



Eeva Terhonen

## Sienten ja niiden isäntäpuiden vuorovaikutussuhteet voivat ajautua epätasapainoon ympäristön muuttuessa

---

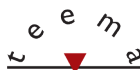
**Terhonen E.** (2022). Sienten ja niiden isäntäpuiden vuorovaikutussuhteet voivat ajautua epätasapainoon ympäristön muuttuessa. Metsätieteen aikakauskirja 2022-10724. Tieteen tori: Uudet metsätuho-riskit muuttuvassa ilmastossa. 5 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10724>

**Yhteystiedot** Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Helsinki

**Sähköposti** [eeva.terhonen@luke.fi](mailto:eeva.terhonen@luke.fi)

**Hyväksytty** 31.8.2022

---



Uudet metsätuho-riskit  
muuttuvassa ilmastossa

### Johdanto

Ilmastonmuutos, etenkin lisääntynyt kuivuus, on uhka metsien terveydelle. Osin uhka johtuu puiden sienikumppaneiden muuttuneesta käyttäytymisestä, sillä kuivuudesta johtuva isäntäpuun stressi voi suosia sienikumppaneita. Metsätuhojen on ennustettu lisääntyvän tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen myötä. Vuonna 2018 Eurooppa kärsi kovasta kuivuudesta, jonka seurauksena metsätuhot lisääntyivät. Metsätaloudelle eniten tuhoa aiheuttavat sienet, juurikäävät (*Heterobasidion* spp.), hyötyvät ilmaston muutoksesta suuresti. Roudan puute lisää talviaikaisia hakkuuvaurioita, lämpimät syksyt pidentävät itiöiden tuotantoaikaa sekä rihmaston kasvulle sopivaa ajankohtaa, ja isäntäpuiden puolustus heikkenee kuivuusstressissä. Kuivuus siis muuttaa sienien ja isäntäpuun vuorovaikutussuhteita ennalta-arvaamattomasti. Tulevaisuudessa suurimmat tuho-riskit saattavat kuitenkin johtua sienistä, jotka tavallisesti eivät aiheuta näkyviä oireita isäntäkasvissaan mutta jotka hyötyvät ilmaston muutoksesta isäntäpuun kustannuksella. Vedenpuute tekee puut helposti alttiiksi näille opportunistisille taudinaiheuttajille. Mänty (*Pinus sylvestris* L.) mielletään kuivuutta kestäväksi puulajiksi. Pitkät kuivuusjaksot Keski-Euroopassa ovat kuitenkin vaurioittaneet mäntyjä sieni-isäntä-vuorovaikutuksen ajauduttua epätasapainoon ympäristötekijöiden muuttuessa. Kesä 2021 oli Suomessakin ennätysellisen kuuma ja kuiva, ja useissa kohteissa raportoitiinkin mäntyjen kuolleen nopeasti.

## Havuparikas – kumppanista männyn taudinaiheuttajaksi

Havuparikas (*Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel, synonyymi *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton) on tavallisesti harmiton endofyyttinen sieni, joka kasvaa männyn vuosikasvainten soluissa. Endofyyttiset sienet elävät kasvien solukoissa ja solujen väleissä aiheuttamatta oireita. Havuparikas muuttuu lahottajaksi kuolleessa puuaineessa: neulasissa, kävyissä ja kuolleissa oksissa. Tällöin se käyttää ravintonaan kuollutta puuainesta, muodostaa kuromaitiöitä ja ilmaveintäisesti tartuttaa uusia isäntäkasveja. Useat mänty- ja havupuulajit ovat havuparikkaan isäntiä, mutta sitä on löydetty myös lehtipuilta kuten pyökiltä (*Fagus sylvatica* L.) ja tervalepältä (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Havuparikas on levinnyt huomaamatta maailmanlaajuisesti ja esiintyy myös Suomessa. Se on opportunistinen taudinaiheuttaja, joka hyötyy isäntäpuun lisääntyneestä ulkoisesta stressistä. Nämä voivat olla elottomia, kuten lisääntyneet raekuurot, lämpötila/säteily ja kuivuus. Elollisia häiriöitä ovat esimerkiksi juurikäpää ja misteli. Ylimääräinen isäntäpuun stressi laukaisee havuparikkaan elintavan muutoksen etelänversosurma-taudinaiheuttajaksi. Etelänversosurma-taudin oireita ovat harsuuntuminen, neulasten ruskettuminen tyveltä ja lopulta kuluvan kasvukauden vuosikasvainten kuoleminen loppukesästä (Kuva 1). Yleisesti taudin kehitys yhdistetään häiriintyneeseen vedenottoon isäntäpuussa, joka johtuu kuivuudesta, juurikäpätartunnasta tai niiden yhteisvaikutuksesta.



**Kuva 1.** Useilta kohteilta Etelä-Suomessa havaittiin elokuussa 2021 uusimpien vuosikasvainten kuolevan männyn taimilla. Elävän ja kuolleen nilan välimaastosta eristettiin havuparikasta.

Ilmastonmuutoksen aiheuttama kuivuus voi johtaa havuparikkaan aiheuttamiin äkillisiin ja ennalta arvaamattomiin mäntyjen kuolemiin. Tämä on jo nyt suuri ongelma Keski-Euroopassa, etenkin Saksassa. Syksyllä 2021 Suomessa löydettiin ensimmäinen tuhokohde, missä esiintyi myös havuparikas. Todennäköisesti havuparikas on jo aikaisemmin aiheuttanut tuhoja, mutta ne ovat jääneet huomaamatta. Kuumen ja kuivan kesän 2021 huomattiin vaikuttavan myös taimiin kuivemmilla kohteilla. Oireina olivat neulasten ruskettuminen ja vuosikasvainten tuho (Kuva 1). Näistä taimista eristettiin kuolleen ja elävän nilan rajalta havuparikasta (Kuva 1). Se on selkeästi uusi tuhonaiheuttaja metsämännnyillä Suomessa. Havuparikkaan esiintymisaluetta ja runsautta maassamme ei tunneta, eikä etelänversosurmalle myöskään ole metsänhoitosuosituksia Suomessa.

Syitä siihen, miksi ja miten havuparikas muuttuu oireettomasta endofyyttistä taudinaiheuttajaksi isäntäpuun stressin takia ei tiedetä. Ilmastonmuutos edistää tämän sienien muuttumista globaaliksi uhaksi metsissä, koska ilmaston lämpeneminen suosii sienien kasvuvauhtia ja kuivuus lisää mäntyjen alttiutta taudin puhkeamiselle. Koska havuparikkaan runsaus yksittäisessä puussa ei laukaise taudin kehitystä, vaan taudin puhkeaminen seuraa ulkoista stressiä, sopii havuparikas hyvin mallieliöksi, kun tutkitaan ilmastonmuutoksen vaikutusta sieni–isäntäkasvi-vuorovaikutukseen.

Tulevaisuudessa ilmastonmuutos vaikuttaa mäntymetsiin myös Suomessa: tuhojen todennäköisyyden ja voimakkuuden ennustetaan lisääntyvän entisestään. Keski-Euroopassa ja Ruotsissa aiemmin saatujen kokemusten perusteella saattaa etelänversurmaepidemioita sopivien sääolosuhteiden vallitessa puhjeta äkillisesti monin paikoin alkuun Etelä-Suomessa. Havuparikasta on tärkeä tutkia Suomessa ja löytää uusia ratkaisuja, joilla voidaan vähentää etelänversosurman tuhoriskejä. Havuparikkaan levinneisyys ja runsaus sekä pahimmat tuhoriskit on selvitettävä pikaisesti. Tämä hyödyttää yksittäisiä metsän- ja maanomistajia ja lisää alueellisten metsäammattilaisten ennakoivaa osaamista. Suomesta puuttuvat metsänhoitosuositukset on laadittava mahdollisimman pian etelänversosurma-tautiin liittyvän keskieurooppalaisen yleistiedon sekä Suomessa tuotettavien uusien tutkimustulosten perusteella.

## Männyn muut endofyyttiset sienet, jotka ovat potentiaalisia uhkia muuttuvassa ilmastossa

### *Sydowia polyspora*

Männyn yleisimpiin endofyyttisiin sieniin kuuluu *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll. (anamorfi: *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin): se esiintyy neulasissa, oksissa ja siemenissä. Metsämännnyillä tämän sienien ei ole koskaan todettu aiheuttavan tuhoja, mutta tutkimukset ovat vielä hyvin rajallisia. Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa *S. polyspora* aiheuttaa joulupuuviljelmillä pihdoilla (*Abies* spp.) tautia nimeltä ”current season needle necrosis (CSNN)”. Taudissa uusiin neulasiin kehittyy kuduskuolio terveiden edellisvuoden neulasten viereen. Kasvatijat ovat huomanneet taudin puhkeavan lyhyiden lämpöjaksojen jälkeen alkukesästä. Varjostus estää taudin puhkeamista. Pihdoilla *S. polyspora* näyttää olevan opportunistinen taudinaiheuttaja. Useissa vanhoissa julkaisuissa (vuosien 1970–1991 välillä) *S. polyspora* luokitellaan toissijaiseksi taudinaiheuttajaksi männyn vaurioituneissa neulasissa ja oksissa.

### *Truncatella conorum-piceae* ja *Microsphaeropsis olivacea*

*Truncatella conorum-piceae* (Tubef) Steyaert on endofyyttinen sieni, joka esiintyy hyvin yleisesti männyn oksissa Keski-Euroopassa. Sienestä ei juuri ole mainintoja kirjallisuudesta, sen yleisyydestä huolimatta. Se muuttuu lahottajaksi kuolleessa kasvimateriaalissa mutta saattaa aktivoitua jo

vaurioituneissa neulasissa. Lisäksi *T. conorum-piceae* on Saksassa luokiteltu mäntyjen ja kuusten (*Picea* spp.) neulasen ja käpyjen toissijaiseksi taudinaiheuttajaksi.

*Microspphaeropsis olivacea* (Bonord.) Höhn. (basionym: *Coniothyrium olivaceum* Bonord.) on yksi yleisemmistä endofyyteistä mäntyjen oksissa Saksassa. Se on hyvin harvoin mainittu kirjallisuudessa, vaikka on kuvattu jo 1980-luvulla olevan tyypillinen havupuiden endofyyttinen kolonisoija. Se aiheuttaa kuitenkin tautia “brown spine rot” kamelinkuropalkolla (*Alhagi mauro-rum* Medik.).

Ilmaston muuttuessa näitä sieniä suosivaksi tulisi varmistaa, etteivät ne muutu taudinaiheuttajaksi myös metsämännynsä Suomessa. Lisäksi sienten esiintyvyys ja yleisyys männynillä tulisi tarkastaa Suomessa.

## Vaahterat ja uudet uhat Suomessa

### *Cryptostroma corticale* (Sooty bark disease of maples)

Alun perin Pohjois-Amerikassa esiintyvä askomykeettinen sieni, *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller, on levinnyt viime vuosina Eurooppaan. Se aiheuttaa niin sanottua nokikuoritautia vaahteroilla. Sienen muita mahdollisia isäntäkasveja ovat hevoscastanja (*Aesculus hippocastanum* L.), lehmukset (*Tilia* spp.) ja koivut (*Betula* spp.). Euroopassa sitä on tavattu etenkin vuorivaahteralla (*Acer pseudoplatanus* L.), joka on taudille hyvin altis. Vuorivaahtera esiintyy vieraslajina Suomessa, joten on mahdollista, että sieni leviää myös Suomeen ja on uhkana metsävaahteroille (*Acer platanoides* L.). *Cryptostroma corticale* leviää ilmaväntäisten itiöiden avulla ja tartunnan jälkeen elää vaahteroissa endofyyttisenä aiheuttamatta näkyviä oireita. Sieni muuttuu taudinaiheuttajaksi lämpötilan noustessa, sekä isäntäpuun kärsiessä kuivuus stressistä. Vaahteran runkoon muodostuu mustia laikkuja ja lopulta kaarna kuoriutuu pois, jolloin itiöt vapautuvat ilmaan (Kuva 2). Epätavallisen kuumien ja kuivan sään seurauksena *C. corticale* aiheutti



**Kuva 2.** *Cryptostroma corticale* -sienen aiheuttaman taudin, nokikuoritaudin, oireita. Kaarna kuoriutuu, jolloin nokin puu paljastuu vapauttaen samalla itiöitä ilmaan. Kuvat: a) Rebekka Schlößer; b) Gitta Langer; c) Peter Gawehn; Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA).

kesällä 2018, 2019 ja 2020 silmiinpistäviä vahinkoja vaahteroille Saksassa. Ilmastonmuutoksen oletetaan lisäävän tautiepidemioita.

*Cryptostroma corticale* on myös ihmiselle vaarallinen. Sen ilmavinteiset itiöt voivat aiheuttaa ihmiselle allergista alveoliittia, joka voi kehittyä keuhkotulehdukseksi. Tämä on seurausta yliherkkyydestä toistuvan, enimmäkseen työperäisen orgaanisen pölyn, kuten *C. corticale* itiöiden hengittämisen seurauksena. Nykyinen tieto *C. corticale* -sienen aiheuttamista sairauksista perustuu tapaustutkimuksiin Pohjois-Amerikan paperiteollisuuden työntekijöillä, jotka ovat altistuneet saastuneiden vaahteranrunkojen käsittelystä.

## Muutoksessa tutkitun tiedon tarve kasvaa

Ensiarvoinen ratkaisu ilmastonmuutokseen sopeutumiseen on tutkimus ja tuhoihin varautuminen tutkimustulosten perusteella. On tärkeä ymmärtää, kuinka sienten elintapa muuttuu lisääntyneen ympäristöstressin johdosta. Endofyyttisten eli oireita aiheuttamattomien sienten elinkierto ei ole vakaata, vaan niihin vaikuttavat useat tekijät: isäntälaji, ympäristötekijät, sienikanta. Endofyytit ovat todennäköisesti kehittyneet vaihtamaan elämäntapaansa, jotta ne sopeutuvat nopeasti erilaisiin ympäristöolosuhteisiin. Endofyyttisiä sieniä on löydetty kaikilta tutkituilta kasveilta, joten sieni-isäntä-vuorovaikutuksen toiminnan ymmärtäminen on erittäin tärkeää. Tulevaisuudessa metsien ekosysteemeille haitalliset äärimmäiset ilmastotapahtumat (kuivuus ja korkeammat lämpötilat) lisääntyvät. Ilmastonmuutos vaikuttaa puiden lisäksi myös sieniyhteisöihin sekä sienten toimintaan ja leviämiseen. Lämpötilan ja kuivuuden aiheuttamat paikallisen ympäristön muutokset todennäköisesti ohjaavat jo puiden vuorovaikutuksia sienten kanssa ja muuttavat sieniyhteisöjä. Tarvitsemme nopeasti uutta tutkimustietoa, jotta voimme ymmärtää syyt ja seuraukset puiden ja sienten vuorovaikutuksista muuttuvassa ilmastossa. Ilmastonmuutoksen myötä metsien terveyttä voivat uhata sekä uudet lajit että tavallisesti harmittomat ja näkymättömät sienikumppanit, jotka saattavat muuttua opportunistisiksi taudinaiheuttajiksi ilmaston muuttuessa niitä suosivaksi.

## Lähteitä

- Blumenstein K, Bußkamp J, Langer G, Langer E, Terhonen E (2021) The Diplodia tip blight pathogen *Sphaeropsis sapinea* is the most common fungus in Scots pines' mycobiome irrespective of health status – a case study from Germany. *J Fungi* 7, article id 607. <https://doi.org/10.3390/jof7080607>.
- Heydeck P, Dahms C (2015) Trieberkrankungen an Waldbäumen im Brennpunkt der forstlichen Phytopathologie. Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) 2015.
- Schlöber R, Langer GJ (2021) Verbreitung der Rußrindenerkrankung des Ahorns in Deutschland. *AFZ-DerWald* 24/2021: 28–32.
- Senf C, Seidl R (2021) Persistent impacts of the 2018 drought on forest disturbance regimes in Europe. *Biogeosciences* 18: 5223–5230. <https://doi.org/10.5194/bg-18-5223-2021>.
- Talgø V, Chastagner G, Thomsen IM, Cech T, Riley K, Lange K, Sletner Klemsdal S, Stensvand A (2010) *Sydowia polyspora* associated with current season needle necrosis (CSNN) on true fir (*Abies* spp.). *Fungal Biol* 114: 545–554. <http://doi.org/10.1016/j.funbio.2010.04.005>.