

Ville Kankaanhuhta, Jouni Väkevä, Jarmo Saarikko ja Jari Perttunen

Sirex – metsätuho-opas tietoverkossa

Tietopalvelut

Metsäntutkimuslaitos tarjoaa tietoa metsäpuiden tuholaisista ja taudeista internetissä World Wide Webin (www) välityksellä. Tavoitteena on ollut rakentaa helpokäyttöinen palvelu, jonka avulla metsätuhojen hallinnassa tarvittavaa tietämystä voitaisiin levittää käytäntöön entistä tehokkaammin. Ennen www:n käytön yleistymistä rakennettiin yksittäisessä työasemassa toimivia sovelluksia, joissa hyödynnettiin tietämystekniikkaa ja hypermediaa. Suomessa sovelluksia tekivät Saarenmaa (1990), Väkevä ja Saarenmaa (1992), Saarenmaa ym. (1994) ja Väkevä ym. (1994). Muissa maissa vastaavia sovelluksia ovat tehneet mm. Schmoldt ja Martin (1989), Thomson ja Taylor (1990), Thomson ym. (1993) ja Thomson ja Van Sickle (1995). Tähän asti tärkeimmäksi käyttäjäryhmäksi on katsottu oppilaitokset, joilla tarvittava teknologia on jo laajassa käytössä. Muiden organisaatioiden osuuden odotetaan kasvavan www:n käytön yleistyessä. Sirexin www-osoite on ”<http://www.metla.fi/sirex/>”.

Tietämys tuhonaiheuttajista on koottu tiedostoihin, jotka sisältävät tiiviit esittelyt kunkin tuhonaiheuttajan yleistiedoista, elinkierrosta, tuhojen esiintymisestä, tunnistamisesta ja torjunnasta. Tiedostot koostuvat tekstikappaleista ja tunnistamisohjeisiin liitetystä valokuvista, jotka avautuvat hyperlinkinä toimivien avainsanojen kautta. Täydellisiä tuhonaiheuttajadokumentteja Sirex sisältää 114 kpl

ja lyhyitä tuhonaiheuttajakuvauksia 57 kpl. Valokuvia Sirexissä on noin 1 400 kpl. Tekstit on kirjoitettu kirjallisuuskatsauksina ja tärkeimpiä tuhonaiheuttajia käsitteleviin teksteihin on pyydetty kommentteja aiheen tutkijoilta. Yleisimpien tuhonaiheuttajien dokumentteja on käännetty myös englanniksi ja ruotsiksi.

Tuhojen tunnistukseen on rakennettu diagnoosipalvelu, jota voidaan käyttää tietoverkon kautta. Järjestelmän tarkoituksena on vastata esimerkiksi kysymykseen: ”Mitkä tuholaiset voivat syödä vartuneiden mäntyjen neulasia Pohjois-Savossa?”. Vastauksena palvelu listaa mahdolliset lajit, joita käsittelevät dokumentit voi avata linkin kautta. Diagnoosipalvelun toteutuksessa on käytetty hyväksi olio- ja rajoiteohjelmoinnin menetelmiä. Jokainen tuhonaiheuttaja on kuvattu oliona, jolla on ominaisuuksina mm. levinneisyysalue, tuhokohteet ja puulajit, joihin tuhonaiheuttaja voi iskeytyä sekä tuho-ongelmat, joita eri kohteissa voi ilmetä. Nämä tekijät muodostavat rajoiteverkon, jonka tyydyttyminen tutkitaan käyttäjän esittämän kyselyn laukaisevan algoritmin avulla (Perttunen ym. 1997).

Sirexiä on pyritty kasvattamaan tietopankiksi, joka palvelisi käytäntöä monin tavoin. Edellä kuvattujen ominaisuuksien lisäksi Sirexin kautta on luettavissa vuotuiset ennusteet myyrien ja mäntypistiäisten esiintymisestä. Suomalaisten tuhoasiantuntijoiden yhteystiedot on koottu Metlan ”Metsätuhopalvelun” kotisivulle. Männyn ja kuusen harsuuntumisen arviointiin annetaan ohjeita ja esimerkkiku-

via. Lisäksi on tarjolla alan sanastoa, lakitietoutta, esimerkkejä tunnetuista tuhotapauksista, kurssitöinä tehtyjä hypermediasovelluksia sekä linkkejä vastaaviin ulkomaisiin www-palveluihin.

Sirex on ollut kaikkien www:n käyttäjien luettavissa ja käyttö on ollut ilmaista, mutta tekijänoikeuksien rajoittamaa. Oikeudet teksteihin ovat Metalla ja valokuviin kuvaajilla.

Käyttäjäkysely

Sirexin käyttäjien kokemuksista ja toiveista tehtiin kyselytutkimus vuoden 1996 joulukuussa. Kyselylomake lähetettiin 150 potentiaaliselle käyttäjälle, joista 36 antoi vastauksen eli vastausprosentiksi muodostui 24 %. Jokaisesta kyselyyn valitusta organisaatioryhmästä tuli vastauksia (taulukko 1). Vastaajista 64 %:lla oli ollut käytössään internet-yhteys. Loput 36 % käyttäjistä vastasi kyselyyn liitteenä olleen tuhonaiheuttajadokumentista otetun esimerkkitulosteen perusteella. Aikaisempaa Sirexin käyttökokemuksesta oli 31 %:lla vastanneista.

Oman työnsä metsätuhojen hallintaan liittyvistä tehtävistä (kuva 1) vastaajat listasivat tärkeimmäksi tuhojen tunnistamisen (25 % vastanneista). Neuvonta ja opetus muodostivat seuraavaksi suurimmat tehtäväryhmät vastaajien keskuudessa.

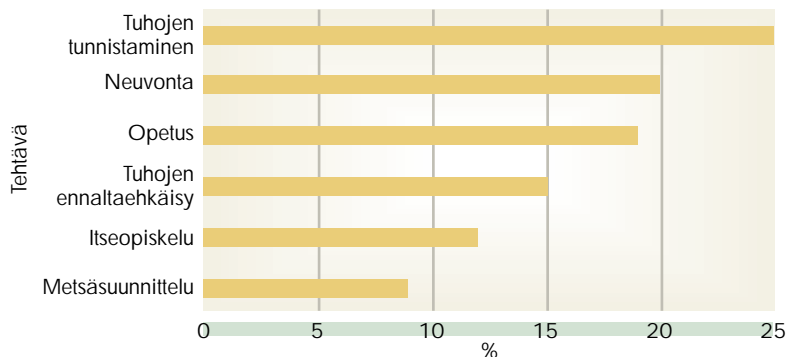
Diagnoosipalvelu katsottiin vastaajien työn kannalta hyödyllisimmäksi Sirexin palveluksi (kuva 2). Seuraavina hyödyllisyysjärjestyksessä olivat tuhoennusteet, tuhonaiheuttajadokumentit, metsätuho-palvelun yhteystiedot, luku metsätuhoja koskevista laeista ja asetuksista, metsänsuojelun sanasto sekä harsuuntumisen arviointiopas.

Mahdollisista tulevaisuudessa Sirexiin lisättävistä palveluista vastaajat katsoivat työssään hyödyllisimmiksi torjuntaesimerkit todellisista tuhotapauksista sekä metsätuhokarttojen esittelyn (kuva 3). Seuraavaksi hyödyllisimmiksi he katsoivat ”Metsätuhoutuisia”-palstan sekä määrittyskaavat hyönteisille. Tämän jälkeen hyödyllisyysjärjestyksessä seurasivat dokumentit erikoispuiden- ja koristepuiden tuhonaiheuttajista. Sirexin cd-rom-version vastaajat katsoivat hyödyttävän vähiten heidän työskentelyään.

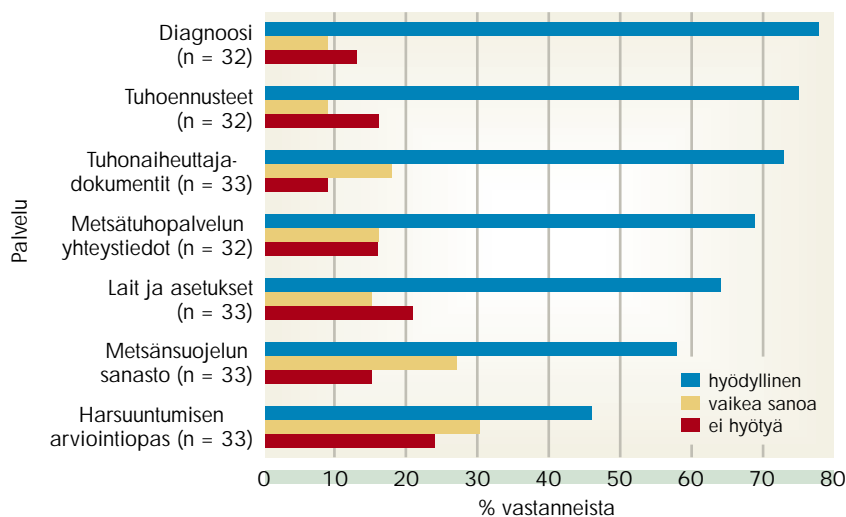
Yksittäisen tuhonaiheuttajadokumentin sisällöstä hyödyllisimpänä pidettiin tuhonaiheuttajan yleis-tietoja (94 % vastanneista). Tällä osalla ei kuitenkaan ollut suurta eroa hyödyllisyydessä verrattaessa sitä muihin osiin. Yleiskuvausta seurasivat hyödyllisyysjärjestyksessä tunnistaminen (91 % vastanneista), torjunta (88 % vastanneista), tuhot (88 % vastanneista) sekä tuhonaiheuttajan elinkiertö (82 % vastanneista). Puutteina tuhonaiheuttajadokumenteissa koettiin mm. kuvien pieni koko ja

Taulukko 1. Kyselyn kohderyhmäorganisaatioiden palauttamien kyselylomakkeiden määrät suhteutettuna organisaatioon lähetettyjen lomakkeiden määrään.

Kohderyhmä	Lähetettyjä lomakkeita	Palautettuja lomakkeita (kpl)	Palautettuja lomakkeita organisaatioon lähetetyistä (%)
Metsäoppilaitokset	24	4	17
Yliopistot	3	2	67
Metsäkeskukset	14	7	50
Metsäteollisuusyritykset	3	1	33
Metsähallitus	9	4	44
Ympäristökeskukset	13	2	15
Taimitarhat	9	1	11
Metsänhoitoyhdistykset	63	9	14
Peruskoulu ja lukiot	12	5	42
Organisaatio tunnistamatta	-	1	-
Yhteensä	150	36	24



Kuva 1. Vastaajien metsätuhoihin liittyvien tehtävien jakautuminen (n = 34).



Kuva 2. Vastaajien arviot Sirexin eri palvelujen hyödyllisyydestä heidän tekemässään työssä (n = kysymykseen vastanneiden määrä).

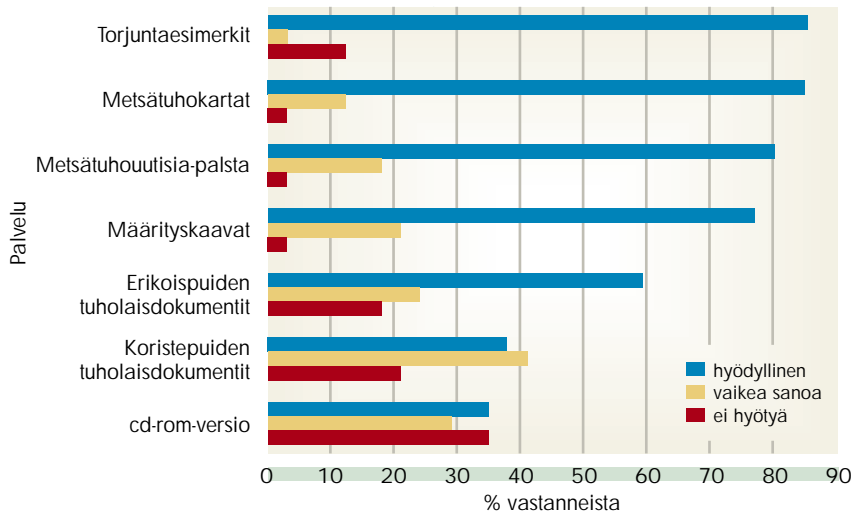
epäselvyys sekä diagnoosin antamien vaihtoehtojen suuri määrä.

Käyttäjätilastoa

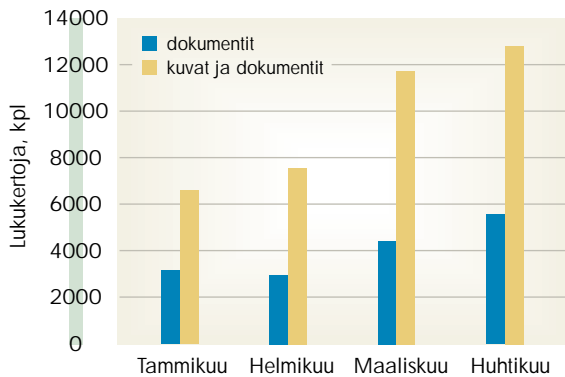
Sirex-palvelun tekstidokumentteja noudettiin 1.1.–26.4.1997 välisenä aikana keskimäärin 141 kertaa päivässä, eli yhteensä 16 000 kertaa. Laskettaessa mukaan Sirexissä esillä olevat kuvat määrä kaksin-

kertaistuu, eli Sirexistä ladattujen tiedostojen määrä nousee 39 000:een, ja päivittäinen käyttö 336 kertaan päivässä. Sirexin vierailijamäärät kasvoivat vuoden alusta lähtien (kuva 4).

Sirexissä vierailijoista 40 % oli Suomesta. Muita suuria käyttäjäryhmiä olivat USA:n, Kanadan, Ruotsin ja Englannin internet-käyttäjät. Sirexin sivuilla vierailleista suomalaisista organisaatioista kärjessä olivat Helsingin yliopisto (17 %), Valkealan kunta (12 %) ja Telen iNet palvelua käyttävät asiakkaat



Kuva 3. Sirexiin suunniteltujen palvelujen hyödyllisyys kyselyyn vastanneiden mielestä (n=34).



Kuva 4. Sirexin käyttö alkuvuodesta 1997.

(9 %). Kuntaorganisaatioiden käyttäjät ovat yleensä suurimmaksi osaksi kouluista ja iNet-palvelun käyttäjät ovat modeemin avulla internetiä käyttäviä yksityiskäyttäjää.

Sirexin sisällön kiinnostavuutta tarkasteltiin kieliversioittain. Suomenkielisillä sivuilla eniten käytettyjä palveluja olivat tuhonaiheuttajien esittely (74 %), harsuuntumisen arvioinnin ohjeet (6 %) sekä tuhoennusteet (4 %). Englanninkielisillä si-

vuilla eniten käytettyjä palveluja olivat tuhonaiheuttajien esittely, diagnoosi ja englanninkielinen tuhosanasto. Ruotsinkielisillä sivuilla eniten käytetyksi palveluksi nousi myös tuhonaiheuttajien esittely. Toiseksi eniten oli hyödynnetty ruotsinkieleistä tuhosanastoa. Kieliversioiden yhteenlaskettu vierailijamäärä ei anna vielä tulokseksi Sirexin kokonaiskävijämäärää, sillä summasta puuttuvat Sirexin alkusivun kävijämäärä sekä joitakin Metlan ja Helsingin yliopiston tuho-opetuksessa käytettyjä sivuja.

Suomenkielisistä tuhonaiheuttajadokumenteista kymmenen haetuimman joukosta kuusi käsitteli selkärankaisia tuhonaiheuttajia, kuten hirveä, myyriä, poroa sekä metsoa. Kymmenen katsotuimman joukkoon ylsivät myös juurikäpää sekä mäntymittari ja ruskomäntypistiäinen.

Loppupäätelmänä Sirexin käytön analyysistä on todettava, että Sirexin sivuilla vierailijien internet-käyttäjien määrään täytyy suhtautua varauksellisesti tarkasteltaessa etenkin käyttäjien todellista tiedontarvetta. Edellä esitetyistä luvuista on vaikea päätellä, kuinka moni Sirexin sivuilla vierailijasta on todella hakenut tietoa ja kuinka moni on vain samoillut internetissä. Tähän viittaa esim. selkärankaisten tuhonaiheuttajien suuri osuus eniten la-

dattujen tuhonaiheuttajadokumenttien joukossa. Sivuille oli löydetty usein hakumoottorien avulla sellaisia hakusanoja käyttäen, jotka itse pääsanana lukuunottamatta liittyivät johonkin muuhun aihealueeseen kuin metsätuhoihin. Sirexin suomenkielisiin tekstidokumentteihin oli lisäksi tullut noin 2 000 vierailua ulkomaisista organisaatioista. Vierailujen määrä on varsin suuri, kun ottaa huomioon, että englannin- ja ruotsinkieliset palvelut olivat myös tarjolla.

Kansainväliset www-palvelut

Metsätuhojen kanssa tekemisissä olevien organisaatioiden sekä eri tutkimuslaitosten kotisivuja löytyy internetistä suuri joukko. Varsinaisia tuhonaiheuttajien tunnistamista, lisääntymisbiologiaa sekä torjuntaa käsitteleviä sivuja on kuitenkin vähem-

män. Seuraavassa on esitelty eri maiden tuhoja käsitteleviä internet-palveluja (taulukko 2, taulukko 3 ja taulukko 4). Näiden lisäksi varsinkin USA:ssa on joitakin yksittäisille tuhonaiheuttajille omistettuja www-sivuja.

Tulevaisuus

Metsien terveydestä huolehtiminen on metsänhoidon perustehtäviä ja tuhojen hallitsemisessa tarvittavalle erikoistietämykselle on jatkuvaa kysyntää. Sähköinen media ja tietoverkot ovat uusia, entisiä menetelmiä täydentäviä keinoja tietämyksen siirtämisessä asiantuntijoilta käytäntöön. Keskeisimpiä etuja ovat tiedon nopea levittäminen, monistaminen ja helppo päivitettävyyys. Tietokoneavusteiset työmenetelmät yleistyvät kaikissa metsätalouden työtehtävissä, jolloin tiedon sähköinen esitysmuoto

Taulukko 2. Pohjoismaisia tuhoaiheisten www-palvelujen tarjoajia.

Norja

Organisaatio:	Norsk institutt for skogforskning
Palvelu:	Forstentomologi – en informasjonsdatabase om skadelige skogsinsekter.
Osoite:	http://www.nisk.no/entomolo/forside.htm
Sisältö:	Tuho-opas, joka keskittyy metsien tuholaisiin.
Huomioita:	Samantyyliisiä tuhoja aiheuttavat tuholaiset on esitelty samassa dokumentissa, mikä hidastaa dokumenttien latautumista. Kuvat ovat hyvälaatuisia. Lajisto on suurimmaksi osaksi samaa kuin Suomessakin.

Ruotsi

Organisaatio:	Institutionen för skoglig mykologi och patologi vid SLU, Uppsala.
Palvelu:	Diagnos av skogsskador
Osoite:	http://www.mykopat.slu.se/skogsskada/
Sisältö:	Tuhonaiheuttajadiagnosi hypertekstidokumenteina toteutettuna. Tutustumishetkellä diagnoosi oli valmiina nuorten ja iäkkäiden kuusikoiden tuhoille. Diagnoosi on kehitteillä myös männylle ja lehtipuille. Tuhonaiheuttajien tunnistamisavaimet toimivat luokittelulla: sien-, hyönteis-, ilmaston aiheuttamat- sekä muut tuhot. Sieni- ja hyönteistuhojen avaimet ovat toiminnassa.
Huomioita:	Palvelu on Ruotsin metsäkeskuksen (Skogstyrelsen) julkaiseman kirjan ”Skador på barrträd” sähköinen ja laajennettu versio. Ruotsalaisten tuhosivujen parhainta antia on ilmoituskaavake, jonka avulla käyttäjä voi kertoa tutkijoille havaitsemistaan tuhoista. Ilmoitettuja tuohavaintoja esitellään ”Ajankohtaista”-kohdan alla.
Organisaatio:	SLU Alnarp - Plant Protection
Palvelu:	Chemical Ecology
Osoite:	http://www.slu.se/vsv/cec/h.htm
Sisältö:	Sivuilta löytyy mm. omalle koneelle ladattavia ohjelmia, Java Scriptillä kirjoitettuja interaktiivisia opetusohjelmia, tietoja hyönteisistä, kemiallisista yhdisteistä, otanta- ja simulointimenetelmistä sekä ekologisista mittausmenetelmistä.
Huomioita:	Hyvä esimerkki interaktiivisista opetusmenetelmistä kiinnostuneille.

Taulukko 3. Eurooppalaisia tuhoaiheisten www-palvelujen tarjoajia.**Saksa**

Organisaatio: Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Universität Hannover

Palvelu: The Plant Pathology Internet Guidebook

Osoite: <http://www.ifgb.uni-hannover.de/extern/ppigb/>

Sisältö: Hannoverin yliopiston palvelimella sijaitseva patologiaa, entomologiaa ja muita tuhoja käsittelevä linkki-kokoelma. Linkit eri sivuille päivitetään säännöllisesti eri hakurobotteja hyväksi käyttäen.

Huomioita: Linkit on luokittelu organisaatioiden, tutkimuslaitosten, eri tuhoaiheuttajien, kirjallisuuden, ohjelmistojen, tapahtumien, yhtiöiden ja uutisryhmien jne. mukaan. Myös ”vapaita työpaikkoja” -palsta.

Britannia

Organisaatio: British Society for Plant Pathology

Palvelu: Molecular Plant Pathology On-Line – sähköinen julkaisusarja

Osoite: <http://www.bspp.org.uk/>

Sisältö: Sähköisessä muodossa oleva patologiaa käsittelevä julkaisusarja. Julkaisusarjan lisäksi sivuilta löytyy myös ”Plant Pathology” -julkaisusarjan viimeisimpien numeroiden otsikot.

Huomioita: Hyödyllistä tietoa kasvi- ja metsäpatologian tutkijoille: tietoa jäseneksi liittymisestä, tietokanta jäsenten erikoistumisaloista, rahoituksenhakutietoa, tietoa järjestettävistä konferensseista ja muista järjestöistä (esim. International Society for Plant Pathology). Varsinaisia tuhoaiheuttajien kuvauksia tai diagnoosipalvelua ei näiltä sivuilta löydy.

to tehostaa sen käyttöä. Uudet julkaisut ja oppaat tullaan yhä useammin julkaisemaan sekä painotuotteina että sähköisen median keinoin, mistä hyvänä esimerkkinä on uusin ruotsalainen metsätuho-opas ”Skador på barrträd” ja siitä tehty www-sovellus (taulukko 2).

Yksi voimakkaasti kasvava www:n käyttömuoto on sen hyödyntäminen opiskelussa (esimerkkejä taulukoissa 2 ja 4). Tietoverkossa toimivaa hypermediaa voidaan hyödyntää mm. etäopetuksessa, itseopiskelussa ja vuorovaikutteisten opetusohjelmien toteutuksessa. Viime vuosina Sirexiä on käytetty hyväksi mm. Helsingin yliopistossa metsäeläintieteen opetuksessa. Hyväksi oppimismenetelmäksi on osoittautunut niin kutsuttu välineoppiminen, jossa opiskelijat ovat laatineet hypermediadokumentteja annetusta aiheesta. Opiskelija on oppinut sekä hypermedian tekemistä että joutunut syventymään metsätuhokysymyksiin. Tekemisen kautta oppimista saataisiin mukaan moniin kursseihin, jos tietoa esitettäisiin vuorovaikutteisina hypermediasovelluksina, joissa opiskelija hakee tietoa hypermediadokumenteista, ratkoo tehtäviä ja saa niistä automaattisesti palautetta.

World Wide Web mahdollistaa asiantuntijoiden

välisen nopean tiedon vaihdon ja verkostoitumisen. Elektronisen dokumentin työstäminen, julkaiseminen ja haku voi olla merkittävästi nopeampaa kuin perinteisellä julkaisumenettelyllä. Hyödyt korostuvat etenkin kansainvälisessä yhteistyössä. Metsätuhojen hallinnassa www-avusteista yhteistyötä olisi luontevaa tehdä pohjoismaiden kesken. Suomen, Ruotsin ja Norjan tuho-ongelmat ovat usein samoja ja kaikki maat ovat olleet aktiivisia www-sovellusten kehittäjiä. Koko maailman mittakaavassa www voisi palvella puutavarakaupan mukana leviävien tuhoaiheuttajien seuranta. Esimerkiksi puutavarasta löydettyjen hyönteisten tunnistaminen olisi helpompaa, jos kuvaukset lähtömaan tuhoaiheuttajista olisivat haettavissa www:stä.

Sirex-tuho-opas on nähtävä yleishyödyllisenä palveluna, jonka avulla voidaan lisätä käytännön metsätaloudessa tarvittavaa tietämystä. Jatkossa tietosisältöä tulisi lisätä käyttäjiltä saadun palautteen suuntaisesti (kuva 3). Uutena palveluna kannattaisi kokeilla keskusteluforumia, jossa asiantuntijoille voi esittää tuhoihin liittyviä kysymyksiä ja saada niihin kaikkien nähtävillä olevia vastauksia. Aikaa myöten saataisiin kartutettua kattava kysymys-vastaus-kokoelma, josta voisi löytää vastauksen taval-

Taulukko 4. Pohjoisamerikkalaisia tuhoaiheisten www-palvelujen tarjoajia.**Kanada**

Organisaatio: University of British Columbia, Faculty of Forestry
 Palvelu: FETCH21 – Forest Entomology Textbook
 Osoite: <http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/fetch21/FETCH21.html>
 Sisältö: Linkkilista metsähyönteisiä käsittelevistä dokumenteista.
 Huomioita: Tarkoitettu opiskelijoiden käyttöön itseopiskelun avuksi.

Organisaatio: Sir Sandford Fleming College, Ontario
 Palvelu: Paul D. Bell's on-line courses
 Osoite: <http://gaia.flemingc.on.ca/~pbell/welcome1.htm>
 Sisältö: Kurssit metsähyönteisistä ja metsäpatologiasta. Kurssien teoriaosat on mahdollista suorittaa etäopiskeluna internetin välityksellä.
 Huomioita: Kannattaa tutustua, jos on suunnittelemassa metsätuhoihin liittyvää etäopetusta. Etenkin kurssien arvosteluun liittyvät tehtävät voivat antanevat virikkeitä harjoitustehtävien kehittämiseen.

USA

Organisaatio: University of Delaware, Department of Entomology and Applied Ecology
 Palvelu: Insect Database
 Osoite: <http://bluehen.ags.udel.edu/homepage/ento/insectdb.htm>
 Sisältö: Hyönteistietokanta, jossa lajit on esitelty lahkoittain.
 Huomioita: Apuväline hyönteisten systematiikan opiskeluun.

Organisaatio: State University of New York, College of Environmental Science and Forestry
 Palvelu: Forest & Shade Tree Pathology
 Osoite: <http://www.esf.edu/course/jworrall/default.htm>
 Sisältö: Piirroksin ja valokuvin havainnollistetut helppolukuiset metsäpatologiaa käsittelevät opetussivut.
 Huomioita: Taustavoimina ovat mm. professorit J. J. Worrall sekä P. D. Manion, jolta ilmestynyt Suomessakin kurssi-kirjana käytetty ”Tree Disease Concepts”. Hyödyllinen palvelu varsinkin metsäpatologian englanninkielisen termistön opiskeluun ja kertaukseen.

Organisaatio: University of Wisconsin - La Cross, Department of Biology and Microbiology
 Palvelu: Tom Volk's Fungi – kuvakokoelma
 Osoite: <http://www.wisc.edu/botany/fungi/volkmyco.html>
 Sisältö: Systematiikan mukaan järjestetty kuvakokoelma sienistä, jossa on yli tuhat kuvaa.
 Huomioita: Hyödyllinen apuväline niin tuhoaiheuttajina tunnettujen kuin muidenkin sienten systematiikan opiskeluun. Osa kuvista latautuu isokokoisuutensa vuoksi hitaasti.

Organisaatio: University of Maine, Department of Forest Ecosystem Science
 Palvelu: INT 256: Tree Pests and Disease (Identification of Disease Complexes)
 Osoite: http://www.ume.maine.edu/~nfa/fes/int256/home/tpd_home.htm
 Sisältö: Lyhyitä yhteenvetoja eri tuhoaiheuttajista. Tuhotietämystään voi dokumentit luettuaan testata tietokilpailukysymysten avulla.
 Huomioita: Tekninen toteutus ei ole kovin korkeatasoinen, mutta palvelu toimii kuitenkin kokonaisuutena.

lisimpiin ongelmiin. Tulevaisuudessa tuho-oppaat voitaisiin tehdä sekä kirjoina että sähköisessä muodossa. Tällöin esittämistavassa voitaisiin käyttää hyväksi kummankin median vahvoja puolia. Sekä tietokoneeseen sidotulle hypermedialle että painetulle kirjalle riittänee kummallekin käyttötarvetta ja elintilaa pitkälle tulevaisuuteen.

Kirjallisuus

- Jukka, L. (toim.). 1988. Metsänterveysopas – metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy, Helsinki. 168 s. ISBN 951-9176-34-9.
- Perttunen, J., Väkevä, J. & Saarenmaa, H. 1997. Sirex: forest damage diagnosis as a constraint satisfaction problem. *AI Applications in Natural Resource Mana-*

- gement 11(2): 1–14.
- Pettersson, B. & Samuelsson, H. (toim.). 1995. Skador på barrträd. Skogsstyrelsen. 304 s. ISBN 91-88462-22-6.
- Saarenmaa, H. 1990. Frame- and rule-based knowledge representation in an expert system for integrated management of bark beetles. *Silva Fennica* 24: 249–260.
- , Perttunen, J., Väkevä, J. & Nikula, A. 1994. Object-oriented modeling of the tasks and agents in integrated forest health management. *AI Applications in Natural Resource Management* 8(1): 43–59.
- Schmoldt, D.L. & Martin G.L. 1989. Development and evaluation of an expert system for diagnosing pest damage of red pine in Wisconsin. *Forest Science* 35: 364–387.
- Thomson, A. J. & Taylor, C. M. A. 1990. An expert system for diagnosis and treatment of nutrient deficiencies of Sitka spruce in Great Britain. *AI Applications in Natural Resource Management* 4(1): 44–52.
- & Van Sickle, A. 1995. Computer-based training in tree damage assessment. *AI Applications in Natural Resource Management* 7(2): 53–67.
- , Sutherland, J.R. & Carpenter, C. 1993. Computer-assisted diagnosis using expert system-guided hypermedia. *AI Applications in Natural Resource Management* 7(1): 17–27.
- Väkevä, J. & Saarenmaa, H. 1992. A rule-based expert system for the diagnosis of biotic damage on *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7(4): 533–546.
- , Perttunen, J. & Saarenmaa, H. 1994. Imagerybased diagnosis of forest tree damage – an object-oriented expert system. In: Daniel, T. & Strome, M. (eds.). *Decision support 2001. Resource Technology '94 Symposium Proceedings*. Toronto, Ontario, Canada, September 12–16, 1994. 1: 499.
- Kankaanhuhta ja Saarikko toimivat Metsäntutkimuslaitoksen Helsingin tutkimuskeskuksessa, Perttunen Metsäntutkimuslaitoksen Vantaan tutkimuskeskuksessa ja Väkevä Metsäteho Oy:ssä.