ei vaadi eikä erityisiä kemiallisia aineitakaan. Kylmälaitteiden perustekniikka itsessään on yli sata vuotta vanhaa, joten siitäkään ei ole kyse”, Kapanen sanoo.

”Kylmän tekemiseen tarvitaan pääasiassa energiaa. Monilta maailman alueilta puuttuu edelleen sellainen meille itsestäänselvyys kuin varmasti toimiva sähköverkko.”

Elintarvikkeiden kuljetus- ja jakelujärjestelmän rakentamisen esteenä on myös se, ettei kehitysmaissa ole kunnollista infrastruktuuria. Tieverkosto on usein surkea tai olematon.

”Sitä paitsi kuljetukset ovat vain yksi osa elintarvikkeketjua. Lisäksi pitää olla jäähdytetyt varastot kautta koko ketjun alkutuotannosta tuotteen jakelupäähän asti”, Kapanen muistuttaa.

Tosiasia myös on, että kylmälogiikka nostaa ruuan hintaa.

”Niillä, joilla on varaa maksaa ruuasta, on varaa maksaa myös kuljetuksista vaikka maapallon toiselta puolelta. Kehittyvissä maissa mikään ei saa eikä voi maksaa kovin paljoa.”

Pienin askelin kohti valtavaa verkostoa

Länsimaiden taival kohti modernia kylmän tekemistä ja kylmälaitteita alkaa vuosisatojen takaa. Ensimmäinen tunnettu jäähdyttämisen muoto kek-

”Niillä, joilla on varaa maksaa ruuasta, on varaa myös maksaa kuljetuksista vaikka toiselta puolen maapalloa.”

sittiin Glasgow’n yliopistossa vuonna 1748. Kylmä saatiin aikaan antamalla eetterin höyryä alipaineessa.

Jäällä kylmentäminen patentoitiin Yhdysvalloissa heti 1800-luvun alussa. Vuonna 1834 nähtiin ensimmäinen toimiva jäähdytyskone, joka hyödynsi sekä eetterin höyrytymistä että lauhtumista.

» » »



Länsimaisen supermarketin kylmähyllyillä ruokaa riittää runsaudenpulaan asti. Kylmäketjujen ansiosta elintarvikkeet kulkevat turvallisesti määränpäähänsä maapallon kaikista kolkista.

Kymmenen vuotta myöhemmin amerikkalainen lääkäri rakensi laitteen, jonka tarkoitus oli jäädyttää ilmaa keltakuumeepotilaiden sairaalahuoneissa. Hän sai patentin mekaaniselle jäädytykselle vuonna 1851.

Ranskassa keksittiin vuonna 1905 maailman ensimmäinen suljettu jäädytyskone, jonka kylmäaineena toimi rikkidioksidi. Kone löysi markkinansa hotelleista ja ravintoloista. Ensimmäisen maailmansodan (1914–1918) aikana myös ammustehtaat tarvitsivat runsaasti jäädytystä.

Kotijääkaappi ilmestyi ensimmäisiin amerikkalaisiin keittiöihin varhain. Vuonna 1921 Yhdysvalloissa valmistettiin noin 5 000 mekaanista jääkaappia, vuosikymmenen kuluttua jo miljoona.

1920-luvulla kylmän käyttö yleistyi myös julkisissa tiloissa. Ensimmäiset kotitalouksille tarkoitetut ilmastointilaitteet ilmaantuivat 1930-luvun alussa, jolloin autoteollisuuskin oli alkanut kehittää ilmastoinnin prototyyppisiä.

Pakastimet, joiden koneisto ja teho olivat jääkaappeja suuremmat, kehitettiin myös jo 1930-luvulla, vaikka esimerkiksi Suomessa ne yleistyivät vasta 1960-luvulla.

Noihin aikoihin ruoka alkoi tulla

enenevässä määrin yhä kauempaa: kumipyörillä eri puolilta maata ja laivoilla ja lentokoneilla ulkomailta. Jäädytyksen merkitys ravinnon käsittelyssä kasvoi räjähdysmäisesti.

Kylmäkuljetusalan kehitystä vauhdittiin niin meillä kuin maailmallakin muuttoliike maaseudulta kaupunkeihin. Kun ihmiset eivät enää kasvattaneet ruokaansa itse, oli pakko rakentaa uusia elintarvikkeiden logistiikkajärjestelmiä. Pelkästään Suomessa toimii tätä nykyä reilusti yli 350 huolintayritystä.

Sähköä kylmän aikaansaamiseen kuuluu huimia määriä. Ruokakuljetusverkostojen on laskettu nielevän maailmassa käytettävästä energiasta ainakin 20 prosenttia.

Kohti kestävämpää jäädytystä

Sähkölle vaihtoehtoisia jäädytysratkaisuja ei ole onnistuttu toistaiseksi kaupallistamaan kovin laajalti. Kun maapallon ilmasto yhä lämpenee, kestävän jäädytyksen tarve kasvaa.

Hyvä uutinen on, että Suomessa kylmän tekemisen energiatehokkuus on vuosien mittaan parantunut huomattavasti. Hukkalämmöt hyödynnetään

usein kiinteistön tai veden lämmitykseen.

Asiassa ovat kunnostautuneet muun muassa aivan tavalliset suomalaiset ruokakaupat.

”Toimin vuodet 2003–2010 Suomen edustajana eurooppalaisessa kylmäalan järjestössä, eivätkä kansainväliset kollegat olleet uskoa, millaiset energiatehokkuusluvut olivat jossain meidän Lapin marketissamme”, Kapanen kertoo.

”Meillä on muutenkin ruvettu rakentamaan järjestelmiä, joissa yhden prosessin hukkalämpö osataan käyttää hyväksi johonkin muuhun. Automaatio ja sensoritekniikka ovat tuoneet alalle paljon energiansäästöä.”

EU:n energiapolitiikka tuo silti haasteita uusiutuvan energiatuotannon kehittämiseen. Pohjoismaissa ei ole kovin paljon tutkittu teknologisia ratkaisuja sähköenergian käytön korvaamiseen jäädytyksessä, joskin teoreettiset mahdolliset siihen ovat lupaavat.

Pohdinnassa on, olisiko varsinkin kehittyvien maiden osalta paras tulevaisuuden ratkaisu täysin uudenlainen, kestävä jäädytys, joka perustuisi kokonaan uusiutuvaan energiaan: vesivoimaan, bioenergiaan, tuulivoimaan, maalämpöön, geotermiseen energiaan ja aurinkoenergiaan.



Ruandalaisen torin valikoimaa. Kylmäteknologian avulla ruuan säilyvyyttä ja elintarvikkeiden jakelua voitaisiin parantaa huomattavasti.

Adobe Stock

Vihreän kylmäaineen metsästys

Kaikilla testatuilla ja käytössä olevilla jäähdytysaineilla on erilaisia haittoja, joita ovat esimerkiksi syttyvyys, korrosio tai myrkyllisyys.

Suurimman osan ongelmista olisi ratkaissut hiilidioksidi, joka patentoitiin kylmäaineena jo 1850-luvulla. Aineen käyttöön myötä kylmälaitteiden koko ja vuotoherkkyys kuitenkin kasvoivat, joten hiilidioksidin suosio alkoi 1920-luvulta lähtien tasaisesti hiipua.

Hiilidioksidin syrjäyttivät uudet syntetiset kylmäaineet, halogenoidut hiilivedyt. Ensimmäisenä otettiin vuonna 1931 käyttöön yhdiste nimeltä CFC-12.

CFC-yhdisteitä, joissa jokaisessa oli yhden hiiliatomin kanssa eri määrä klooria, fluoria ja vetyä, tuli seuraavina vuosina lisää. Kauppanimellä freonit tunnettuja yhdisteitä hyödynsi pian koko jäähdysteollisuus.

Toisen maailmansodan (1939–1945) jälkeen freonien kysyntä kasvoi entisestään, kunnes tutkijat alkoivat 1970-luvulla epäillä, että CFC-yhdisteet heikentävät ilmakehän otsonikerrosta. Niitä ryhdyttiin korvaamaan otsonikadon kannalta vaarattomiksi arvioiduilla fluorihiiilivedyillä, HFC-yhdisteillä.

Seuraavalla vuosikymmenellä otsonikerroksesta todella löytyi valtava aukko Etelämantereen yläpuolelta. Sen jälkeen CFC-yhdisteitä ryhdyttiin suitsimaan kansainvälisellä Montrealin pöytäkirjalla. Vuonna 1989 voimaan tulleen ja useaan kertaan täydenne-

tyn ympäristösopimuksen myötä otsonikerrosta uhkaavista aineista on päästy pitkälti eroon.

Vuoteen 2030 mennessä eroon pyritään myös HFC-yhdisteistä, sillä ne on havaittu voimakkaiksi kasvihuonekaasuiksi. Lisäksi tiedetään, että vaikka yhdisteet eivät itsessään ole otsonikerrokselle vaarallisia, niistä tulee haitallisia, kun ne reagoivat kloorin tai bromin kanssa.

2000-luvulla on kehitetty uusia korvaavia kylmäaineita, joita hyödynnetään jälkiasennuksessa ja uusissa järjestelmissä. Useat nykyisetkin aineet ovat kuitenkin niin sanottuja F-kaasuja, joiden lämmitysvaikutus ilmakehään on suuri.

F-kaasujen käyttö on viime vuosina vain lisääntynyt, kun niillä on korvattu CFC- ja HCFC-aineita. Kasvua tuo myös se, että kylmä- ja ilmastointilaitteet jatkuvasti yleistyvät. F-kaasuja käytetään tavallisimmin juuri lämmönsiirto- ja kylmäaineina jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppulaitteistoissa.

F-kaasuillekin on tullut ja suunnitella rajoituksia ja kieltoja. Myös EU:n tavoitteena on vaiheittain siirtyä ympäristölle hellävaraisempiin kylmäaineisiin.

Unionin F-kaasusetus vuodelta 2015 pyrkii suitsimaan F-kaasujen päästöjä muun muassa laitteiden huoltotarkastuksilla, joiden avulla voidaan vähentää vuotoja. Lisäksi F-kaasujen käyttöä rajoitetaan tietyissä uusissa

laitteissa, joihin on saatavilla korvaavia vaihtoehtoja.

Hiilidioksidin paluu tulevaisuuteen

Kun kunnollisen, ympäristökriteerit täyttävän kylmäaineen metsästys jatkuu, katse on jälleen kääntynyt hiilidioksidiin.

Ensimmäisenä vanhan tutun ominaisuuksia modernissa kylmäteknikassa alkoi jo vuonna 1993 tutkia kaukonäköinen norjalainen professori **Gustav Lorentzen**.

Sittemmin hiilidioksidi on jälleen noussut arvoon arvaamattomaan. Juuri CO₂-kylmäkoneistot ja -järjestelmät ovat tehneet muun muassa kauppojen kylmäntuotosta energiatehokkaampaa.

Hiilidioksidin ominaisuudet kylmäaineena ovat samankaltaiset kuin muillakin yleisillä kylmäaineilla. Suurimmat erot löytyvät olomuodoista, sillä ilmakehän paineessa CO₂ voi olla vain kaasumainen tai kiinteä. Nestemäisenä sitä ei ilmakehässä esiinny.

Nestemäiseksi muuttuakseen hiilidioksidi vaatii yli 5,2 barin paineen. Kylmäaineena sitä joudutaan siis käyttämään korkeissa paineissa, mutta se sopii kapeaputkisiin laitteistoihin, joten säästöä tulee sekä materiaali- että asennuskustannuksissa.

Hiilidioksidin etu on erityisesti se, että sen käytölle ei ole näkyvissä rajoitteita eikä kieltoja.

Kestävä jäähdytys sekä parantaisi elintarviketurvaa että vähentäisi ilmastoa vahingoittavien kylmäainekaasujen päästöjä.

Ruanda tarttunut toimeen

Yritystä tähän suuntaan on, esimerkiksi Afrikassa. Pienen Ruandan yliopiston kestävä kehityksen huippuyksikkö pyrkii hankkeessaan yhdistämään maanviljelijät, logistiikkatoimittajat, elintarvikeyritykset, asiantuntijat ja sijoittajat.

Afrikkalaisyliopiston kumppanina projektissa toimivat britannialaisen Birminghamin yliopiston kylmätalou-

Kehittyville maille paras tulevaisuuden ratkaisu voi olla kestävä jäähdytys, joka perustuu kokonaan uusiutuvaan energiaan.

den tutkijat.

Ruandan ruokapullonkaula ovat tehottomat jakelujärjestelmät, jotka rajoittavat viljelijöiden mahdollisuuksia saada tuotteensa markkinoille myös lähialueen ulkopuolelle. Maassa tuotetaan ja kulutetaan runsaasti esimerkiksi tomaatteja, mutta niistä neljäsosa menee hukkaan pian sadonkorjuun jälkeen.

Ongelmat pyritään ratkaisemaan kylmäketjuilla, jotka hankkeen toimijoiden mukaan edellyttävät esijäähdytysten, jäähdytettyjen pakkaamojen, ajoneuvojen, kylmävarastojen ja jakelukeskusten integroitua, optimoitua, hallittua verkostoa.

Energiatehokkaiden, ilmastoa säästävien ja kohtuuhintaisten kylmäketjujen toivotaan paitsi tehostavan Ruandan elintarvikehuoltoa myös saavan aikaan todellisia ympäristöllisiä ja taloudellisia muutoksia. Hankkeen suuri haaste on päästä tavoitteeseen ilman fossiilisia polttoaineita. □

Kirjoittaja on vapaa tiedetoimittaja.
epitkala@gmail.com