

Mustan muovin paljastaja

Hyperspektriteknologiasta on löytynyt viisasten kivi, jonka ansiosta myös mustaa muovia voidaan alkaa kierrättää. Innovaation kehitti oululainen Specim Oy, jonka toinen iso keksintö on kannettava hyperspektrikamera.

Anni Turpeinen

Valtaosa maailman kaikesta muovista on mustaa. Mustaa muovia käytetään laajalti auto- ja elektroniikkateollisuudessa, ruokapakkauksissa ja muovikasseissa ja -pusseissa – mutta sitä ei kierrätetä käytännössä lainkaan.

Syynä on se, että kierrätyslaitosten erottelutekniikat eivät kykene tunnistamaan mustaa muovia.

Kierrättämisen sijaan tummanpuhuvan muovi poltetaan siis savuna ilma-kehään, tai se päättyy vaihtoehtoisesti kuormittamaan kaatopaikkoja.

Tilanne on kuitenkin muuttumassa. Oulussa julkistettiin hiljattain maailman ensimmäinen hyperspektrikamera, joka pystyy erottamaan myös mustan muovin.

Specim Oy:n kehittämä kamera ope-roi keskipitkällä infrapuna-aaltoalueella, jolla erilaiset muovit näkyvät erivärisinä. Kameran bongama musta ei siis enää olekaan pelkkää mustuutta vaan oma, muista erottuva sävynsä.

”Kamera vastaa teollisuuden vaatimuksiin myös nopeuden ja luotettavuuden osalta niin, että liiketoiminta on yrityksille kannattavaa”, kertoo oululaisyhtiön toimitusjohtaja **Tapio Kallonen**.

Kun mullistavaksi uumoiltu keksintö puolisen vuotta sitten lanseerattiin, firmassa osattiin varautua suureen kiinnostukseen. Uutuuden suosio pääsi silti yllättämään.

”Kysynnän määrä ja intensiteetti kertovat siitä, että markkinat ovat odottaneet tällaista laitetta jo kauan”, Kallonen sanoo.

Specimin asiakkaita ovat jätteenkäsittelylaitteistoja valmistavat yritykset. Tuotenimen FX50 saanut hyperspektrikamera liitetään osaksi laitteistoja.

Mustan muovin tunnistavat kamerat ovat pääsemässä tositoimiin lähitulevaisuudessa.

”Näemme jo varsin pian jätelaitoksia, jotka erottelevat myös mustaa muovia”, toimitusjohtaja lupaa.

Tapio Kallonen näkee tulevaisuudessa siintävän myös lainsäädännön muutoksia. EU tiukentaa jatkuvasti kierrätystä sääteleviä lakejaan. Suomalaisinnovaatio noteerataan varmasti myös unionitasolla.

”Kun päättäjät huomaavat, että mustan muovin erottelu on vihdoinkin tehty mahdolliseksi, sitä aletaan myös edellyttää lakisääteisesti. Tämä taas lisää kameran kysyntää entisestään.”

Kannettava kamera bongaa väärennökset

Specimin perustivat VTT-lähtöiset tutkijat vuonna 1995. Yhtiö on investoinut useita miljoonia euroja hyperspektrikameroidensa kehitystyöhön.

Työ on ollut menestyksestä, sillä yrityksen tulos on ollut nousevalla käyrällä vuodesta toiseen. Viiden viime vuoden aikana sekä liikevaihto että henkilöstö ovat lähes kaksinkertaistuneet. Tätä nykyä työntekijöitä on liki 70.

Yhtiön tuotteista leijonanosa eli yli 90 prosenttia menee vientiin.

”Me olemme hyperspektritekologian globaali markkinajohtaja. Markkinat kasvavat nopeasti, mutta me olemme koko ajan kasvaneet vielä nopeammin”, Kallonen selvittää.

Yrityksen vuotuinen kasvutavoiteprosentti on hänen mukaansa jatkosakin kaksinumeroinen.

Specim valmistaa mustan muovin

tunnistavan kameran lisäksi monia muitakin kuvantamislaitteita. Erityisen laajaa mielenkiintoa herättänyt innovaatio on kannettava hyperspektrikamera, joka kantaa nimeä Specim IQ.

”Se tuli markkinoille vajaat kaksi vuotta sitten ja on edelleen ainoa laatuun”, toimitusjohtaja kertoo.

”Toista vastaavaa tuotetta, joka pystyy sekä kuvaamaan että prosessoimaan datan ja antamaan tuloksen näytöltä suoraan käyttäjälle, ei ole saatavissa.”

Pieni, kompakti laite muistuttaa paita kooltaan myös ulkonäöltään tavallista digikameraa. Kyseessä on kuitenkin erittäin tarkka analytiikan instrumentti.

Kannettavan kameran toiminta perustuu materiaalin pinnasta heijastuvan valon spektrin mittaamiseen näkyvän valon ja lähi-infrapunan 400–1 000 nanometrin aallonpituusalueilla. Laitteen aallonpituuksien erottelukyky on ihmissilmään verrattuna ylivoimainen.

Jokaisella materiaalilla on yksilöllinen spektrisormenjälki. Heijastuneen valon perusteella voidaan päätellä, mistä materiaalista on kyse, tai onko kuvatussa materiaalissa tapahtunut muutoksia.

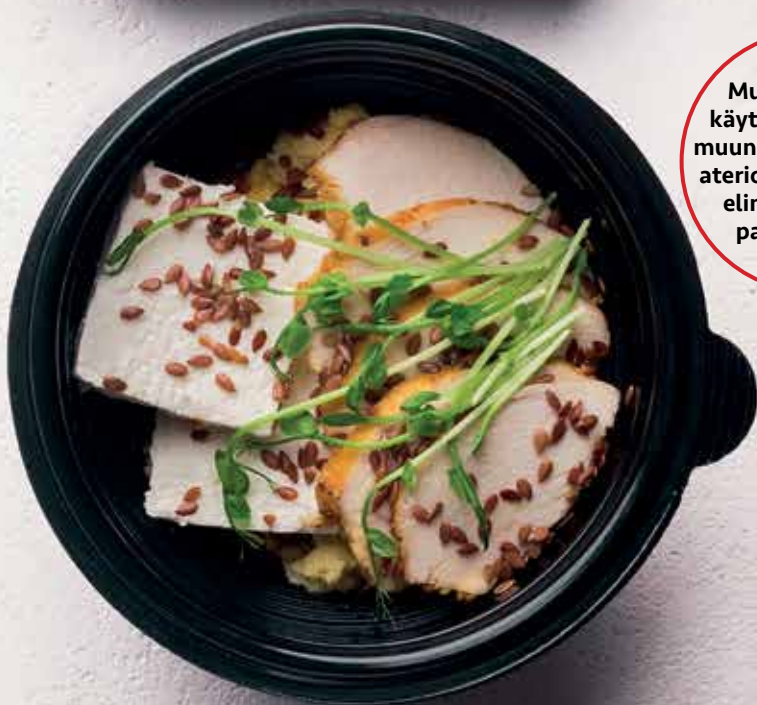
Ominaisuus hyödyttää esimerkiksi elintarviketeollisuutta. Kuvantavalla hyperspektrikameralla on käyttöä muun muassa Kiinassa, jossa elintarviketäydennökset ovat erittäin yleisiä. Laitteeseen on kehitetty erityinen riisinalysointiohjelma.

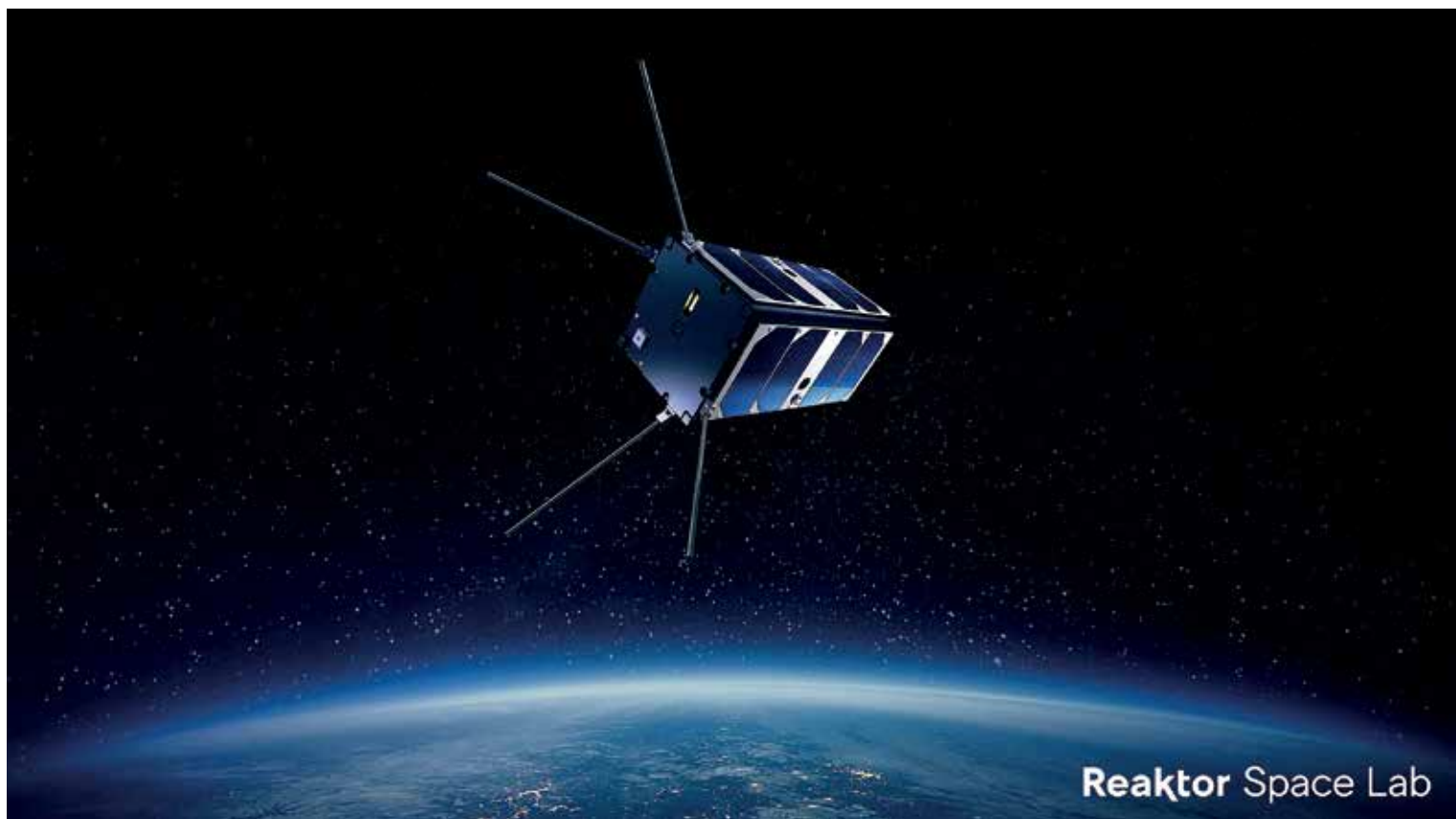
”Ohjelma tunnistaa riisin ja näyttää sen kuvassa vaikkapa vihreällä. Jos riisin sekaan on lisätty jotakin muuta materiaalia, kuten muovia, se näkyy ku-

» » »



Mustaa muovia
käytetään yleisesti
muun muassa valmis-
aterioiden ja muiden
elintarvikkeiden
pakkauksissa.





Reaktor Space Lab

Avaruuden tarkkailijat

Maapalloa kiertää avaruudessa kaksi VTT:n kehittämää hyperspektrikameraa, joiden avulla seurataan muun muassa hiilinielujen kehitystä, metsäpalojen vaaraa, vesistöjen tilaa ja peltöjen kastelutarvetta.

Suomalainen nanosatelliitti Reaktor Hello World kyyditsi maailman ensimmäisen pienen infrapuna-alueen hyperspektrikameran avaruuteen marraskuussa 2018.

Hyperspektritekniologialla on mahdollista saada täsmällistä, tosiaikaista tietoa ympäristöstä ja sen tilasta, jolloin esimerkiksi uhkaaviin katastrofeihin kyetään reagoimaan entistä nopeammin.

Jo pian laukaisun jälkeen kamera lähetti Maahan kuvia Saharan autiomaan yltä.

”Nyt Hello World on ollut avaruudessa kohta vuoden, ja kamera toimii edelleen normaalisti”, kertoo VTT:n erikoistutkija **Antti Näsiliä**.

Kameran tuottamasta kuvamateriaalista saadaan lähes reaaliaikaisesti

tietoa maaperän ja ilmakehän kosteusvaihteluista. Tiedon avulla olisi mahdollista ehkäistä esimerkiksi Kalifornian maastopalojen kaltaisia suuria luonnonkatastrofeja.

Kameran materiaalia voidaan käyttää apuna myös esimerkiksi ruuantuotannon optimoinnissa, maatalouden ympäristökuormituksen vähentämisessä sekä hiilinielujen kehityksen seuraamisessa.

”Tulevaisuudessa tärkeimmät sovelluskohteet tälle kameratyyppille liittyvät maanviljelyn lisäksi kaivostoimintaan ja kasvihuonekaasujen mittaamiseen”, tutkija sanoo.

Reaktor Hello Worldin kyytiläinen ei ole ainut suomalainen VTT-lähtöinen hyperspektrikamera, joka viilettää pitkän Maan kiertorataa.

Suomen ensimmäinen nanosatelliitti on Aalto-yliopistossa kehitetty Aalto-1. Sen mukana matkaa hyperspektritekniologiaa hyödyntävä VTT:n kameramoduuli, joka on kuvannut maapalloa jo kaksi vuotta.

Aalto-1:n kamera ja sen teknologia

Hyperspektrilaite voi tulevaisuudessa lähteä tutkimaan myös ulkoavaruutta.

Reaktor Hello World -nanosatelliitin kuljettama hyperspektrikamera lähettää Maahan tietoja maaperän ja ilmakehän kosteusvaihteluista.

ovat osoittautuneet erinomaisen kestäviksi. Laite on selvinnyt matkansa aikana voimakkaista avaruusmyrskyistä ja lähettää edelleen hyvälaatuista spektridataa.

”Tämä kamera soveltuu hyvin kasvilisäyksen havainnointiin. Sillä pystytään helposti erottamaan, mitkä alueet ovat kasvillisuuden peitossa. Tieto on olennainen globaalin biomassan määrittämisessä.”

Seuraava kyyti kohti komeettoja

Aalto-1:n hyperspektrikamera mittaa näkyvän valon aallonpituutta ja tuottaa visuaalista kuvaa, jota tavallisilla kameroilla ei pystytä esimerkiksi pilviverhon vuoksi näkemään.

Reaktor Hello Worldin hyperspektrikamera puolestaan toimii näkyvän valon sekä lähi-infrapuna-alueen aallonpituuksilla 900–1 400 nanometriä. Tä-

vassa toisen värisenä”, Kallonen kuvaa systeemin toimintaperiaatetta.

Joskus tulevaisuudessa kamera saat-
taa olla myös kuluttajien ulottuvilla.
Ruokakaupassa asioiva voisi kuvata
vaikka hedelmä- ja vihannesosaston
avokadokorit ja otoksen perusteella
valita täydellisen hedelmän illan pas-
taa tai guacamolea varten.

Laitteesta olisi myös kotikeittiöiden
jääkaappien sisällön laadunvalvon-
taan. Kameran kuvasta voisi tarkastel-
la, onko ruoka edelleen syömäkelpois-
ta vai olisiko sen osoite lautasen sijaan
biojäteastiassa.

Helposti muokattavissa olevat ka-
mera ja ohjelmisto sopivat myös muun
muassa kasvitutkimukseen ja -jalos-
tukseen sekä taideväärnönsten pal-
jastamiseen.

”Samoin värimittaukset esimerkiksi
maali- ja tekstiiliteollisuudessa ovat hy-
vin lupaava käyttökohde.”

män spektrialueen data sisältää paljon
tietoa kappaleiden koostumuksesta ja
ympäristön kemiasta.

Kameran toiminta perustuu säädet-
tävään optiseen suodattimeen, joten
sitä voidaan ohjelmoida Maasta käsin
erityyppisiin mittauksiin soveltuvaksi.

Infrapuna-alueella toimimisesta on
monta etua. Mittauskohteista saadaan
huomattavasti enemmän tietoa kuin
näkyvän valon alueella. Tulevaisuu-
dessa kameraa voitaisiin käyttää myös
ulkoavaruuden tutkimiseen.

”Hello Worldissa matkaavan ka-
meran päätarkoitus onkin toimia de-
monstraationa tulevia asteroidi- ja ko-
meettamatkoja varten”, Näsälä kertoo.

Demonstraatio tulokset ovat olleet
hyviä.

”Kameralla pystyttiin havaitsemaan
myös happimolekyyleistä lähtevä sä-
teily IR-aallonpituuksilla. Maan kier-
toradalla nämä eivät ole niinkään tär-
keitä mitattavia asioita, mutta komee-
talla tai asteroidilla kyky nähdä näitä
ilmiöitä on hyvin olennaista.”

Hyperspektrikamera mahtuu pie-
nen kokonsa ansiosta nanosatelliittiin,
jollaisia voidaan lähettää avaruuteen
useita. Mitä useampi kameranlinssi
tuo jottaa maankamaran samaa koh-
taa, sitä tarkempaa tietoa planeetalla
tapahtuvista muutoksista saadaan.



**FX 50 -mallin analysaattori
on maailman ensimmäinen laite,
jonka avulla jätteenkäsittelijät voivat
erotella myös mustan muovin.**

Laitteen sovelluksenkehitystyökalu
helpottaa tarvittavan spektrikirjaston
kokoamista myös yksilöllisempiä app-
likaatioita varten.

”Itse kamera on helppokäyttöinen,
eikä käyttäjän tarvitse keskittyä moni-
mutkaiseen datankeräämiseen tai -kä-
sittelyyn. Kuvasta saa mittaustulokset
ilman, että pitäisi osata korkeampaa
matematiikkaa tai signaalinkäsittelyä.”

Paljastaa palovamman ja oliivituholaisen

Kannettavan hyperspektrikameran po-
tentiaalisia sovelluskohteita kehitetään
ja tutkitaan innokkaasti myös maail-
malla. Yksi ajankohtainen käyttötar-
koitus ovat ihomittaukset.

Palanut tai muuten vaurioitunut
iho reagoi valoon eri tavoin kuin ter-
ve kudos. Ruotsalaisen Linköpingin
yliopiston tutkimusryhmä hyödyntää
hyperspektriteknologiaa kehittäessään
uutta, kajoamatonta menetelmää palo-
vammojen syvyyden ja laajuuden mää-
rittämiseen.

Tutkijoiden mukaan suomalaiska-
mera on tarjonnut heille uuden, entis-
tä tehokkaamman työkalun.

”Käytimme aiemmin tekniikkaa, jol-
la saa kuvan ainoastaan yhdestä koh-
taa kudosta kerrallaan. Specimin lait-
teen spatiaalinen kuvantamistekniik-
ka tuottaa heti laajan aineistokirjaston
koko kudoksesta”, kiittelee tutkija **Rolf
Saager**.

Visioissa kangastelee jo aika, jolloin
ambulanssin ensihoitajat voivat kuva-
ta vammata heti onnettomuuspaikalla
ja tehdä tulosten pohjalta arvion vau-
rioiden vakavuudesta. Näin myös tar-
vittavat hoitotoimenpiteet voitaisiin

suunnitella saman tien.

Teknologian ansiosta voisi olla mah-
dollista esimerkiksi ehkäistä tarpeetto-
mia leikkauksia.

Samaa kuvantamistekniikkaa voi-
daan soveltaa muihinkin ihotutkimuk-
siin.

>>>



**”Kun EU-viranomaiset huomaavat,
että mustaa muovia on nyt mahdol-
lista kierrättää, kierrätyksestä tulee
lakisäätöistä”, Tapio Kallonen uskoo.**



Lentävä analysaattori tutkii puiden terveyttä

Maanmittauslaitoksen paikkatietokeskus ja Jyväskylän yliopisto ovat aloittamassa tutkimushanketta, jonka tähtäimessä on puiden terveyden seuraaminen kuvantavan hyperspektrometrian ja autonomisten droonien avulla.

Suomen Akatemian rahoittamassa kolmivuotisessa hankkeessa kehitetään analysaattori, joka perustuu valon eri aallonpituuksia mittaavan hyperspektrometrian lisäksi matemaattiseen mallinnukseen ja koneoppimiseen.

Analysaattorin on tarkoitus lentää metsien yläpuolella itsenäisesti toimivien robottilennokkien kyydissä.

Lentävän analysaattorin on määrä tuoda tutkijoille kattavaa tietoa metsien ja kasvuston terveydentilasta. Hyperspektriteknologian avulla monitoroidaan esimerkiksi kasvitauteja ja tuhohyönteisten määrää.

Ilmastonmuutoksen uskotaan vauhdittavan metsän terveyden heikkenemistä, joten jatkuvaa seurantaa tarvitaan tulevaisuudessa yhä enemmän.

Suomen metsien yllä lentelee ehkä jo muutaman vuoden kuluttua drooneja eli robottilennokkeja tarkkailemassa puiden terveyttä.

» » »

”Haavojen syvyyden, mustelmien syntymishetken tai iholla olevien luomien muutoksen voi mitata sekunneissa. Tulevaisuudessa ihosyöpään viittaavat merkit voitaisiin havaita jo kotona”, Kallonen kuvailee.

Hyperspektrikamera sopii myös rikospaikkatutkijoiden käyttöön. Veri reagoi ilman kanssa, jolloin sen sisältämä hemoglobiini hapettuu. Laite tunnistaa kemiallisen koostumuksen muuttumisen verijäljestä.

”Verijäljen suhteellinen ikä saadaan siten heti selville. Näin päiviä tai viikkoja kestäviä laboratoriotutkimuksia ei tarvita, mikä voi nopeuttaa rikostutkintaa ratkaisevasti.”

Linköpingin yliopiston tutkijaryhmä voitti taannoin Specimin järjestämän applikaatiokilpailun, jossa yhtiö hauroi innovaationsa hedelmällisimpiä käyttökohteita ja pisimmälle vietyjä kehitysideoita.

Kilpailu tuotti muitakin helmiä. Yksi niistä on kasvitautein tunnistamiseen kehitettävä sovellus, jonka avulla oliivitarhoilta löydetään *Xylella fastidiosa* -bakteerin sairastuttamat puut jo ennen kuin bakteeri on aiheuttanut ihmisilmälle näkyviä haittoja.

Kameraa voidaan hyödyntää myös havumetsien kaukokartoituksessa ja vaikkapa huumeviljelmien jäljittämisessä.

”Elintarviketehtaissa kuvantavalla hyperspektriteknologialla voidaan ha-

Rikospaikalla hyperspektrikamera selvittää hetkessä verijäljen iän.

vaita esimerkiksi laatuvirheet ja vierasesineet kerralla koko linjastosta”, Kallonen jatkaa potentiaalisten sovellusten listaa. □

Kirjoittaja on kemisti ja vapaa toimittaja.
anni.turpeinen@gmail.com



Specim Oy

Kannettavalla hyperspektrikameralla paljastetaan esimerkiksi taideväärennöksiä.