

# **EKOLOGINEN KESTÄVYYS, YMPÄRISTÖNMUUTOS JA METSÄTALOUS**

## **Metsäalan tulevaisuusfoorumin ympäristöryhmän loppuraportti**

Seppo Kellomäki ja Sanna Leinonen

---

Joensuun yliopisto  
Metsätieteellinen tiedekunta  
Tiedonantoja 164  
2005

ISSN 1235-7421  
ISBN 952-458-687-8 (PDF)

## TIIVISTELMÄ

**Kellomäki, S. ja Leinonen, S. 2005.** Ekologinen kestävyys, ympäristönmuutos ja metsätalous. Metsäalan tulevaisuusfoorumin ympäristöryhmän loppuraportti. Joensuu yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 164: 1-71. Joensuu.

Ympäristöryhmän työ kohdistui ympäristössä tapahtuviin muutoksiin ja niiden vaikutuksiin metsätalouden toimintaedellytyksissä. Nämä kysymykset eivät kuitenkaan ole irrotettavissa yhteiskunnassa tapahtuvista muutoksista, kuten ympäristöryhmän työ osoitti. Tulevaisuudessa metsänomistajat eivät välttämättä halua investoida metsätalouteen tai he asettavat uusia reunaehtoja puuntuotannolle tai he asettavat muut käyttömuodot etusijalle. Ihmiset vieraantuvat metsätaloudesta, ja ainakin tietyillä alueilla voidaan vaatia "peitteellistä" metsätaloutta, toisin sanoen jatkuvaa kasvatus- ta. Metsätalouden ympäristövaikutukset saavat yhä suuremman painon metsien hoidosta ja käytöstä päätettäessä. Muuttuva ilmasto, tarve varastoida hiiltä metsiin ja metsien suojeleminen uhanalaisten eliöiden elinympäristöksi voivat yhdessä luoda kehityskulkuja, joissa puuntuotanto marginalisoituu metsävarojen hoitoon tarvittavien voimavarojen jaossa. Ympäristöryhmä pohti myös metsäenergian mahdollisuuksia energiantuotannossa. Kestävässä energiantuotannossa bioenergia on varteenotettava vaihtoehto, jonka taloudellisuus ja käyttökelpoisuus lisääntyvät korjuu- ja poltto- tekniikoiden kehittymisen myötä. Myös Suomessa bioenergian käyttö korvaa perinteistä energiantuotantoa ja tarjoaa mahdollisuuksia vähentää hiilidioksidipäästöjä. Metsän ja ilmakehän kiinteää kytköstä on vaikea välttää tulevaisuuden metsäpolitiikassa.

## ESIPUHE

Metsäalan tulevaisuusfoorumissa työskennellyt ympäristöryhmä pyrki arvioimaan sitä, miten ympäristönmuutos ja metsiin kohdistuvat uudet odotukset vaikuttavat metsätalouden toimintaedellytyksiin ja kykyyn työllistää. Tämä pohdinta perustui havaintoon, että kestävä kehityksen välttämätön ehto on uudistuvien luonnonvarojen mahdollisimman suuri käyttö tuotannossa ja taloudessa. Suomella tällaiset odotukset kohdistuvat metsiin, mutta niiden toteuttamiseksi tarvitaan järkevä tasapaino metsiin kohdistuvien teollisten ja taloudellisten intressien sekä metsien tarjoamien kulttuuri- ja ympäristöarvojen kesken. Tuleva kilpailuetu perustuu metsäteollisuustuotteiden ekologiseen luonteeseen sekä metsien tarjoamiin virkistys- ja ympäristöpalveluihin. Ympäristöryhmän työskentelyssä ympäristö rajattiin tarkoittamaan metsäympäristöä, jota kuvataan luonnontieteellisin käsittein. Metsäympäristöä koskevat yhteiskunnalliset kysymykset jäivät siis työryhmän 4 käsiteltäväksi, jos kohta myös ympäristöryhmän työ sivusi monissa kohdin näitä kysymyksiä.

Ympäristöryhmän työ koostui teemaan liittyvistä alustuksista sekä useasta seminaarittaisuudesta, joissa pohdittiin ryhmänä alustusten antia ja hahmotettiin kehityskulkuja siitä, miten ympäristönmuutos vaikuttaa metsien kasvuun ja kehitykseen ja miten metsätaloudessa tulisi varautua tunnistettuihin kehityskulkuihin. Tämän työn tulokset on kerätty tähän raporttiin siten, että raportin osassa I luodaan yleiskatsaus eräisiin tärkeimpiin, metsätalouteen todennäköisesti suuresti vaikuttaviin ympäristönmuutoksiin. Raportin osassa II esitetään puolestaan ryhmän työskentelyn tuottamat tulokset. Osassa II esitetään myös mahdollisia kehityskulkuja siitä, miten ja mihin metsätalous voi kehittyä tulevien 15-20 vuoden aikana. Tältä pohjalta on pyritty myös hahmottamaan sitä, millaisia mahdollisuuksia on rakentaa tulevaisuuden hyvinvointia ja työllisyyttä metsätalouden varaan. Tämä arvio on laadullinen eikä sellaisenaan tarjoa täsmällisiä lukuja metsätalouden hyvinvointivaikutuksista tulevaisuudessa.

Joensuussa 9.2.2005

Seppo Kellomäki

Metsäalan tulevaisuusfoorumin ympäristöryhmän puheenjohtaja

## SISÄLLYSLUETTELO

Osa I: Ekologinen kestävyys ja ympäristönmuutos – lähtökohtia ryhmän työskentelylle .....	6
1. Ekologinen kestävyys .....	6
Käsite .....	6
Ekologinen kestävyys kansainvälisessä ympäristönsuojelussa .....	6
Ekologinen kestävyys kansallisessa metsälainsäädännössä .....	8
Ekologinen kestävyys ja ympäristönmuutos .....	10
2. Ilmastomuutos ja metsän käytön ekologinen kestävyys .....	11
Ilmaston globaalimuutos .....	11
Ilmastomuutos Suomessa .....	12
Ilmastomuutos, puulajisuhteet ja metsäluonto .....	15
Ilmastomuutos, ainespuun tuotanto ja hiilen varastoituminen .....	19
Metsänhoito ja sopeutuminen ilmastomuutokseen .....	23
3. Vesien suojeleminen ja metsän käytön ekologinen kestävyys .....	25
Vesien tila .....	25
Metsätalouden päästöt vesiin .....	27
4. Biodiversiteetti ja metsän käytön ekologinen kestävyys .....	30
Biodiversiteetti ja uhanalaisuus .....	30
Biodiversiteetti ja metsätalous .....	31
5. Ekologinen kestävyys ja muutostekijöiden vuorovaikutus: ilmastomuutos ja biodiversiteetti .....	34
Osa II: Ekologinen kestävyys ja ympäristönmuutos - ryhmän työskentelyn tuloksia..	36
1. Tausta .....	36
2. Ympäristöryhmän tehtävä ja työskentely .....	37
Tehtävä .....	37
Työskentelymetodit .....	37
3. Ympäristöryhmän työpajojen tuloksia .....	40
Ympäristötekijät sekä niihin liittyvät uhat, mahdollisuudet ja murrokset .....	40
A. Ympäristötekijä: ilmastomuutos .....	40
B. Ympäristötekijä: luonnon monimuotoisuuden väheneminen .....	43
C. Ympäristötekijä: vesistöjen tilan huononeminen .....	46
D. Ympäristötekijä: kriittinen muutoshalukkuus .....	48
E. Ympäristötekijä: ympäristön pilaantuminen .....	51
F. Ympäristötekijä: maiseman sulkeutuminen ja metsäympäristön nuhraantuminen .....	52
4. Skenaariot .....	54
A. "Moniarvoisuus ja pirstaloitunut metsäpolitiikka" .....	54
B. "Talousliberalismi ohjaa päätöksentekoa" .....	58
C. "Puuntuotantoon keskittyvä metsäpolitiikka rapistuu" .....	61
D. "Ekologiset näkökulmat korostuvat päätöksenteossa" .....	64
5. Päätelmiä .....	68
Lähdeviitteet .....	69
Liitteet .....	70

## **Osa I: Ekologinen kestävyys ja ympäristönmuutos – lähtökohtia ryhmän työskentelylle**

### **1. Ekologinen kestävyys**

#### ***Käsite***

Metsätaloutta pyritään Suomessa harjoittamaan kestävyiden periaatetta noudattaen. Kestävyys on ollut metsätalouden ohjenuorana jo 1950-luvulta lähtien. Kestävyydellä oli tuolloin vahva biologinen sisältö, sillä kestävyiden mittatikkuna käytettiin mm. kasvun ja poistuman suhdetta. Tällainen tulkinta oli perusteltu, sillä kestävyiden käsite on alun perin kehitetty kuvaamaan ekosysteemien toimintaa ja rakennetta, kun ekosysteemiä (ekologista luonnonvaraa) käytetään tuottamaan energiaa ja orgaanista ainetta ihmisen käyttöön. Kestävyiden käsite on myöhemmin saanut ulottuvuuksia (esim. taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys), jotka kytkevät luonnonvarojen käytön yhteiskunnassa vallitseviin arvoihin. Käytännössä kestävyiden eri ulottuvuuksia sovelletaan toisistaan irrallaan, sillä eri ulottuvuudet eivät ole yhteismittaisia.

Ekologisen kestävyiden käsite mittaa ekosysteemeissä tapahtuvaa energian sitoutumista (energia), energian muuntumista kemialliseksi energiaksi (ainekset) sekä aineiden jakautumista eri lajien kesken (diversiteetti). Ekosysteemin käyttö on kestävä, jos energian sitoutuminen, aineiden tuottaminen ja niiden jakautuminen eri lajien kesken noudattaa luontaisesti kehittyvien ekosysteemien prosesseja. Varsinkin pitkän ajan kehityskulut ovat ratkaisevia luonnonvarojen käytön kestävyyttä arvioitaessa. Ajatuksena on, että ekosysteemin toiminnassa ja rakenteessa havaittavat trendit ilmaisevat poikkeamat ekosysteemin luontaisesta dynamiikasta. Ekologisen kestävyiden käsite on kuitenkin yleinen, ja sitä on sellaisenaan vaikea käyttää luonnonvarojen hoidon ohjenuoraksi.

#### ***Ekologinen kestävyys kansainvälisessä ympäristönsuojelussa***

Yhdistyneiden kansakuntien järjestämä konferenssi ympäristön ja kehityksen välisistä suhteista (UNCED) Rio de Janeirossa vuonna 1992 käynnisti laajan kansainvälisen keskustelun myös kestäväns metsätalouden käsitteestä ja sen sovellutuksista erilaisissa olosuhteissa. Konferenssissa hyväksytyt metsäperiaatteet linjasivat mm. ympäristönsuojelun ja metsätalouden suhteita. Myös ns. Agenda 21 pyrkii selkeyttämään kestäväns metsätaloudelle asetettavia vaatimuksia maapallon metsien suojelussa ja käytössä. Näiden ohjelmajulistusten linjauksia on pyritty yksilöimään mm.

kansainvälisen metsäpaneelin (IPF) työssä pyrkimällä yhteiseen näkemykseen kestävän metsätalouden periaatteista. Tätä työtä ovat raamittaneet myös Rio de Janeirossa hyväksytyt biosfäärin monimuotoisuuden suojelun periaatteet (Convention of Biological Diversity, CBD) sekä maapallon ilmaston suojelun periaatteet (Framework Convention on Climate Change, FCCC). Kaikki nämä sopimukset loivat taustaa mm. Euroopan metsäministereiden Helsingissä vuonna 1994 tekemälle sopimukselle kestävän metsätalouden periaatteista, jotka pyrkivät luomaan yhtenäisiä käytäntöjä Euroopan metsien kestäväälle hoidolle ja käytölle. Tästä sopimuksesta käy ilmi, että hakkuiden ja kasvun tasapaino on edelleenkin keskeinen osa kestävän metsätalouden periaatteita.

*Metsätalous on kestävää, jos metsiä ja metsämaata käytetään paikallisesti ja globaalisti sellaisella tavalla ja sellaisessa laajuudessa, että pitkällä aikavälillä: (i) metsien biologinen monimuotoisuus, tuottokyky, uudistumiskyky ja kunto (terveys) säilyvät; (ii) metsien tarjoamia ekologisia, ekonomisia ja sosiaalisia hyötyjä on käytettävissä; ja (iii) metsien ulkopuolella olevia ekosysteemejä ei vahingoiteta.*

Määritelmässä on vahva paino myös biodiversiteetin suojelussa, joka laajentaa tuntuvasti kestävän metsätalouden käsitettä: metsän käyttö ja hoito eivät saa uhata eliöiden geenien, lajien ja elinympäristöjen sekä ekosysteemien monimuotoisuutta (kohta i). Myös tavoite suojella maapallon ilmastoa on laajentanut kestävän metsätalouden käsitettä korostamalla biosfäärin aineskiertoja (hiilen, ravinteiden ja veden kierrot), joihin metsä vaikuttaa sekä paikallisesti että globaalisti (kohdat ii ja iii). Metsien käyttö aineellisten ja aineettomien arvojen tuottamiseen vaikuttaa monin tavoin ihmisten elämään, mitä ekonomiset ja sosiaaliset hyödyt korostavat kestävän metsätalouden määritelmässä (kohta ii). Monimuotoisuutta ja ekologiaa koskevat periaatteet asettavat kuitenkin metsän käytölle ja hoidolle rajat, joiden ylittäminen johtaa ekosysteemin toiminnan häiriintymiseen ja tuottokyvyn häviämiseen sekä ympäristön pilaantumiseen myös metsien ulkopuolella. Kestävän metsätalouden käsite on kuitenkin abstraktio, jonka toteutumista voidaan vain arvioida erilaisilla kriteereillä, jotka on listattu seuraavassa.

- *Kriteeri 1:* metsävarojen tarkoituksenmukainen lisääminen sekä metsien merkitys maailmanlaajuiselle hiilenkierrolle.
- *Kriteeri 2:* metsien terveydentilan ja elinvoimaisuuden ylläpitäminen.
- *Kriteeri 3:* metsien tuotannollisten toimintojen ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen (puutuotteet ja muut tuotteet).
- *Kriteeri 4:* metsien monimuotoisuuden ylläpitäminen, suojelu ja tarkoituksenmukainen lisääminen metsäekosysteemissä.
- *Kriteeri 5:* metsien suojelutoimintojen ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen metsien hoidossa (erityisesti maaperä ja vesistö).
- *Kriteeri 6:* muiden yhteiskunnallis-taloudellisten toimintojen edellytysten ylläpitäminen.

Kriteereistä on löydettävissä kolme peruslinjaa: mihin metsänhoidolla pyritään (tavoiteperiaatteet), miten metsänhoito kohdennetaan (kohdennusperiaatteet) ja miten metsien hoito toteutetaan (toteuttamisperiaatteet). Toisaalta näitä periaatteita yhdistävät ekologiset linkit voidaan tiivistää kolmeksi ekologiseksi periaatteeksi, joita metsätalouden ekologiseen kestävyteen pyrittäessä tulisi kunnioittaa: (i) metsän geneettiset voimavarat ja monimuotoisuus tulee kaikissa olosuhteissa suojella; (ii) metsän kyky sitoa auringon energiaa sekä kierrättää ravinteita ja vettä tulee säilyttää; ja (iii) metsän kyky tuottaa erilaisia aineellisia ja aineettomia tuotteita ja palveluja tulee säilyttää.

### ***Ekologinen kestävyys kansallisessa metsälainsäädännössä***

Suomen kansallinen lainsäädäntö yksilöi yleiseurooppalaisia metsien hoidon periaatteita tarkemmin metsänhoidon tavoitteet, kohdentamisen ja toteuttamisen, kun tavoitteeksi asetetaan metsänhoito kestävää metsätaloutta varten. Metsälain säädökset eivät tietenkään noudata tarkasti yleiseurooppalaisia periaatteita, vaan soveltavat niitä Suomen olosuhteisiin; metsälaki luonnostelee metsänhoidon yleislinjan, jossa korostetaan metsänhoidon kohdistamisen vaikutuksia biodiversiteetin suojelemisen, metsäekosysteemin häiriöttömän toiminnan ja metsän muun käytön kannalta. Toisaalta metsälaki painottaa metsävarojen säilyttämistä ja suojelua korostamalla metsän uudistamiseen liittyviä seikkoja metsänhoitoa ohjaavina tekijöinä.

Metsälain (12.12.1996/1093) ensimmäisen luvun 1. pykälän mukaan lain ”tarkoituksena on edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävää hoitoa ja käyttöä siten, että metsät antavat kestävästi hyvän tuoton samalla, kun nii-



den biologinen monimuotoisuus säilytetään”. Metsälaki asettaa siis metsänhoidon ja käytön tavoitteeksi ekologisesti kestävänsä metsätalouden Euroopan metsäministeriöiden sopimalla tavalla.

Metsänhoitoa koskevat säädökset annetaan metsälainluvuissa 2, 3 ja 4, joista luvussa 2 annetaan toteuttamista koskevia säädöksiä. Luvun 2 pykälän 5 mukaan ”hakkuu voidaan tehdä alueelle jäljelle jäävän puuston kasvattamista edistävällä tavalla (kasvatushakkuu) tai uuden puuston aikaansaamista edellyttämällä tavalla (uudistushakkuu)”. Kasvatushakkuista säädetään edelleen, että hakkuualueelle jää riittävästi kasvatuskelpoista puustoa. Uudistushakkuu saadaan puolestaan tehdä, kun puusto on saavuttanut riittävän järeyden tai iän tai jos erityiset syyt sitä muuten puoltavat. Kasvatushakkuut ja uudistushakkuut tulee tehdä siten, ettei hakkuualueelle jäävää tai sen ympärillä olevaa puustoa vaurioiteta. Hakkuutöissä on vältettävä maastovaurioita, jotka voivat heikentää puuston kasvua. Jos hakkuulla on metsän monimuotoisuuden säilyttämisen, maiseman tai metsän monikäytön kannalta erityistä merkitystä, hakkuu voidaan tehdä kohteen erityisluonteen edellyttämällä tavalla (luku 2, § 6).

Metsälaisissa puhutaan uuden puuston aikaansaamisesta ottamatta kantaa siihen, tapahtuuko se luontaisesti vai viljellen. Uudistaminen voidaan tehdä luontaisesti, jos luontaisen uudistamisen edellytykset ovat olemassa puuston, maaperän ja pintakasvillisuuden avulla tehdyn arvion perusteella. Uudistamistavasta riippumatta on alueelle saatava kohtuullisessa ajassa taloudellisesti kasvatuskelpoinen taimikko, jonka kehitystä muu kasvillisuus ei välittömästi uhkaa (luku 2, § 8). Suomen luontaiseen lajistoon kuulumattomien puulajien käytöstä metsänviljelyyn sekä kasvullisesti lisätyn metsänviljelyaineiston käytöstä maa- ja metsätalousministeriö voi antaa erillisiä määräyksiä.

Metsälain luvuissa 3 ja 4 säädetään metsänhoidon kohdentamisesta, mm. luetellaan monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta erityisen tärkeät elinympäristöt (§ 10), joita ovat: (i) lähteiden, purojen ja pysyvän vedenjuoksu-uoman muodostavien norojen sekä pienten lampien välittömät lähiympäristöt; (ii) ruoho- ja heinäkorvet, saniaiskorvet sekä lehtokorvet ja Lapin läänin eteläpuolella sijaitsevat letot; (iii) rehevät lehtolaidut; (iv) pienet kangasmetsäsaarekkeet ojittamattomilla soilla; (v) rotkot ja kurut; (vi) jyrkänteet ja niiden välittömät alusmetsät; sekä (vii) karukkokankaita puuntuotannollisesti vähätuottoisemmat hietikot, kalliot, kivikot, louhikot, vähäpuusoiset suot ja rantaluhat. Jos tärkeät elinympäristöt ovat luonnontilaisia tai luonnon-

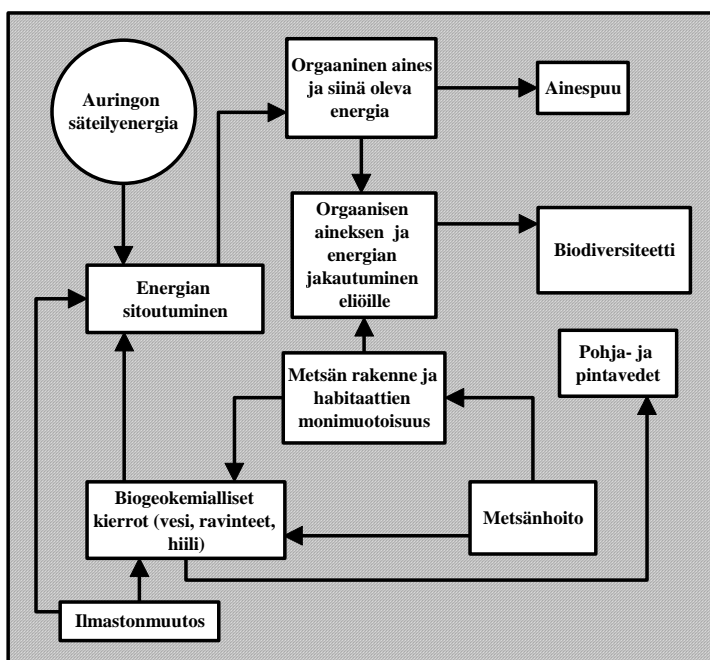
tilaisen kaltaisia sekä ympäristöstään selvästi erottuvia, niitä koskevat hoito- ja käyttötoimenpiteet tulee tehdä elinympäristöjen ominaispiirteet säilyttävällä tavalla.

Metsälain luku 4 käsittelee mm. suojametsiä ja suoja-alueita. Nämä säädökset käsittelevät osittain metsänhoidon tavoitteita ja kohdentamista, osittain metsänhoidon toteuttamista. Suojametsä on Valtioneuvoston määräämä alue, jolla metsän säilyminen on tarpeen metsärajan alenemisen estämiseksi (luku 4, § 12). Suojametsä-alueella metsää tulee hoitaa ja käyttää erityistä varovaisuutta noudattaen siten, ettei toimenpiteillä aiheuteta metsärajan alenemista. Suoja-alue puolestaan perustetaan maa- ja metsätalousministeriön päätöksellä, jos metsän säilyminen asutuksen ja viljelyn suojaamiseksi tuulille erittäin alltiilla meren tai sisävesien saarilla ja rannoilla taikka ylänneillä ja jyrkänneillä tai maanvyörymien ehkäisemiseksi vaatii suurempia rajoituksia metsän käytössä kuin muualla metsälaissa säädetään.

### ***Ekologinen kestävyys ja ympäristömuutos***

Metsäalan kehittämisen välttämätön reunaehto on siis ekologisen kestävyuden noudattaminen metsän käytössä. Metsän käyttö on ekologisesti kestävä, jos energian sitoutuminen, aineiden tuottaminen ja aineiden jakautuminen eri lajien kesken noudattaa luontaisesti kehittyvien ekosysteemien prosesseja.

Suomessa metsän kasvu ylittää tällä hetkellä hakkuupoistuman. Tämä osoittaa, että energian sitoutuminen ja metsien primäärituotanto ovat kestäviä. Häiriötön primäärituotanto luo pohjan biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseksi. Metsän käyttö on kuitenkin vaikea sopeuttaa ekosysteemin dynamiikkaan siten, että primäärituotannossa sitoutuva energia ja syntyvät ainekset pitäisivät yllä metsän luontaista biodiversiteettiä. Metsän käyttö voi myös nopeuttaa voimakkaasti metsän biogeokemiallisia kiertoja: syntyy ravinnepäästöjä pohja- ja pintavesiin, kun ravinteiden ja veden tarjonta ylittävät primäärituotannon tarpeet. Metsien kestävässä käytössä vesiensuojelu sekä biologisen diversiteetin hoito ja suojelu ovat sellaisia kriittisiä tekijöitä, joilla on suora yhteys metsän käyttöön. Toisaalta myös metsiin sitoutuvan energian määrään vaikuttaa globaaliympäristön muutos eli ilmaston lämpeneminen ja ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kohoaminen, jotka metsätalouden ulkopuolisina tekijöinä vaikuttavat metsäekosysteemin dynamiikkaan ja metsän käyttöön (kuva 1).

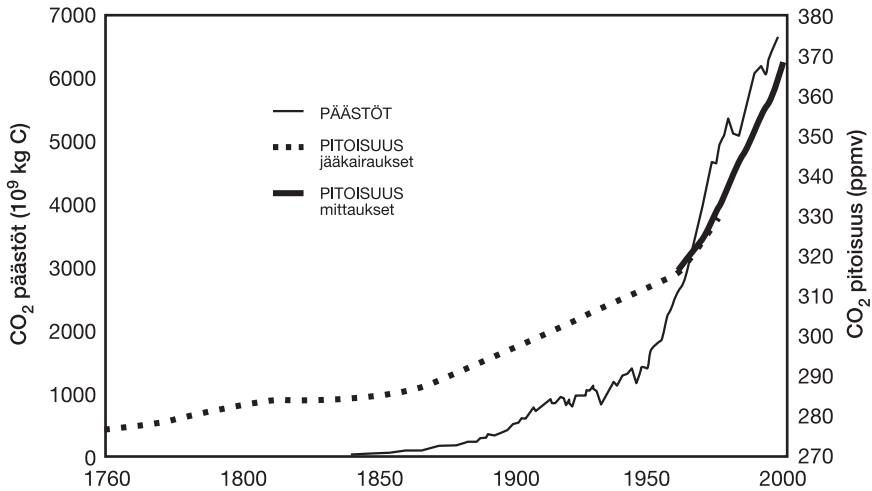


**Kuva 1.** Metsän käytön ekologiseen kestävyys vaikuttavia tekijöitä, niiden välisiä suhteita sekä ilmastonmuutoksen vaikutus niihin.

## 2. Ilmastonmuutos ja metsän käytön ekologinen kestävyys

### *Ilmaston globaalimuutos*

Ilmasto vaihtelee luonnostaan useilla eri aika- ja aluekaaloilla. Geologisina aikajaksoina ilmasto on vaihdellut jääkausien ja lämpimämpien jaksojen välillä. Toisaalta muutamien vuosien välein toistuvat El Nino - La Nina jaksot vaikuttavat koko Tyynen valtameren alueella. Myös ihminen on muokannut paikallisesti ilmastoa satojen vuosien ajan raivaamalla metsiä ja kuivattamalla kosteikkoja pelloiksi. Kuitenkin vasta teollistumisen myötä ihmisen vaikutus on ulottunut koko ilmakehään (kuva 2). Vielä runsaat pari sataa vuotta sitten ilmakehän hiilidioksidipitoisuus oli noin 280 ppmv (ppmv = tilavuuden miljoonasosa). Vuoteen 2001 mennessä pitoisuus kohosi arvoon 370 ppmv, joka on runsaat 30 % suurempi kuin esiteollisena aikana. Samaan aikaan kohosi ilmakehän metaanipitoisuus 151 % ja typpioksiduulin pitoisuus 17 %.



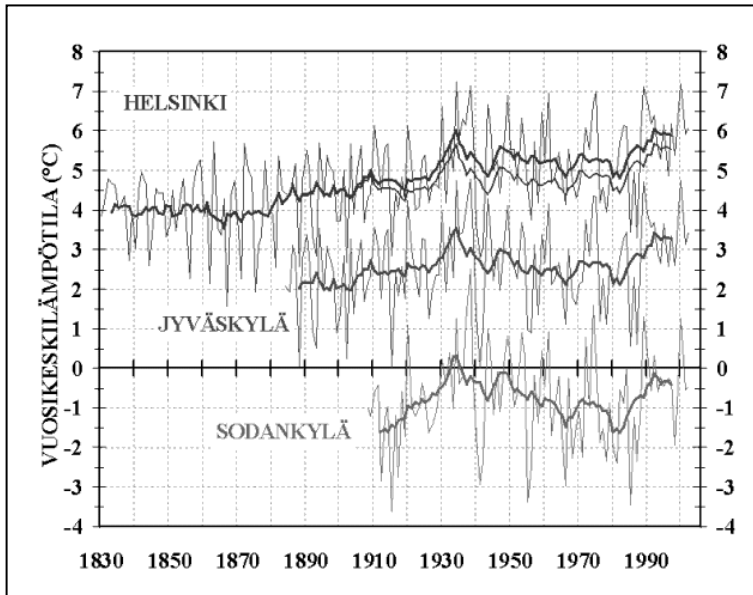
**Kuva 2.** Fossiilisten polttoaineiden käytöstä ja sementin tuotannosta aiheutuvat vuosittaiset hiilidioksidipäästöt (yksikkö: miljoonaa hiilitonnia) sekä ilmakehän hiilidioksidipitoisuus jääkairauksista ja mittauksista (yksikkö: tilavuuden miljoonasosaa) (lähde: CDIAC USA).

Maapallon keskilämpötila kohosi 1860-luvulta nykyhetkeen 0,6 °C siten, että 1990-luku oli edellisen vuosisadan lämpimin vuosikymmen. Tämän voidaan tulkita olevan syynä mm. siihen, että viimeksi kuluneen 50 vuoden aikana merien jääpeitteen pinta-ala pohjoisella pallonpuoliskolla on supistunut 10–15 %. Myös sisävesien jääpeiteinen aika lyheni 1900-luvulla parilla viikolla. Pohjoisella pallonpuoliskolla on kasvukausi pidentynyt paikoin noin kymmenellä päivällä verrattuna 1960-luvun alkuun; linnut aloittavat pesintänsä aiemmin keväällä, ja monien perhoslajien elinalue on laajentunut kohti pohjoista. Kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) kolmannen arviointiraportin mukaan tämä kehitys jatkuu: maapallon keskilämpötilan odotetaan nousevan vuoteen 2100 mennessä 1,4–5,8 °C. Matalilla leveysasteilla sademäärät paikoin lisääntyvät, paikoin vähenevät. Keski- ja korkeilla leveysasteilla sadepäivien lukumäärä yleisesti vähenee, mutta vastaavasti vettä saadaan kerralla enemmän, jolloin sekä tulvien että pitkien kuivuuskausien vaara kasvaa. Pohjoisella pallonpuoliskolla lumen ja merijään peittävä alue pienenee edelleen, ja myös vuoristojen jäätiköt jatkavat sulamistaan.

### **Ilmastonmuutos Suomessa**

Keskilämpötilan vaihtelu Suomessa tunnetaan 1840-luvulta alkaen. Nämä aikasarjat osoittavat, että vuotuinen keskilämpötila on kohonnut runsaan asteen viimeisten 150 vuoden aikana. Lämpeneminen on ollut voimakkainta keväällä (maalis-, huhti- ja

toukokuu) ja se on ollut noin 2 °C. Myös talvikuukausien keskilämpötilat ovat kohooneet noin asteen. Kesällä ja syksyllä lämpötila on puolestaan kohonnut noin puoli astetta. Tämä kehitys kertaan koko maapallolla samaan aikaan tapahtunutta kehitystä; lämpeneminen on ollut nopeinta viimeisten parin vuosikymmenen aikana (kuva 3), erityisesti 1990-luvulla. Muutos on ollut selväpiirteisintä Etelä-Suomessa.



**Kuva 3.** Vuosikeskilämpötilat Helsingin Kaisaniemessä vuosilta 1830–2002, Jyväskylästä 1884–2002 ja Sodankylästä 1908–2002. Vuotuiset arvot ovat ohuella viivalla ja kymmenen vuoden liukuva keskiarvo paksulla. Helsingin lämpötiloista mukana myös arvio siitä, miten paljon kaupungistuminen on kohottanut lämpötilaa (kymmenen vuoden liukuva keskiarvo, keskipaksu viiva)(lähde: Ilmatieteen laitos).

Suomen ilmaston tulevaa kehitystä on pohdittu viimeksi Suomen Akatemian rahoittamassa Figare (1999–2002) tutkimusohjelmaan kuuluneessa FINSKEN hankkeessa (Carter ym. 2004). Taulukkoon 1 on kerätty tämän hankkeen keskeisiä arvioita Suomen ilmaston kehittymisestä vuosina 2000–2080. Taulukon skenaarioiden taustalla on erilaisia oletuksia maapallon väestökehityksestä sekä energian käytöstä ja tuotannosta.

- Skenaario A1FI. Tuleva taloudellinen kehitys on nopeaa ja talous globalisoiuu selkeästi, maapallon väestön määrä kulminoituu vuosisadan puolivälissä, energiateknologia kehittyy nopeasti, mutta fossiilisia polttoaineita käytetään edelleen runsaasti.

- Skenaario A2. Maapallon väestö kasvaa edelleen, mutta talouden globalisointuminen ei ole selkeää ja se kehittyy eriytyneesti ja hitaammin kuin skenaariossa A1FI oletettiin.
- Skenaario B1. Maapallon väestö kehittyy samalla tavalla kuin skenaariossa A1FI oletettiin. Toisaalta talouden rakenteet muuttuvat nopeasti ja tuotannossa korostuvat erilaiset palvelut. Tuotannon materiaali-intensiivisyys vähenee ja tuotannon päästöt vähenevät.
- Skenaario B2. Taloudessa korostuvat paikalliset ratkaisut tavoitteena taloudellinen, sosiaalinen ja ekologinen kestävyys. Maapallon väestö kasvaa edelleen, mutta taloudellinen kehitys ei ole erityisen nopeaa.

**Taulukko 1.** FINSKEN projektin laatimia ennusteita Suomen ilmaston kehittymisestä jaksolla 2000–2080 erilaisten maailmanlaajuisten sosio-ekonomisten kehityskulkujen vallitessa.

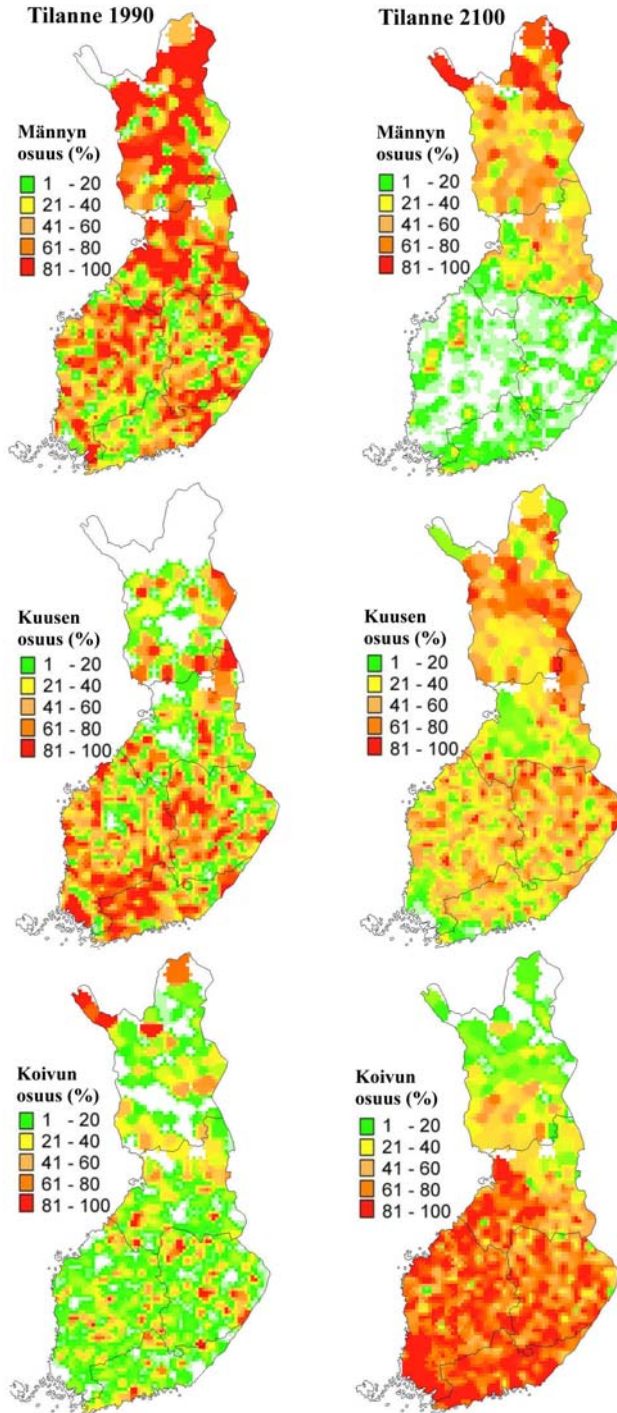
Ajankohta ja ilmastotekijä	Skenaario			
	A1FI	A2	B1	B2
<b>2020</b>				
- CO <sub>2</sub> (ppm, nykyinen 367)	432	429	421	414
- Vuotuisen keskilämpötilan muutos, °C suhteessa 1961–1990	1,5–3,1	1,3–2,8	1,5–2,4	1,5–2,8
- Vuotuisen sadannan muutos, % suhteessa 1961–1990	4–14	2–13	3–14	3–16
<b>2050</b>				
- CO <sub>2</sub> (ppm, nykyinen 367)	590	545	492	486
- Vuotuisen keskilämpötilan muutos, °C suhteessa 1961–1990	3,8–5,2	2,9–4,0	1,8–3,5	2,1–3,7
- Vuotuisen sadannan muutos, % suhteessa 1961–1990	9–28	7–21	4–17	1–20
<b>2080</b>				
- CO <sub>2</sub> (ppm, nykyinen 367)	829	718	534	567
- Vuotuisen keskilämpötilan muutos, °C suhteessa 1961–1990	5,6–7,4	4,4–5,9	2,4–4,4	3,0–5,0
- Vuotuisen sadannan muutos, % suhteessa 1961–1990	14–37	8–29	8–23	6–28

Näistä neljästä skenaario A1FI tuottaa suurimmat muutokset ilmastossa: vuoden 2080 paikkeilla ilman hiilidioksidipitoisuus olisi 829 ppm (56 % suurempi kuin vuonna

2000) sekä vuotuinen keskilämpötila olisi 5,6–7,4 °C sekä sadanta 14–37 % suurempi kuin nykyään. Toisaalta myös muut skenaariot ennakoivat selviä muutoksia ilmastoon, vaikka ne edustavatkin selvästi vähäisempää fossiilisen energian käyttöä kuin skenaario A1FI.

### ***Ilmastonmuutos, puulajisuhteet ja metsäluonto***

Suomessa metsäraja asettuu sinne, missä heinäkuun keskilämpötila on noin 12 °C. Metsäraja on ilmastollinen raja, jonka pohjoispuolella kesät ovat liian kylmiä puiden uudistua ja kasvaa. Myös etelämpänä alhainen lämpötila vähentää kasvua ja hidastaa uudistumista, mutta metsien kehitys on nopeampaa etelässä kuin pohjoisessa: mitä pidempi kasvukausi sitä nopeammin puut kasvavat ja uudistuvat. Pelkästään tällä perusteella voi arvioida, että Suomessa metsät eivät ole uhattuina, mutta metsäluonto voi muuttua voimakkaasti puulajien keskinäisen kilpailukyvyn sekä kasvu- ja uudistumisnopeuksien muuttuessa. Tämän seurauksena mm. havumetsävyöhykkeen ennakoidaan siirtyvän pohjoisemmaksi (400–500 km), samalla kun lehtipuiden osuus lisääntyisi voimakkaasti Etelä-Suomessa (kuva 4). Myös Pohjois-Suomessa lehtipuut valtaisivat alaa, mutta mänty ja kuusi menestyisivät siellä vieläkin paremmin. Täysin uusia puulajeja Suomeen tuskin leviäisi; pohjoisen yötön yö ja pitkä päivä hidastavat tehokkaasti uusien puulajien siirtymistä pohjoista kohti, vaikka lämmin- tai riittäisi. Toisaalta mikään Suomessa kasvavista puulajeista ei häviäisi, kuten pitkäaikaiset puiden alkuperäkokeet osoittavat.



**Kuva 4.** Ilmastonmuutoksen vaikutus metsien puulajisuhteisiin (osuus tilavuudesta). Tilanne vuonna 1990 on laskettu valtakunnan metsien inventoinnin pysyvien koelajojen perustella, ja tilanne vuonna 2100 Sima-mallin avulla. Mallin syöttötietona käytettiin puuston arvoja vuonna 1990. Vuotuisen keskilämpötilan oletettiin kohoavan vuoteen 2100 mennessä 4 °C ja sadannan 15 %. Hiilidioksidin kohoamisen vaikutusta ei otettu huomioon laskelmissa. Metsien hoidossa ja hakkuissa oli tavoitteena suurin mahdollinen kestävä hakkuupoistuma. Harvennushakkuissa noudatettiin vuoden 2003 hoitosuosituksia. Uudistushakkuut tehtiin avohakkuuna siten, että uudistusalalle istutettiin samaa puulajia, joka kasvoi siellä ennen hakkuuta. Uudistusaloille saattoi syntyä luontaisesti myös muiden puulajien taimia. Tämä suosi koivujen yleistymistä viljavilla kasvupaikoilla, jos ilmasto muutoin suosi tätä puulajia. Myös harvennettuihin metsiin saattoi syntyä luontaisesti muiden puulajien taimia, jos se on ollut mahdollista mm. valaistusolosuhteiden suhteen. Tämä suosi puolestaan kuusen yleistymistä viljavilla kasvupaikoilla, jos ilmasto muutoin suosi tätä puulajia. Molemissa tapauksissa myös mänty saattoi uudistua luontaisesti, mutta viljavilla kasvupaikoilla männyn kilpailukyky suhteessa koivuun ja kuuseen oli heikko.



Metsien puulajisuhteissa tapahtuvat muutokset ennakoivat suuria muutoksia koko metsäluonnossa ja sen monimuotoisuudessa. Sekametsien todennäköinen yleistyminen suosii eteläisiä lintulajeja samalla kun pohjoisten havumetsien lajit taantuvat. Samoin käynee myös itäiselle taigalajistolle. Suurimmat muutokset koskisivat kuitenkin talvehtivia lintuja, joiden elinolot parantuvat ratkaisevasti lumettoman kauden pidentyessä. Vähälumiset talvet ja ravintokasvien hyvä esilläolo suosivat myös hirviä ja eräitä muita kasveja syöviä nisäkkäitä. Metsäluonnon tasapaino muuttuisi perusteellisesti, ja sillä on luultavasti suuri vaikutus metsien monimuotoisuuden suojeluun ja hoitoon. Toisaalta myös monet metsätuhoja aiheuttavat hyönteiset todennäköisesti levittäytyvät pohjoisemmaksi samalla, kun etelästä tulee uusia lajeja. Lämpötilan pysyvä kohoaminen voi luoda otolliset olosuhteet mm. sellaisten tuhohyönteisten kuin havununnan ja mäntyankeroksen leviämislle Etelä-Suomen metsiin. Metsätuhojen ja ilmastonmuutoksen välinen suhde on kuitenkin vielä avoin kysymys, ja se luo suurta epävarmuutta metsien tulevaa kehitystä koskeviin ennusteisiin (taulukko 2).

**Taulukko 2.** Arvio eräiden hyönteis- ja sienilajien reagoinnista muuttuvaan ilmastoon (Kuusisto ym. 1996)

<p><b>Lajit, joiden aiheuttamien tuhojen riski saattaa lisääntyä</b></p>	<p><b>Hyönteiset:</b> punalatikka, ytimennävertäjä, kirjainpajaja, ruskomäntypistiäinen, pilkkumäntypistiäinen, mäntymittari, hallamittari, mänty-yökkönen. <b>Sienet:</b> juurikäpää, männyn mesisieni.</p>
<p><b>Lajit, jotka saattavat yleistyä tai levitä Suomeen</b></p>	<p><b>Hyönteiset:</b> jalavan mantokuoriaiset, kirjava kudospistiäinen, havununna, lehtinunna, mäntyankeroinen <b>Sienet:</b> jalavatauti.</p>

Bioottisten tuhojen riski kytkeytyy myös myrsky- ja lumituhoihin, jotka todennäköisesti yleistyvät ilmastonmuutoksen myötä. Myrskytuhojen esiintyminen on tietenkin yhteydessä tuulen nopeuden ääriarvojen (nopeus  $> 21 \text{ m s}^{-1}$ ) esiintymiseen, mm. paikallisten ukkosmyrskyjen muodossa. Myrskytuhojen riskiä lisää myös maan heikko routaantuminen, joka vähentää puiden ankkuroitumista talvimyrskyjen aikaan. Toisaalta myrskytuhojen riski riippuu puuston rakenteesta; puun kaatavan tuulen nopeus pienenee, kun latvuksen pituus tai massa kasvaa suhteessa puun kokonaispituuteen tai kokonaisuuteen. Nopeus on kuitenkin pienempi kuin rungon katkai-

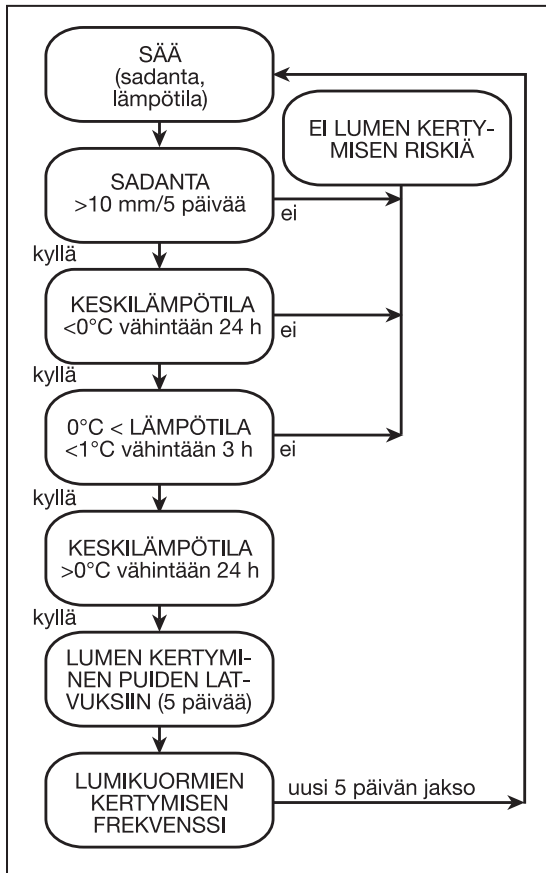
sevan tuulen nopeus, vaikka katkeamisen riski puun pituuden, runkomuodon ja latvuksen pituuden (massan) suhteen noudattaa samaa mallia. Pienille puille kriittinen tuulen nopeus on suurempi kuin suurille, joskin solakat ja pitkälatvuksiset puut katkeavat pienemmällä tuulen nopeudella kuin tyvekkäät tai lyhytlatvaiset puut.

Myös runsas ja märkä lumi yhdessä tai yksin tuulen kanssa kaataa ja katkoo puita, vaikkakin tuuli voi myös estää lumen kertymistä latvuksiin. Lumituhon syntyä edeltää kuitenkin aina runsas lumisade ja suhteellisen tyyni sää: tuuli, joka puhaltaa nopeammin kuin  $9 \text{ m s}^{-1}$ , pudottaa tavallisesti lumen, joka ei ole tarttunut lujasti puiden latvuksiin (kuva 5). Märkä lumi tarttuu puiden latvuksiin, kun lumisateen aikana lämpötila on  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ :n molemmin puolin ja lämpötila laskee lumisateen aikana tai pian sateen jälkeen selvästi  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ :n alapuolelle: märkä lumi tarttuu oksiin ja neulasiin, joihin se jäätyy kiinni pakkasen kiristyessä. Puut alkavat taipua ja oksat ja latvukset katkeilla, kun lumitaakka ylittää  $40 \text{ kg m}^{-2}$  ja yli  $60 \text{ kg m}^{-2}$  lumitaakka murtaa puiden latvuksia yleisesti. Lumi myös kaataa puita, jos maa on sula ja puiden ankkuroituminen heikkoa. Tällaiset lumiepisodit todennäköisesti lisääntyvät ilmastonmuutoksen myötä.

Männyllä lumitaakka keskittyy rungon yläosaan ja kuusella tasaisesti rungon koko alueelle latvuksen pituuden ja puun pituuden suhdetta noudattaen. Myös tuulen voima noudattaa tällaista jakaumaa, mutta männyllä lumitaakka lisää kokonaismomenttia suhteellisesti enemmän latvuksen yläosassa kuin kuusella. Männyn latvus katkeaa usein aivan latvuksen alapuolelta, mutta kuusten latvukset ilman selvää keskittymistä rungon tiettyyn osaan. Toisaalta lumi yksin ja yhdessä tuulen kanssa runtelee erityisesti kasvatusmänniköitä, joissa latvuksen tasapaino horjahtaa helposti jo pelkästään lumitaakan vuoksi. Tällaisessa tilanteessa tasapaino horjahtaa helposti myös tuulen vuoksi: lumella ja tuulella on usein selvä vuorovaikutus, kun puita kaatuu ja katkeaa talvella.

Muuhun Eurooppaan verrattuna on pohjoisella Euroopalla Suomi mukaan lukien todennäköisesti kuitenkin vihreä tulevaisuus: lämpenevät kesät, lisääntyvät saateet ja pitenevä kasvukausi yhdessä korkean hiilidioksidipitoisuuden kanssa voivat lisätä metsien kasvua. Suomessa kasvun lisäys painottuu pohjoiseen, jossa ilmastoakin muuttuu eniten. Muualla Euroopassa kehitys voi olla päinvastainen, ja Välimeren alueella loputkin metsät uhkaavat hävitä kuivuuden ja metsäpalojen vuoksi. Myös Keski-Euroopassa kuivat kesät yleistyvät, ja itäisen Keski-Euroopan alueella havu-

puuistutukset kärsivät veden niukkuutta. Ilmastonmuutos voi suorastaan uhata metsien säilymistä monin paikoin Euroopassa.



**Kuva 5.** Lumisateen määrän, tuulen nopeuden ja ilman lämpötilan vaikutus lumen kertymiseen puiden latvuksiin.

### ***Ilmastonmuutos, ainespuun tuotanto ja hiilen varastoituminen***

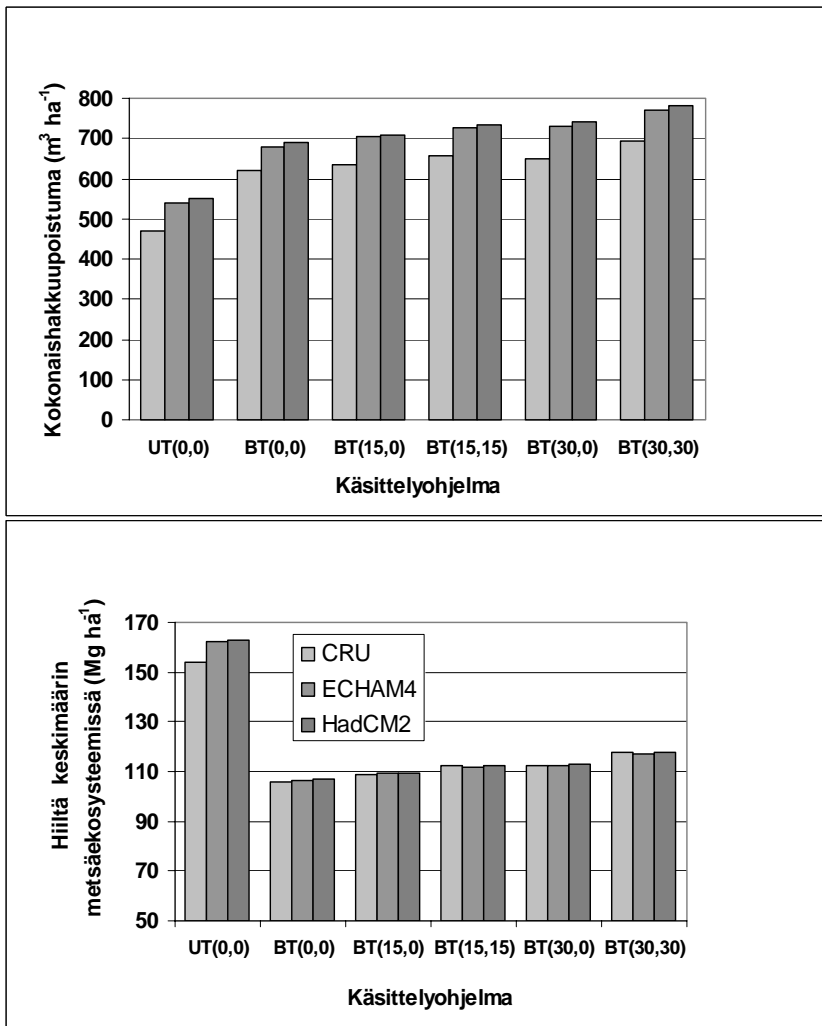
Ilmastonmuutoksen vaikutuksia metsätalouteen havainnollistetaan seuraavassa Pohjois-Savossa (Leppävirta) sijaitsevalle metsäalueelle tehdyillä laskelmilla, jotka on laadittu eräässä Euroopan Unionin rahoittamassa hankkeessa (SilviStrat 2001–2003). Laskelmat tehtiin fysiologisella ekosysteemimallilla (FINNFOR), jossa puiden kasvu kytkettiin vallitseviin lämpö- ja sadantaoloihin sekä ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen ja puiden käytettävissä olevaan tyypeen.

Nykyilmastoa (CRU) kuvattiin pitkän ajan säätilastoista (1961–1990) saaduilla arvoilla, joita toistettiin laskentajakson yli (100 vuotta). Muuttuvaa ilmastoa kuvattiin puolestaan kahdella erilaisella ilmastoskenaariolla. Nykyilmastossa vuoden keskilämpötila oli 3,5 °C ja vuosisadanta 478 mm sekä hiilidioksidipitoisuus 350 ppm.

HadCM2 skenaariolla vuoden keskilämpötila kohosi arvoon 7,2 °C ja sadanta arvoon 560 mm laskentajakson lopussa, kun taas ECHAM4 skenaariolla vuoden keskilämpötila kohosi arvoon 8,6 °C ja sadanta arvoon 591 mm. Muuttuvassa ilmastossa hiilidioksidipitoisuus kohosi 350 ppm:stä 700 ppm laskentajakson aikana.

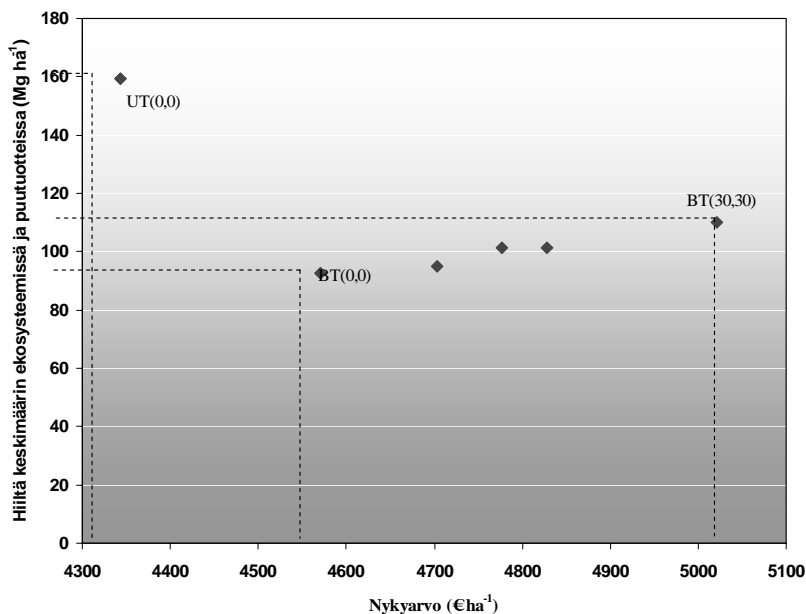
Laskelmissa käytetyn metsäalueen kokonaispinta-ala oli 1451 ha siten, että se jakautui 1018 erilliseen metsikköön pääpuulajin, puuston iän ja kasvupaikan viljavuuden mukaan luokiteltuna. Alueen pääpuulaji oli kuusi (64 % kokonaispinta-alasta), sillä alue oli kokonaisuudessaan suhteellisen viljava. Männiköiden osuus pinta-alasta oli puolestaan 28 % ja koivikoiden 7 %. Jos jollakin kuviolla tehtiin pätehakkuu simulointijakson kuluessa, uudistettiin metsikkö istuttamalla se samalla puulajilla (2500 taimea hehtaarille), joka metsikössä kasvoi ennen uudistamista. Harvennushakkuissa sovellettiin perusharvennuksena nykyisiä harvennussuosituksia. Tämän lisäksi laadittiin myös muita harvennushakkuuohjelmia lisäämällä ja vähentämällä harvennuksen käynnistävää ja harvennuksen jälkeistä pohjapinta-alarajaa. Hakkuupoistuma jaettiin sahatukkeihin ja kuitupuuhun siten, että sahatukin latvaläpimitta oli vähintään 16 cm ja kuitupuun vähintään 6 cm.

Laskelmat osoittivat, että ilmastonmuutos lisäsi puuston kokonaiskasvua 10–15 % (kuva 6). Kasvun lisäys oli suurinta harventamattomassa metsässä, jossa puuston keskimääräinen määrä koko simulointijakson ajan oli suurin muihin käsittelyohjelmiin verrattuna. Myös eri harvennushakkuuohjelmien keskinäinen vertailu osoitti, että puuston kokonaiskasvu lisääntyi sitä enemmän mitä suurempi oli puuston keskimääräinen tilavuus. Näin tapahtui myös metsäalueelta korjatun ainespuun määrässä: pohjapinta-alan ylärajan ja alarajan kohottaminen 30 % lisäsi hakkuupoistumaa nykyilmastossa 12 % ja muuttuvassa ilmastossa 14 %. Ilmastonmuutos lisäsi hakkuupoistumaa myös silloin, kun metsää kasvatettiin ilman harvennuksia. Tässä tapauksessa kokonaishakkuupoistuma jäi kuitenkin selvästi pienemmäksi kuin harvennuksia käyttäen, sillä harvennusten poisjättäminen lisäsi luontaista poistumaa samassa suhteessa kuin ilmastonmuutos lisäsi kasvua. Laskelmista kävi myös ilmi, että ECHAM4 skenaariolla kokonaiskasvu ja -hakkuupoistumat lisääntyivät enemmän kuin HadCM2 skenaariolla.



**Kuva 6.** Leppävuirran tutkimusalueen kokonaishakkuupoistuma (ylempi kuva) ja hiilivarasto (alempi kuva) kiertoaajan kuluessa erilaisia harvennusohjelmia ja ilmastoskenaarioita sovellettaessa (lähde: SilviStrat-projekti). Kuvissa käsittelyohjelma UT(0,0) tarkoittaa kasvatusta ilman harvennusta sekä BT (0,0) kasvatusta perusharvennuksin, BT(15,0) harvennuksen pohjapinta-alan kohottamista 15 % ja alarajan pitämistä samanlaisena kuin perusharvennuksessa jne.

Metsänhoidon ja ilmastonmuutoksen vaikutukset puuston kasvuun osoittivat, että metsiin voi sitoutua hyvinkin erilaiset määrät hiiltä paikallisista olosuhteista ja metsänkäytöstä riippuen (kuva 7). Toisaalta myös puutuotteisiin sitoutuu hiiltä, joka on poissa ilmakehästä tuotteen elinkaaren ja hajoamisen määräämän ajan.



**Kuva 7.** Leppävuirran laskenta-alueelta sadan vuoden aikana korjatun ainespuun ja siitä valmistettujen tuotteiden arvo sekä samanaikaisesti metsään varastoituneen hiilen kokonaismäärä (lähde: SilviStrat-projekti). Käsittelyohjelmat on selitetty kuvan 6 kuvatekstissä.

Leppävuirran tapauksessa metsän kasvatus ilman harvennuksia tarjosi suurimmat mahdollisuudet lisätä metsän ja puutuotteiden hiilivarastoja verrattuna nykysuositusten mukaiseen hoitoon. Harvennuksista pidättäytyminen tietenkin vähensi hakkuupoistumaa ja puutuotteiden määrää; näin syntyi menetetty hyöty puuntuotannossa mitä voidaan pitää eräänlaisena varjohintana hiilen sidonnalle. Hiilivaraston suosiminen metsänhoidossa (UT(0,0)) ainespuun sijasta antoi hiilitonnin hinnaksi  $13 \text{ € Mg}^{-1}$ , kun laskelmassa otettiin huomioon myös ainespuusta valmistettujen tuotteiden arvo. Toisaalta harvennusrajojen kohottaminen lisäsi metsän keskimääräistä hiilivarastoa ja hakkuupoistumaa, jolloin hiilen lisävarasto ei aiheuttanut kustannuksia; ainespuun tuottaminen ja hiilen varastointi eivät siis olleet toisiaan poissulkevia metsänkätötvaihtoehtoja. Järkevä tasapaino näiden kahden tavoitteen välissä lienee saavutettavissa, jos puuston kasvu pyritään säilyttämään suhteellisen suurena, mutta kuitenkin kasvattamalla puuston keskimääräistä määrää. Metsäalueen puitteissa tämä tarkoittaa sitä, että puuston ikäjakauma on likimain normaali tai vain lievästi vanhoihin ikäluokkiin painottunut. Toisaalta harvennuspoistumaa lienee myös mahdollista lisä-

tä ja jopa kiertoaikaa lyhentää, jos metsäenergian käyttöä lisäämällä vähennetään fossiilisen hiilen päästöjä. Leppävirtaa koskeva laskelma osoittaaakin, että metsänhoidon sopeuttaminen metsän kasvunopeuteen on avainasemassa linjattaessa metsän käyttöä muuttuvaan ilmastoon sopivaksi.

### ***Metsänhoito ja sopeutuminen ilmastonmuutokseen***

Laskentaesimerkit osoittavat, että metsänhoidon vaikutus metsän kasvuun ja kehitykseen riippuu vallitsevasta ilmastosta. Metsänhoito on kuitenkin suhteutettava vallitseviin olosuhteisiin sekä eri puulajien kykyyn sopeutua kohoavaan hiilidioksidipitoisuuteen ja lämpötilaan. Metsänhoidolla ei kuitenkaan voida estää väistämättä tapahtuvia muutoksia, mutta sen avulla voidaan nopeuttaa muutoksiin mukautumista kuten taulukkoon 3 on listattu. Adaptiivinen metsänhoito luo mahdollisuuksia käyttää hyväksi ilmastonmuutoksen tarjoamia mahdollisuuksia ja hallita ilmastonmuutokseen liittyviä riskejä.

Geneettinen muuntelu sopeuttaa puulajit muuttuviin olosuhteisiin, mikä näyttäisi puoltavan luontaisia menetelmiä metsän uudistamisessa. Myös metsänviljelyssä puiden perinnöllisen vaihtelun säilyttäminen on tärkeää, jos kohta metsäpuut ovat sopeutuneet laajaan ilmastolliseen vaihteluun kuten puiden siirtokokeet osoittavat. Vanhimmissa kokeissa mänty ja kuusi ovat kasvaneet jo yli 60 vuotta ”uudessa” ilmastossa; kummankin puulajin kasvu lisääntyy, kun niitä kasvatetaan syntypaikkaa lämpimämissä olosuhteissa. Ilmastonmuutos näyttäisi siis tarjoavan mahdollisuuden viljellä puiden eteläisiä alkuperiä nykyistä pohjoisempana. Lyhyttä päivää edustavat eteläiset alkuperät eivät kuitenkaan välttämättä sopeudu pohjoisen yöttömiin öihin. Päivän pituus onkin keskeinen tekijä, joka rajoittaa eteläisten alkuperien käyttöä metsänviljelyssä ja hidastaa uusien puulajien siirtymistä pohjoista kohti.

Metsän uudistamisessa tehtävät valinnat vaikuttavat metsien fysiologiseen ja geneettiseen kykyyn kestää poikkeuksellisia sääoloja ja ilman epäpuhtauksia. Metsiä voidaan suojella myös suosimalla sekapuustoja sekä rajoittamalla raakapuuntuontia alueilta, joilla esiintyy potentiaalisia tuholaisia. Toisaalta myös järkevä maanhoito vähentää metsätuhojen riskiä. Myös hakkuiden sopeuttaminen puiden elinkaaripituuteen ja ilmastonmuutoksesta hyötyvien puulajien suosiminen kasvatushakuissa vähentävät metsäntuotannon riskejä.

**Taulukko 3.** Metsänhoidollisia vasteita suojella ja sopeuttaa metsiä ilmastonmuutokseen: hoidon vaiheita, ongelmia, syytekijöitä, sopeutumiskeinoja.

#### **Metsänuudistaminen**

*Puulajivalinta:* eteläiset ja mereiset alkuperät menestyvät nykyistä paremmin, mutta myös paikalliset alkuperät joustavat; lehtipuut hyötyvät Etelä-Suomessa ilmastonmuutoksesta enemmän kuin havupuut, Pohjois-Suomessa mänty ja kuusi ovat tuottoisimpia, mutta myös lehtipuiden tuottavuus kasvaa; puulaji- ja alkuperävalinnassa on säilytettävä laaja geneettinen vaihtelu.

*Kylvö:* siementen itäminen ja taimien ensikehitys paranevat, lisääntyvä haihdunta voi olla riski; maan käsittelyä tarvitaan itämisen ja taimien ensikehityksen parantamiseksi ja pintakasvillisuuden haittojen vähentämiseksi.

*Istutus:* taimien eloonjäänti lisääntyy ja taimien ensikehitys paranee; maankäsittelyä tarvitaan taimituhojen vähentämiseksi ja pintakasvillisuuden haittojen vähentämiseksi.

*Luontainen uudistaminen:* mahdollisuudet paranevat kaikkialla Suomessa; maanmuokkausta tarvitaan siementen itäminen ja taimien ensikehityksen parantamiseksi; luontaiset taimet edustavat laajaa geneettistä vaihtelua, luontainen uudistaminen on laajassa mitassa käyttökelpoinen menetelmä sopeuttaa metsien geneettinen rakenne muuttuviin olosuhteisiin.

#### **Taimikonhoito**

*Pintakasvillisuuden torjunta:* heinien ja ruohojen osuus kasvaa pintakasvillisuudessa, pintakasvillisuus rehevöityy muutoinkin ja lisää torjunnan tarvetta; maankäsittely mekaanisesti ja kulottaen vähentää pintakasvillisuuden kilpailua sekä parantaa taimien kasvua ja kehitystä.

*Perkaus:* havupuutaimikoiden kasvatuksessa perkaustarve lisääntyy lehtipuiden yleistyessä ja lehtipuiden kilpailukyvyyn parantuessa; lehtipuiden suosiminen ja niiden kasvavan tuottokyvyn hyväksikäyttö vähentävät perkaustarvetta; lehtipuusekoitteisten metsien kasvatusmahdollisuudet paranevat.

*Harvennus:* tarvittaessa taimikoita voidaan kasvattaa nykyistä tiheämpinä, sillä kasvutekijöiden saatavuus paranee; männyn laatukasvatukseen tarvitaan tiheitä taimikoita, laadusta huolehtiminen tulee entistä tärkeämmäksi nopeutuvan kasvun seurauksena.

#### **Metsänkasvatus**

Ilman CO<sub>2</sub>-pitoisuuden lisääntyminen sekä lämpötilan ja sadannan muutos ja epäpuhtauksina tulevat typpiyhdisteet nopeuttavat kasvua ja lyhentävät puiden elinkaarta; kiertoaikoja voidaan lyhentää sekä harvennuskertoja ja/tai –voimakkuutta lisätä; kiertoaikojen ja kasvatushakkuiden sopeuttaminen metsän nopeutuvaan kehitykseen vähentää metsätuhojen riskiä ja tehostaa kasvavan tuottavuuden hyväksikäyttöä; puunkorjuu voi vaikeutua routakauden lyhentyessä.

#### **Metsänsuojelu**

Äkillisten katastrofien (myrskytuhot, lumituhot, metsäpalot, pakkasvauriot) seurauksena metsissä voi esiintyä kroonisia biologisia tuhoja; eteläiset tuholaiset työntyvät pohjoista kohti ja uusia tuholaisia voi levitä Suomeen; raakapuuntuontia tulisi rajoittaa alueilta joilla esiintyy potentiaalisia tuholaisia; puulaji- ja alkuperävalinta sekä säännöllinen harvennaminen ja kiertoaikojen lyhentäminen vähentävät metsätuhojen riskiä; metsien hygieniasta huolehtiminen tulee yhä tärkeämmäksi.

#### **Metsämaanhoito**

*Lannoitus:* ilman epäpuhtauksina tulevat typpiyhdisteet lisäävät metsien kasvua, mutta voivat aiheuttaa ravinteiden epätasapainoa ja maan happamoitumista; metsämaan hoitamiseksi voidaan tarvita tasapainottavaa lannoitusta ja kulotusta; lehtipuiden suosiminen vähentää maan kunnostustarvetta ja nopeuttaa ravinnekiertoa; tasapainoinen ravinteisuus vähentää metsätuhoja.

*Maankäsittely:* maanmuokkauksen tarve ravinnekierron nopeuttamiseksi vähenee; maan lämpöolot voivat parantua riittävästi ilman maanmuokkaustakin.

*Metsäojitus:* ojituksen (kunnostusojitus) merkitys voi lisääntyä jos sadanta lisääntyy voimakkaasti, toisaalta haihdunnan lisääntyminen ja puiden kasvun nopeutuminen voivat vähentää ojituksen tarvetta.



Toisaalta myös kiertoaikoja voidaan lyhentää sekä harvennuskertoja ja/tai voimakkuutta lisätä. Tässä suhteessa metsien lisääntyvä tuotospotentiaali tarjoaa monia mahdollisuuksia arvioida uudelleen metsänhoidon käytäntöjä. Kaiken kaikkiaan ilmastomuutos on metsätaloudellinen mahdollisuus, johon liittyyvää epävarmuutta voidaan vähentää tarkoituksenmukaisella hoidolla.

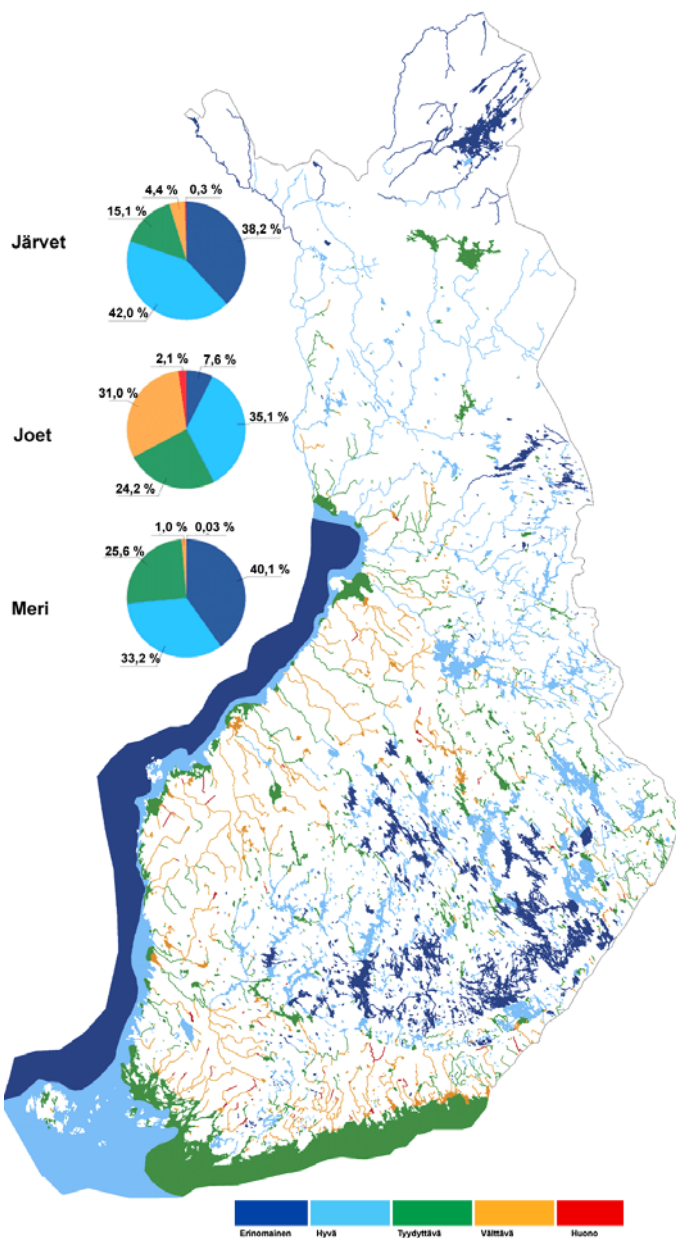
### **3. Vesiensuojelu ja metsän käytön ekologinen kestävyys**

#### ***Vesien tila***

Suomen Ympäristökeskuksen (Syke) tekemän arvion mukaan sisävesien pinta-alasta 80 % edustaa sellaisia vesialueita, joilla veden laatu on erinomaista tai hyvää (kuva 8). Tämä vuosien 2000–2003 mittauksiin perustuva arvio osoitti, että myös merialueiden veden laatu oli suhteellisen hyvä: merialueiden pinta-alasta 73 % edusti hyvää tai erinomaista laatua. Jokivesien laatu oli selvästi heikompi, sillä jokien kokonaispituudesta vain 43 % edusti hyvää tai erinomaista laatua. Sisävesien ja jokien tila on pysynyt likimain ennallaan verrattuna vuosiin 1994–1997, mutta merialueilla veden laatu on heikentynyt. Suomenlahden rehevöityminen on yhteydessä suureen fosfori- ja typpikuormitukseen. Fosforikuormituksesta 60 % ja typpikuormituksesta 50 % edustaa maatalouden päästöjä, mutta Suomenlahden leväkukinnoilla on yhteys myös koko Itämeren heikkoihin happioloihin. Tämän seurauksena pohjasedimenteistä vapautuu fosforia, mikä rehevöittää myös ulappavesiä ja ruokkii leväkukintoja.

Suomen Ympäristökeskuksen mukaan järvien pinta-alasta vajaat 5 %, rannikkovesistä runsas 1 % ja jokivesistä noin 30 % on välttävissä tai huonossa kunnossa. Tärkeä syy siihen, että joet ovat huonommassa kunnossa kuin järvet on se, että maatalous ja asutus keskittyvät jokien varsille. Varsinkin vähävetiset joet kuormittuvat herkästi, ja niiden tila oli erityisen heikko vuoden 2002 kuivuuden aikana.

### Järvien, jokien ja merialueiden vedenlaatu 2000-2003



**Kuva 8.** Suomen ympäristökeskuksen arvio Suomen vesien tilasta vuosina 2000–2003 (lähde: Suomen Ympäristökeskus).

**Metsätalouden päästöt vesiin**

Metsiin tulee biogeokemiallisessa ravinnevirrassa typpeä ja mineraaliravinteita (fosfori, kalium, kalsium, magnesium) sateen (märkälaskeuma) ja pölyn (kuivalaskeuma) mukana. Typpilaskeuma on Suomessa keskimäärin  $2\text{--}20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , josta pienet arvot ( $< 4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) edustavat luonnontilaista taustaa ja suuret arvot ( $> 4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) liikaantuneita ympäristöjä. Typpilaskeuma on selvästi suurempi kuin vapaa typen sidonta (vapaa sidonta, symbionttinen sidonta),  $1\text{--}2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Myös valuedet kuljettavat kasvupaikalle typpeä ja muita ravinteita. Toisaalta typpeä ja mineraaliravinteita vapautuu myös puiden ja pintakasvillisuuden käyttöön karikkeen ja humuksen hajotessa, mutta typen niukka saatavuus rajoittaa kuitenkin metsien kasvua kaikkialla Suomessa. Pitkällä aikavälillä lisäävien ja vähentävien biogeokemiallisten ravinnevirtojen oletetaan olevan tasapainossa, vaikka luonnontuhojen ja hakkuiden vuoksi poistuvien ravinteiden määrät voivat hetkellisesti ylittää tuntuvasti metsän ulkopuolelta tulevien ravinteiden määrät. Tällaiset episodit aiheuttavat mm. typen ja fosforin huuhtoutumista pintavesiin; metsätalouden typpikuormitus oli vuonna 2000 noin 4180 Mg, joka oli 13 % pienempi kuin vuonna 1993 (3600 Mg) (taulukko 4). Fosforikuormitus oli puolestaan 356 Mg, joka oli vähentynyt 37 % vuodesta 1993 (240 Mg). Suojavyöhykkeiden käyttö ja metsätalouden vesiensuojelun tehostaminen muilla tavoilla saattavat kuitenkin vähentää tuntuvasti näitä arvoja.

**Taulukko 4.** Metsätalouden aiheuttama potentiaalinen typpi- ja fosforihuuhtouma vuosina 1993–2000 sekä kuormituksen muutos (%) vuodesta 1993 vuoteen 2000. Luvut on esitetty siten, että taustalla on suppea (luvut a) ja laaja (luvut b) vesiensuojelu metsien käytön yhteydessä (Lähde: Suomen Ympäristökeskus).

Vuosi	Typpi <sup>a</sup> Mg a <sup>-1</sup>	Typpi <sup>a</sup> (%)	Typpi <sup>b</sup> Mg a <sup>-1</sup>	Typpi <sup>b</sup> (%)	Fosfori <sup>a</sup> Mg a <sup>-1</sup>	Fosfori <sup>a</sup> (%)	Fosfori <sup>b</sup> Mg a <sup>-1</sup>	Fosfori <sup>b</sup> (%)
1993	4804		4804		561		561	
1994	4761		4761		516		516	
1995	5038		5038		471		471	
1996	4677		4677		430		430	
1997	4546		4466		394		358	
1998	4440		4221		375		311	
1999	4192		3791		359		271	
2000	4179	-13 %	3618	-25 %	356	-37 %	239	-57 %

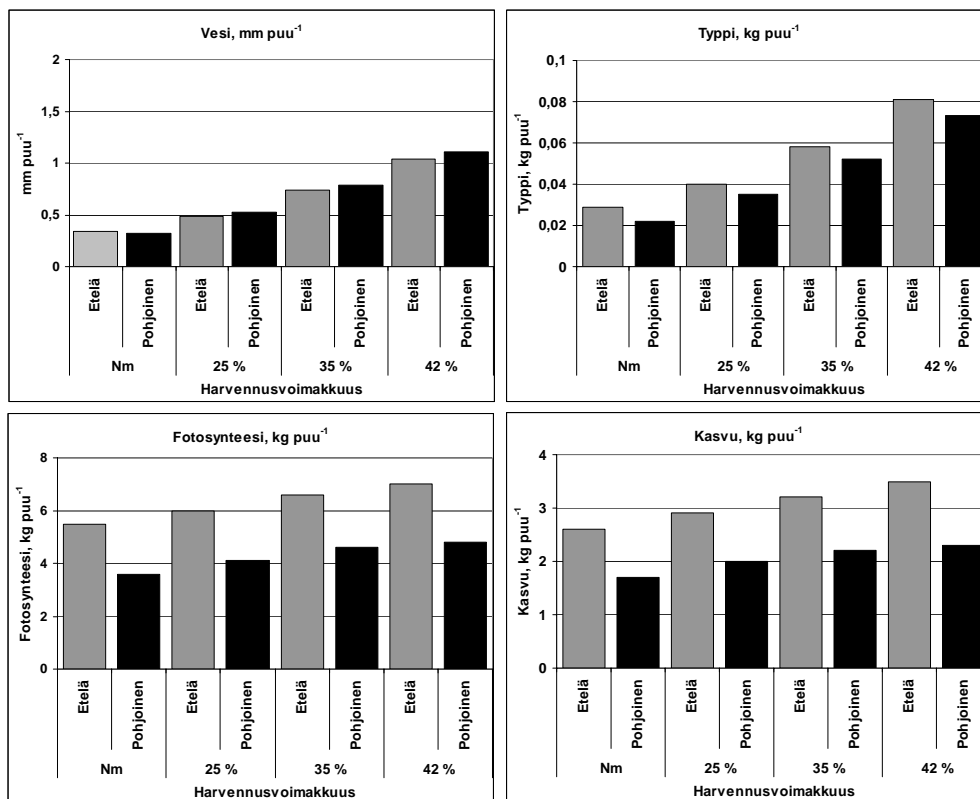
<sup>a</sup> Vesiensuojelua vain kunnostusajituksissa <sup>b</sup> Kattava vesiensuojelu myös hakkuissa

Metsätalouden aiheuttama typen hajakuormitus on noin 7 % ja fosforin 10 % suhteessa kokonaišnjakuormitukseen. Vaikka metsätalouden osuus vesistöjen ravintekuormituksesta on pieni, muodostavat harvaan asutuilla alueilla metsätalouden päästöt merkittävän osan vesien kuormituksesta. Metsätalous kuormittaa vallankin latvavesistöjen pienvesiä. Toisaalta näidenkin alueiden kuormitus on pienentynyt selvästi 1980-luvun loppupuolelta lähtien metsäojituksen ja -lannoituksen vähentymisen myötä. Vanhojen metsäojien kunnostuksen yhteydessä huuhtoutuu typpeä kuitenkin edelleen kohdealueiden ulkopuolelle. Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa asetettu tavoite vähentää 50 % kokonaisfosforikuormitusta vuoden 1993 tasosta vuoteen 2005 mennessä on kuitenkin mahdollista saavuttaa, vaikka metsien talouskäyttöä edelleen tehostettaisiin kansallisessa metsäohjelmassa esitetyllä tavalla. Typpikuormitusta ei ole mahdollista vähentää samalla nopeudella.

Metsätalouden aiheuttama hajakuormitus on kiinteästi yhteydessä biosfääriin ravinteiden ja veden kiertoon, joita pyritään ohjaamaan metsänhoidon avulla. Metsänhoidon tavoitteena on nopeuttaa puiden uudistumista ja kasvua mm. lisäämällä puiden käytössä olevan veden ja ravinteiden määrää, josta esimerkkinä olkoon kuva 9. Tämä mallilaskelma osoittaa, että harvennuksen jälkeen puiden käytettävissä olevan veden ja typen määrä kasvavat nopeasti harvennusvoimakkuuden funktiona. Tämän seurauksena puiden fysiologinen aktiivisuus ja kasvu lisääntyvät, joskin vähemmän kuin veden ja typen saatavuus.

Voimakkaan harvennuksen jälkeen kaikki typpi ei sitoudu kasvuun vaan huuhtoutuu pohja- ja pintavesiin. Tämä riski on erityisen suuri tuoreiden kankaiden avohakkuualoilla, joilla pintakasvillisuus kykenee sitomaan hakkuussa vapautuneet ravinteet vasta muutaman vuoden kuluttua hakkuusta. Toisaalta myös metsätalouden tarvitseman infrastruktuurin, kuten metsäteiden, rakentaminen lisää metsätalouden hajakuormitusta. Taulukossa 5 esitettyjen ominaispäästöarvojen avulla Härkönen (1996) laski, että silloisen Enso-Gutzeit Oy:n Karjalan hankinta-alueen metsistä (217 400 ha) huuhtoutui vuonna 1994 typpeä kaikkiaan noin 104 Mg, fosforia noin 13 Mg ja kaliumia noin 336 Mg, kun huuhtouma lasketaan koko jaksolle, jonka aikana huuhtouma voimistui luontaiseen huuhtoumaan verrattuna. Tämän hajakuormituksen vaikutusta vesien tilaan voi vain arvailla. Päästöjen mittakaavasta saa kuitenkin käsityksen, kun niitä verrataan vuonna 1994 Enocell Oy:n päästöihin: typpeä joutui vesistöön n. 60 Mg, fosforia n. 2,7 Mg ja kaliumia n. 530 Mg. Silloisen Enso-Gutzeit Oy:n Karjalan hankinta-alueen metsien käytöstä aiheutuva typpikuormitus oli täten n.

60 % hankinta-alueen ja Enocell Oy:n yhteenlasketusta päästöistä. Fosforin päästöt olivat puolestaan n. 80 % yhteenlasketuista päästöistä. Tehdaspäästöt ovat viime vuosina kuitenkin jatkuvasti vähentyneet, joten metsäpäästöjen suhteellinen merkitys vesien kuormituksessa on todennäköisesti lisääntynyt.



**Kuva 9.** Veden ja typen saatavuus sekä mäntyjen keskimääräinen fotosynteesi ja kasvu harvennusvoimakkuuden funktiona Kuopion ja Rovaniemen seuduilla lasketuna FINNFOR-mallilla. Laskelma kattaa molemmissa tapauksissa jakson 15 vuotta ennen kasvun kulminoitumista ja 15 vuotta kulminoitumisesta eteenpäin. Laskelma tehtiin viljavuudeltaan mustikkatyyppiä vastaavalle kasvupaikalle nykyilmastossa. Kuvan selitykset: Nm = ei käsittelyä.

**Taulukko 5.** Härkösen (1996) eri lähteiden perusteella laskemia typen, fosforin ja kaliumin huuhtoutumisarvoja erälle metsätaloudessa käytetyille toimenpiteille.

Metsän käyttöön liittyvä toimenpide	Huuhtoutuminen, kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>			Kesto, a
	N	P	K	
Avohakkuu	1,7	0,3	8,9	4
Avohakkuu ja maanmuokkaus	2,3	0,3	8,9	10
Ojitus	3,0	0,2	4,5	12
Metsäteiden rakentaminen	2,6	0,24	6,7	12

Metsätalouden vesiensuojelua tullaan jatkossa kehittämään Euroopan Unionin (EU) antamaa puitedirektiiviä noudattaen. Direktiivin mukaan pinta- ja pohjavesien laatu koko Unionin alueella pyritään kohottamaan hyväksi vuoteen 2015. Tätä varten laaditaan vesienhoitosuunnitelmat vuoteen 2010 mennessä. Vesienhoitosuunnitelmissa analysoidaan ihmisen vaikutusta vesiin ja laaditaan toimenpide-ehdotukset vesiensuojelun tehostamiseksi. Vesien tilaa arvioidaan pikemminkin niiden luonnontilan kuin niiden käyttökelpoisuuden perusteella; mm. pintavesien luokitus perustuu nykyistä selvemmin vesien ekologiseen tilaan. Vesien luokituksessa käytetään hyväksi mm. kalojen, pohjaeläinten ja vesikasvien tilaa, jota verrataan tilanteeseen, jossa ihmisen vaikutus on vähäinen. Direktiivin toimeenpanossa on keskeistä se, että vesien tila palautetaan hyväksi riippumatta kuormituslähteestä. Kuormituksen vähentämiseksi pyritään vesistötasolla mm. tunnistamaan kuormituksen aiheuttajat, arvioimaan kunkin kuormittajan osuudet ja määrittämään kuormituksen biologiset vaikutukset. Direktiivin soveltaminen metsätalouden hajakuormitukseen saattaa merkitä vesiensuojelun kytkemistä mm. tilakohtaiseen metsäsuunnitteluun, jotta jo suunnittelun yhteydessä kyettäisiin tunnistamaan potentiaaliset ongelma-alueet ja vähentämään siten vesien kuormittumista.

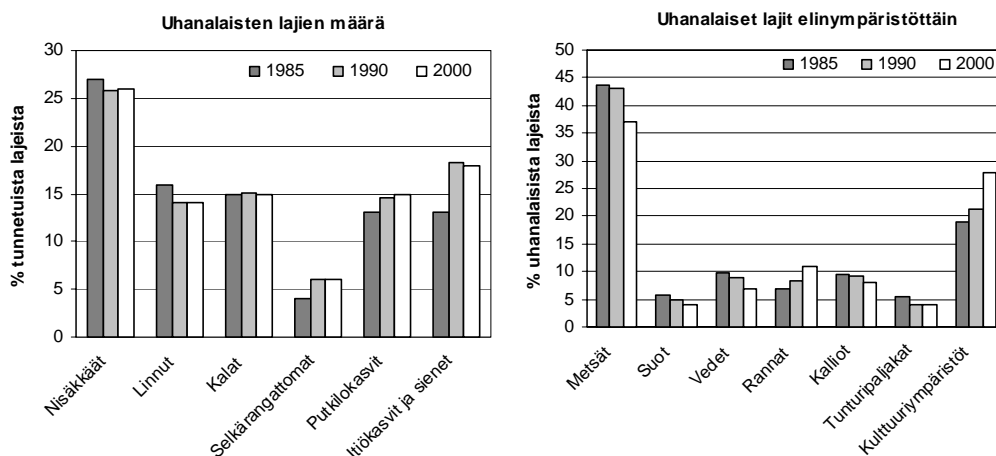
#### **4. Biodiversiteetti ja metsän käytön ekologinen kestävyys**

##### ***Biodiversiteetti ja uhanalaisuus***

Biologista monimuotoisuutta (biodiversiteettia) koskevan yleissopimuksen (Rio de Janeiro 1992) tavoitteena on maapallon ekosysteemin, kasvien ja eläinten sekä niiden sisältämien perintötekijöiden monimuotoisuuden suojeleminen, kestävä käyttö sekä biologisten luonnonvarojen käytöstä saatavien hyötyjen oikeudenmukainen jako. Biodiversiteettisopimuksen tavoitteena on siis suojella maapallon biosfääriä, mutta myös luoda kestävä pohja maapallon biologisten luonnonvarojen käytölle: biologinen monimuotoisuus pitää yllä mm. metsien ja maaperän tuottokykyä. Biologisen monimuotoisuuden hoito ja suojeleminen kytkeytyy toisaalta uhanalaisten eliöiden ja niiden elinympäristöjen suojelemaan. Uhanalaiseksi luokitellaan sellainen kasvi- tai eläinlaji, joka on harvinaistunut ihmisen toiminnan takia. Suomessa suurimmat syyt lajien uhanalaistumiseen ovat metsän käyttö, niittyjen sulkeutuminen ja rakentaminen sekä ilman ja vesien pilaantuminen.

Metsien biologiseen monimuotoisuuteen sisältyvät eliöeläinten perinnöllinen muuntelu, eliöeläinten lukumäärä sekä niiden elottoman ympäristön muodostavien

elinympäristöjen monipuolisuus. Pääpaino biodiversiteetin suojelussa on kuitenkin harvinaisissa ja uhanalaisissa eliöissä. Suomesta on hävinnyt 188 lajia, ja uhanalaisia lajeja on noin 1500. Uhanalaisista lajeista 38 % edustaa lajeja, joiden pääasiallinen elinympäristö on metsä (kuva 10). Metsälajien uhanalaistuminen kytkeytyy mm. puuston lajikoostumuksen yksipuolistumiseen, vanhojen metsien vähenemiseen ja pirstoutumiseen sekä lahoppuun vähenemiseen metsistä. Viime kädessä on kysymys siitä, että talousmetsien dynamiikka tuottaa sellaisia metsän rakenteita, jotka ovat epäoptimaalisia vanhojen metsien lajistolle.



**Kuva 10.** Uhanalaisten eliöiden osuus tunnetuista lajeista (vasemmalla) ja uhanalaiset eliöt elinympäristöittäin (oikealla) (lähde: Suomen Ympäristökeskus).

### ***Biodiversiteetti ja metsätalous***

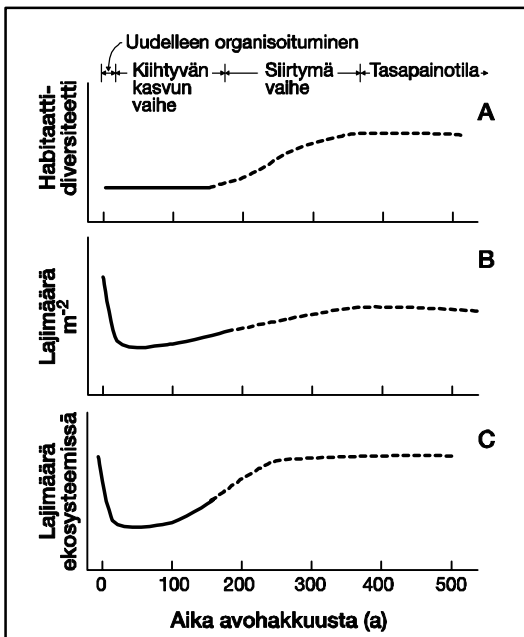
Metsien biodiversiteetin hoidossa ja suojelussa avainkysymys on, kuinka ainespuun tuotanto ja biodiversiteetti kytkeytyvät metsän pitkän ajan dynamiikkaan (suksessioon) ja miten metsän suknessiota ohjataan tuottamaan ainespuun lisäksi monipuolisia habitaatteja biodiversiteetin ylläpitämiseksi.

Suomessa metsät peittävät lähes koko maan. Metsät muodostavat mosaiikin, joka koostuu yksittäisistä metsiköistä. Mosaiikin rakenne kytkeytyy metsiköittäin tapahtuvaan metsien käyttöön ja hoitoon. Toisaalta myös luontaisesti kehittyneiden metsien rakenne on metsiköiden muodostama mosaiikki, jonka rakenteella on yhteys luonnontuhojen toistuvuuteen, voimakkuuteen ja laajuuteen. Molemmissa tapauksissa metsän rakenne muuttuu ja erilaistuu sukcession myötä toisistaan poik-

keaviksi metsiköiksi, jotka tarjoavat erilaisia habitaatteja metsän monimuotoisuuden ylläpitämiseksi.

Metsän tarjoamien habitaattien kokonaismäärä on verrannollinen metsämosaiikin ominaisuuksiin ja metsiköiden sisäiseen erilaistumiseen. Metsän jakautuminen maaperän ja puuston (puulajin, ikä) suhteen metsiköihin luo metsämosaiikin perusrakenteen: metsä voi olla yhtenäinen ja koostua muutamista harvoista metsiköistä tai metsä voi olla pirstoutunut lukuisiksi pieniksi metsiköiksi riippuen siitä, miten voimakkaasti (laajuus, intensiteetti) suksessiotekijät ovat muokanneet metsää tai metsämaisemaa. Harvoin metsiköihin jakautuneen metsän puulajisuhteiden ja massan kierto on hidas, kuten luontaisesti kehittyvissä metsissä usein on laita. Myös habitaattien muuttuminen on hidasta ja olosuhteet stabiilit, kuten monet vanhojen metsien lajit edellyttävät. Lukuisiin metsiköihin pirstoutuneessa metsässä puulajisuhteiden ja massan kierto on puolestaan nopeaa: olosuhteet ovat labiilit ja habitaatit muuttuvat nopeasti kuten usein on laita talousmetsissä. Monet lajit ovat sopeutuneet tällaisiin olosuhteisiin, mutta ne tarjoavat vain vähän mahdollisuuksia vanhojen metsien lajeille. Metsän monimuotoisuus (habitaattidiversiteetti, lajidiversiteetti) on periaatteessa suurimmillaan, kun ekosysteemin kehitys on saavuttanut kliimaksivaiheen, jolloin ekosysteemin perustuotanto ja hengitys (autotrofinen ja heterotrofinen) tasa-

painottuvat ja monimuotoisuus saavuttaa maksiminsa (kuva 11).



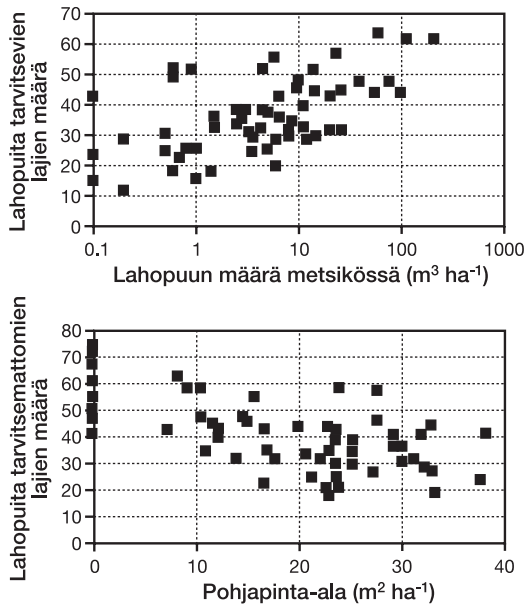
**Kuva 11.** Periaatteellinen kuvaus siitä, miten A: habitaattidiversiteetti, B: lajimäärä ja C: lajirunsaus muuttuvat suksession myötä rakenteen uudelleen organisoitumisen jälkeisinä vuosina.



Hyvän esimerkin metsämosaiikin rakenteen ja metsiköiden rakenteen vaikutuksesta monimuotoisuuden tarjoaa Siitosen ym. (1995) tekemä analyysi metsien rakenteesta Suomen ja Venäjän rajan molemmin puolin. Tämä Karjalaan kohdistunut tutkimus osoitti, että Suomen puolella metsät koostuivat lukuisista pienistä metsiköistä. Myös Venäjän puolella metsät olivat jossain määrin pirstoutuneita, mutta keskimääräinen metsikkökoko oli kuitenkin huomattavasti suurempi: Venäjällä metsätaloudessa käytetty kiertoaika oli selvästi pidempi ja metsäpalojen vaikutus metsiin suurempi kuin Suomen puolella. Myös lehtipuiden ja lahoppuun runsaus luonnehti Venäjän Karjalan metsiä, joissa harvennuksia tehtiin satunnaisesti verrattuna Suomen metsiin.

Hankkeessa pyydystettiin yhteensä yli 29 000 kovakuoriaista, jotka edustivat 623 eri lajia. Kummallakin puolella rajaa kovakuoriaisten määrä oli likimain yhtä suuri, mutta Venäjän puolella pyydystetyistä (213 lajia) kovakuoriaisista useampi laji kuin Suomen puolella pyydystetyistä lajeista (179) edusti lahoppuuta tarvitsevia lajeja. Kaikkiaan 20:stä kaikkein yleisimmästä lahoppulajista 17 oli yleisempiä Venäjän kuin Suomen puolella rajaa, ja useimmat näistä lajeista edustivat lahoavissa koivuissa eläviä kovakuoriaisia. Vaikka pyydystetyt kovakuoriaiset olivat pääasiassa samoja molemmin puolin rajaa, kaikkein harvinaisimpien lajien määrä oli Venäjän puolella kuitenkin huomattavasti suurempi kuin Suomen puolella.

Siitonen ym. havaitsivat myös, että kovakuoriaisten lajien lukumäärä korreloi lahoppuiden ja elävien puiden määrään (kuva 12): lahoppuuta välttämättä tarvitsevien kovakuoriaislajien lukumäärä kasvoi nopeammin kuin lineaarinen riippuvuus olisi edellyttänyt. Toisaalta lahoppuuta tarvitsemattomien kovakuoriaislajien lukumäärä väheni puuston määrän kasvaessa: täystiheissä vanhoissa metsissä lukumäärä oli noin neljännes avohakkuualoihin verrattuna. Kaiken kaikkiaan Suomen ja Venäjän Karjalan metsien väliset erot metsien pirstoutuneisuudessa ja puulajisuhteissa sekä lahoppuun esiintymisessä heijastuivat selvinä eroina kovakuoriaislajien monimuotoisuudessa. Erityisesti harvinaisten lajien esiintyminen kytkeytyi selvästi sellaiseen metsän rakenteeseen, joka muistutti luonnon sukkessiossa sellaisenaan muodostuvaa rakennetta.



**Kuva 12.** A: Lahopuuta välttämättä tarvitsevien kovakuoriaislajien lukumäärän ja lahopuun määrän välinen riippuvuus. B: Lahopuuta tarvitsemattomien kovakuoriaislajien ja puuston määrän välinen riippuvuus (lähde: Siitonen ym. 1995).

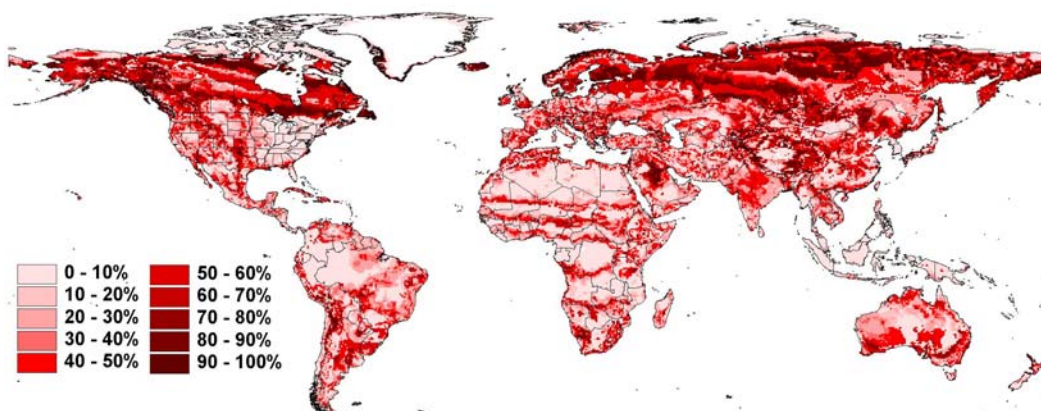
## 5. Ekologinen kestävyys ja muutostekijöiden vuorovaikutus: ilmastonmuutos ja biodiversiteetti

Metsien toiminnassa ja rakenteessa tapahtuvat muutokset ovat keskenään vuorovaikutuksessa, kuten metsien puulajisuhteiden muutoksen vaikutus koko metsäluontoon ja metsien monimuotoisuuteen osoittaa. Ilmastonmuutos saattaa muuttaa perusteellisesti metsien kykyä pitää yllä nykyistä luonnon monimuotoisuutta. Tähän mahdollisuuteen viittaa mm. Malcolmin ja Markhamin (2000) tekemä mallilaskelma erilaisten habitaattien muuttumisesta ilmastonmuutoksen seurauksena.

Maapallon mittakaavassa tehty laskelma osoitti, että Suomen alueella n. 68 % nykyisistä habitaateista voi hävitä ilmastonmuutoksen seurauksena (kuva 13). Tulos ei ole ristiriidassa metsien puulajisuhteiden muutoksesta esitettyjen arvioiden kanssa, joita käsiteltiin jo aiemmin. Tällainen boreaalisten havumetsähabitaattien laajamittainen muuttuminen osittain jopa lauhkean vyöhykkeen lehtimetsähabitaateiksi luo jo sellaisenaan aivan uuden tilanteen metsien monimuotoisuuden suojelussa. Toisaalta toisenvaraisten eliöiden menestyminen riippuu kasvillisuudessa tapahtuvista muutoksista; kasvinsyöjiin vaikutus on välitön, kasvinsyöjien petoihin ja loisiin taas välillinen. Esimerkiksi jalojen lehtipuiden hyönteisfauna siirtyisi isäntäkasviensa mukana pohjoista kohti, ja etelästä levittäytyisi uusia tulokkaita.

Myös kasveja syövä nisäkäslajisto muuttuisi, kun eteläiset lajit levittäytyisivät pohjoiseen. Toisaalta monet lajit voisivat myös vähentyä. Metsämyyrän esiintymisykli taantuisi, koska lumipeitteen vähetessä ne joutuisivat helposti petojen saaliiksi. Toisaalta kasvillisuus monipuolistuisi, kun myyrät söisivät vähemmän kasvillisuutta. Suuret, kasveja syövät nisäkkäät (hirvi, valkohäntäpeura, metsäkauris, poro) hyötyvät vähentyvästä lumipeitteestä; ravintokasvit ovat pitempään ja paremmin tarjolla ja liikkuminen on helpompaa.

Linnustossa ilmastonmuutos aiheuttaisi eteläisten lajien yleistymistä ja siirtymistä pohjoista kohti. Varsinkin lehtipuuvaltaisissa sekametsissä esiintyvät lajit runsastuisivat (mustarastas, kertut, sinitäinen, jne). Toisaalta pohjoiset lajit taantuisivat. Myös itäisessä taigalajistossa tapahtuisi taantumista havupuiden osuuden vähentyessä (tiaiset, jne). Suurimmat muutokset koskisivat kuitenkin talvehtivia lintuja, joiden elinolot parantuisivat lumipeitteen vähetessä. Myös vesilinnut hyötyvät leudoista talvista, kun jäätön kausi pitenee.



**Kuva 13.** Malcolmin ja Markhamin (2000) esittämiä mallilaskelmia siitä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa nykyisiin habitaatteihin. Punaisen eri voimakkuudet ilmaisevat muuttuneiden habitaattien osuutta (%) habitaattien kokonaismäärästä.

## Osa II: Ekologinen kestävyys ja ympäristönmuutos -ryhmän työskentelyn tuloksia

### 1. Tausta

Metsäalan tulevaisuusfoorumissa työskennellyt ympäristöryhmä pyrki arvioimaan, miten ympäristönmuutos ja metsiin kohdistuvat uudet odotukset vaikuttavat metsätalouden toimintaedellytyksiin ja kykyyn työllistää. Tämä pohdinta perustui havaintoon, että kestävä kehityksen välttämätön ehto on uudistuvien luonnonvarojen mahdollisimman suuri käyttö tuotannossa ja taloudessa. Suomella tällaiset odotukset kohdistuvat metsiin, mutta niiden toteuttamiseksi tarvitaan järkevä tasapaino metsiin kohdistuvien teollisten ja taloudellisten intressien sekä metsien tarjoamien kulttuuri- ja ympäristöarvojen kesken. Tuleva kilpailuetu perustuu metsäteollisuustuotteiden ekologiseen luonteeseen sekä metsien tarjoamiin virkistys- ja ympäristöpalveluihin.

Ympäristöryhmä pohti myös metsäenergian mahdollisuuksia energiantuotannossa. Kestävässä energiantuotannossa bioenergia on varteenotettava vaihtoehto, jonka taloudellisuus ja käyttökelpoisuus lisääntyvät korjuu- ja polttotekniikoiden kehittymisen myötä. Myös Suomessa bioenergian käyttö korvaa perinteistä energiantuotantoa ja tarjoaa mahdollisuuksia vähentää hiilidioksidipäästöjä. Metsän ja ilmakehän kiinteää kytköstä on vaikea välttää tulevaisuuden metsäpolitiikassa.

Ympäristöryhmän työ kohdistui ennen muuta ympäristössä tapahtuviin muutoksiin ja niiden vaikutuksiin metsätalouden toimintaedellytyksissä. Toisaalta ryhmän työ osoitti, ettei näitä kysymyksiä kuitenkaan voi irrottaa yhteiskunnassa tapahtuvista muutoksista. Tulevaisuudessa metsänomistajat eivät välttämättä halua investoida metsätalouteen tai he asettavat uusia reunaehtoja puuntuotannolle tai he asettavat muut käyttömuodot etusijalle. Ihmiset vieraantuvat metsätaloudesta, ja ainakin tietyillä alueilla voidaan vaatia ”peitteellistä” metsätaloutta, toisin sanoen jatkuvaa kasvatusa. Metsätalouden ympäristövaikutukset voivat saada yhä suuremman painon metsien hoidosta ja käytöstä päätettäessä. Muuttuva ilmasto, tarve varastoida hiiltä metsiin ja metsien suojeleminen uhanalaisten eliöiden elinympäristöksi voivat luoda kehityskulkuja, joissa puuntuotanto marginalisoituu metsävarojen hoitoon tarvittavien voimavarojen jaossa.

## 2. Ympäristöryhmän tehtävä ja työskentely

### **Tehtävä**

Yllä kuvatussa kontekstissa metsäalan tulevaisuusfoorumin ympäristöryhmän tavoitteeksi asetettiin:

- Tunnistaa ympäristöön liittyviä trendejä ja signaaleja uhkista, mahdollisuuksista ja murroksista, jotka vaikuttavat metsäalan kehitykseen.
- Kehittää mittareita trendien ja signaalien ennakoimiseksi ja seuraamiseen.
- Arvioida mitä uhkat, mahdollisuudet ja murrokset tarkoittaisivat olemassa oleville elinkeinoille ja mitä uusia mahdollisuuksia ne saattavat synnyttää.

Ympäristöryhmän työskentelyssä ympäristö rajattiin tarkoitamaan metsäympäristöä, jota kuvataan luonnontieteellisin käsittein. Metsäympäristöä koskevat yhteiskunnalliset kysymykset jäivät siis työryhmän 4 käsiteltäväksi, joskin myös ympäristöryhmän työ sivusi monissa kohdin näitä kysymyksiä.

### **Työskentelymetodit**

Ympäristöryhmän työ tapahtui työpajoissa, joiden tavoitteet ja työskentelytavat olivat seuraavat:

#### **I. Trendien, signaalien ja mahdollisten murrosten tunnistaminen**

1. Esitellään aikaisempien tulevaisuustöiden tunnistamia megatrendejä, heikkoja signaaleja ja mahdollisia murroksia.
2. Esitellään aikaisempien metsäalan tulevaisuustöiden skenaariot.
3. Tunnistetaan aivoriihitekniikalla aihealueeseen vaikuttavat megatrendit, heikot signaalit ja mahdolliset murrokset.
4. Verrataan listattuja trendejä, signaaleja ja murroksia aikaisempien töiden tuloksiin.

#### **II. Muuttujien määrittäminen ja tulevaisuustaulukot**

1. Määritetään aihealueen kannalta olennaiset toimintaympäristömuuttujat (eroavat megatrendeistä siinä, ettei niiden muutossuuntaa voida ennakoida).
2. Laaditaan tulevaisuustaulukot muuttujista, megatrendeistä ja heikoista signaaleista.

### III. Mahdollisten kehityskulkujen hahmottaminen

Hahmotellaan tulevaisuustaulukoihin erilaisia mahdollisia kehityskulkuja aikaisempia skenaarioita hyödyntäen. Ryhmän jäsenet ottavat tehtäväkseen seuraavaan istuntoon mennessä tarkastella yleisesti ja joidenkin tuntemiensa metsäteknologiaa tuottavien tai hyödyntävien elinkeinojen tai tehtäväkenttien kannalta:

- Tärkeimpien trendien, signaalien ja mahdollisten murrosten sekä tulevaisuustaulukoihin hahmoteltujen kehityskulkujen vaikutuksia.
- Uhkia ja mahdollisuuksia kansantalouden tai toimintojen tasolla.
- Uuden elinkeinotoiminnan mahdollisuuksia.

Työpajojen ohjelma koostui alustuksista sekä keskusteluista. Alustusten aiheet valittiin täydentämään sellaisia aiheita, joita ympäristöryhmän oma tutkimustyö ei varsinaisesti kattaisi. Työn tavoitteena oli laatia metsäalaa vaikuttavien ympäristökysymysten osalta taulukon 6 mukainen tulevaisuudenkuvaus, jossa tunnistettaisiin metsäalaa kohdistuvia uhkia ja metsäalalle tarjoutuvia mahdollisuuksia sekä murroksia, jotka voivat muuttaa ratkaisevasti metsäalan toimintaedellytyksiä. Taulukossa 6 sarakkeiden esimerkit ovat kuvitteellisia ja vain esimerkkejä.

**Taulukko 6.** Ympäristötekijä: luonnon monimuotoisuuden suojeleminen.

<b>Uhka</b>	<b>Mahdollisuus</b>	<b>Murros</b>
<u>Trendi:</u> Luonnonsuojelualueiden lisääntyminen	<u>Trendi:</u> Uusia elinkeinoja matkailussa	<u>Trendi:</u> Metsäteollisuuden sijoittuminen Suomeen vaarantuu
<u>Mittari:</u> Suojelun alue %:n muutos	<u>Mittari:</u> Matkailualan yritysten lukumäärä maaseudulla	<u>Mittari:</u> Teollisuuden Suomen puunhankinnan muutokset
<u>Keino:</u> Uudet vapaaehtoiset suojelukeinot	<u>Keino:</u> Koulutus, markkinointi	<u>Keino:</u> Tuotekehitys, tuotantokenttien muutokset

Taulukon 6 käsitteet määriteltiin seuraavasti:

- Ympäristötekijä yhdistää useita muutostekijöitä, jotka kuvaavat erilaisia ilmiöitä, joilla työpajat yksilöivät mm. muutostekijöiden vaikutuksia metsiin ja metsätalouteen.

- Uhka on tekijä, joka voi vähentää mahdollisuuksia käyttää metsiä elinkeinoissa.
- Mahdollisuus on tekijä, joka tarjoaa mahdollisuuden käyttää metsiä uusien elinkeinojen muodostamiseksi.
- Murros on tapahtuma, jonka todennäköisyys on pieni, mutta joka tapahtuessaan muuttaa asioiden kulkua radikaalisti ja yllättävästi.
- Trendi on kehityksen yleinen linja, jonka uskotaan toteutuvan toteutuneen kehityksen perusteella ja jonka uskotaan jatkuvan samansuuntaisena myös tulevaisuudessa. Vielä heikosti hahmottuvaa trendiä kutsutaan signaaliksi, joka on oraalla oleva trendi, jolla ei ole yleistä historiaa, mutta joka voi tulevaisuudessa muodostua keskeiseksi ilmiöksi ja vaikuttajaksi.
- Mittari mittaa tai indikoi trendin olemassaoloa.
- Keino ilmaisee tapoja, joilla uhkaa torjutaan tai sen vaikutuksia vähennetään tai joilla voidaan käyttää hyväksi syntyviä mahdollisuuksia.

Taulukoiden kuvaamat ympäristötekijät ovat yleistyksiä muutostekijöistä, joilla tarkoitetaan ko. ympäristötekijään vaikuttavia erilaisia ilmiöitä joilla työpajat yksilöivät mm. ympäristötekijöiden vaikutuksia metsiin ja metsätalouteen. Eri ympäristötekijöihin liittyvät muutostekijät on kirjattu vaikuttavuusanalysissä, joka tehtiin erikseen kullekin ympäristötekijälle.

Työpajojen tunnistamia ympäristötekijöitä analysoitiin edelleen laskemalla kullekin ympäristötekijän taustalla olevalle muutostekijälle kumulatiivinen vaikuttavuusindeksin arvo (KVI). Laskenta perustui työpajoihin osallistuneille henkilöille osoitettuun kyselyyn, jossa heitä pyydettiin arvioimaan eri muutostekijöiden vaikutuksia metsätalouteen. Arviossa pyydettiin ottamaan huomioon muutostekijän: (i) vaikutuksen nopeus, (ii) tekijän vaikutuksen laajuus, (iii) metsäalan haavoittuvuus muutostekijän suhteen ja (iv) selviytymistä tukevat vs. vastustavat prosessit. Kukin muutostekijä saattoi saada arvoja yhdestä kymmeneen: 0 = ei vaikutusta, 10 = vaikutus hyvin voimakas, jolloin  $KVI = 5$  ilmaisi ettei ko. muutostekijällä ollut mitään vaikutusta. Muutostekijöiden saamien pisteiden avulla laskettiin ko. kokonaisvaikuttavuus muutostekijöiden saamien pisteiden keskiarvona.

### 3. Ympäristöryhmän työpajojen tuloksia

#### ***Ympäristötekijät sekä niihin liittyvät uhat, mahdollisuudet ja murrokset***

Työpajojen työskentelyssä tärkeiksi kohosivat seuraavat ympäristötekijät: ilmastonmuutos, vesistöjen tilan huononeminen, luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja muut ympäristön ominaisuuksissa tapahtuvat muutokset. Tärkeäksi osoittautui myös kysymys siitä, miten eri ihmisryhmien metsiin kohdistuvat odotukset voidaan niveltää toisiinsa eri osapuolten hyväksymällä tavalla. Metsän käytön ja hoidon tavoitteet voivat olla yhteisiä, mutta keinoista on vaikea päästä yksimielisyyteen. Seuraavassa tätä asetelmaa kutsutaan kriittiseksi muutoshalukkuudeksi.

#### ***A. Ympäristötekijä: ilmastonmuutos***

##### **Uhat**

Ilmastonmuutoksen keskeiset uhat kytkeytyvät sääilmiöiden äärevöitymiseen ja äärimmäisten sääilmiöiden yleistymiseen (taulukko 7). Voimakas tuuli ja runsas lumisade katkovat ja kaatavat puita, mikä väistämättä lisää suunnittelemattomia hakkuita ja lisää korjuukustannuksia. Myös maan heikko routaantuminen ja vettyminen talvisin lisää abiootisten tuhojen riskiä. Myrskyissä ja lumituhossa metsiin jäävä puusto lisää hyönteistuhon riskiä. Samalla biootisten tuhojen riskiä kasvattaa myös tuohyönteisten sukupolviajan lyheneminen ja useampien sukupolvien kehittyminen saman kasvukauden kuluessa sekä tyvilahon yleistymistä entistä pohjoisempana. Todennäköisesti monet Etelä-Suomessa nyt yleiset tuohyönteiset leviävät kohti pohjoista samalla, kun Keski-Euroopasta Suomeen leviää uusia, täällä toistaiseksi esiintymättömiä tuohyönteisiä. Maan heikko routaantuminen ja vettyminen lisäävät metsien riskiä vaurioitua puunkorjuussa. Myös metsäteiden vaurioitumisriski kasvaa, kun maa routaantuu heikosti. Ilmastonmuutokseen liittyvät uhat voivat lisätä metsätalouden normitusta, jolla pyritään vähentämään metsätalouden ilmatoriskejä.

Ilmatorisken keskeiset mittarit löytyvät sää- ja metsätilastoista. Molemmissa tapauksissa pitkäaikainen seuranta on tehokasta ja koko maan kattavaa. Myös päätöksenteon normittamista voidaan käyttää ilmastouhkien indikoimiseen silloin, kun normittamista perustellaan erityisesti ilmastouhkien avulla.

Ilmastouhkien välttäminen liittyy kiinteästi kansainväliseen yhteistoimintaan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Myös metsätuhojen torjunnassa kansainvälinen yhteistoiminta on keskeinen metsätalouden riskien vähentämiskeino (mm. tuoreen puutavaran mukana leviävien uusien tuohyönteisten ja sienten le-



viämisen estäminen). Samalla tarvitaan kuitenkin myös metsänhoidon ja metsänsuojelun sopeuttamista muuttuvaan ilmastoon siten, että metsien rakenne ja kehitys silläkään vähentävät ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä (adaptiivinen metsänhoito).

**Taulukko 7.** Ympäristötekijä: ilmastonmuutos.

Uhka	Mahdollisuus	Murros
<p><u>Trendi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Äärimmäiset sääilmiöt (myrskyt, tulvat, rankkasateet, kuivuus, roudattomuus)</li> <li>- Abioottiset tuhot</li> <li>- Bioottiset tuhot, uudet tuholaiset</li> <li>- Metsien puulajisuhteet</li> <li>- Metsätalouden infrastruktuuri rappeutuu</li> <li>- Normikeskeisyyden korostuminen päätöksenteossa</li> </ul>	<p><u>Trendi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metsien uudistuminen nopeutuu</li> <li>- Metsien kasvu nopeutuu</li> <li>- Metsien puulajisuhteet</li> <li>- Bioenergian käytön lisääminen</li> <li>- Teknologiavientti</li> <li>- Päästökauppa</li> <li>- Hiilipäästöjen sitominen metsäekosysteemiin</li> </ul>	<p><u>Trendi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Golf-virran pysyvä muutos</li> <li>- Sopimusten raukeaminen</li> </ul>
<p><u>Mittari:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Äärimmäisten sääilmiöiden frekvenssit</li> <li>- Uusien tuholaiden/tautien havaitseminen tai havaintojen yleistyminen</li> <li>- Myrsky- ja lumituhojen yleistyminen</li> <li>- Metsien puulajisuhteet</li> <li>- Metsäteiden kunto</li> <li>- Päätöksenteon hidastuminen</li> </ul>	<p><u>Mittari:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metsien puulajisuhteiden muutos</li> <li>- Metsän uudistumisen muutos</li> <li>- Metsien kasvun muutos</li> <li>- Uusien yritysten tai työllistettyjen ihmisten määrän muutos</li> <li>- Energian raaka-aineiden käyttösuhteiden muutos</li> <li>- Metsäteollisuustuotteiden vientitulojen muutos</li> </ul>	<p><u>Mittari:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ilmaston ja merivirtojen seurannassa havaittavat muutokset</li> <li>- Kansainvälinen poliittinen keskustelu ja ilmapiiri</li> </ul>
<p><u>Keinot:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kansainväliset ilmastositomukset</li> <li>- Kansainväliset sopimukset metsätuhojen torjumiseksi</li> <li>- Adaptiivisen metsänhoidon kehittäminen, metsänsuojelu</li> <li>- Metsätalouden infrastruktuurin hoito ja ylläpito</li> </ul>	<p><u>Keinot:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptiivisen metsänhoidon kehittäminen</li> <li>- Puun käytön lisääminen</li> <li>- Päästökauppakäytäntöjen kehittäminen</li> <li>- Energiateknologian viennin edistäminen</li> </ul>	<p><u>Keinot:</u></p>

### Mahdollisuudet

Ilmastonmuutoksen keskeiset mahdollisuudet kytkeytyvät metsien uudistumisen ja kasvun nopeutumiseen, joka on suhteellisesti suurinta maan pohjoisosassa. Metsien kasvun lisääntyminen lisää suorassa suhteessa ainespuun määrää, joka on periaatteessa korjattavissa. Myös bioenergian käyttömahdollisuudet kasvavat, kun poltetta-

vaa biomassaa on entistä runsaammin saatavilla. Tämä yhdessä metsiin sitoutuvan hiilen kanssa tarjoaa mahdollisuuksia metsien käyttämiseen ilmastopoliittisten sitoumusten toteuttamiseen.

Ilmastonmuutoksen tarjoamien mahdollisuuksien keskeiset mittarit edustavat metsien inventointien perusteella laskettavia parametreja: puulajisuhteiden ja kasvun muutoksia. Metsien rakenteen ja toiminnan muuttuessa myös ainespuun ja energia- raaka-aineiden käyttömäärät sekä käyttösuhteet voivat muuttua.

Ilmastonmuutoksen tarjoamia mahdollisuuksien voidaan käyttää hyväksi puun käyttöä lisäämällä tai jättämällä lisääntyvä kasvu hiilivarastoksi metsiin. Toisaalta tarvitaan todennäköisesti metsänhoidon käytäntöjen sopeuttamista (adaptiivinen metsänhoito) muuttuvaan ilmastoon. Bioenergian käyttömahdollisuuksien lisääntyminen lisää todennäköisesti alan teknologista kehitystä. Tämä tarjoaa vientimahdollisuuksia maihin, joissa metsäenergian laajamittainen käyttö on mahdollista.

### **Murrokset**

Ilmastonmuutos on kiinteässä yhteydessä kasvihuonekaasupäästöihin, joista hiilidioksidi kattaa pääosan. Hiilidioksidipäästöjen määrä seuraa suoraviivaisesti maapallolla käytettyjen fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja siten taloudellista kasvua. Tämän vuoksi maapallon ilmaston arvioidaan muuttuvan vääjäämättä, mm. pohjoisten alueiden ilmasto lämpenee 4-6 °C tulevan 100 vuoden aikana. Tämän kehityksen voi kuitenkin katkaista ilmaston ja merien dynamiikassa tapahtuvat yllättävät muutokset, kuten Golf-virran suuntautuminen ulommas Skandinavian rannikolta. Tällainen murros on mahdollinen, joskin sen todennäköisyys on kovin pieni verrattuna siihen mahdollisuuteen, että ilmastopoliittiset toimet raukeavat. Tällaisia murroksia voidaan ennakoita merien dynamiikan seurannalla ja osallistumalla aktiivisesti kansainväliseen ilmastopoliittiseen keskusteluun. Koko maapallon ekologisissa järjestelmissä tapahtuvien voimakkaiden muutosten estäminen ja niihin varautuminen ennakolta on kuitenkin äärimmäisen vaikeaa.

### **Vaikuttavuus**

Taulukossa 8 esitetään tulokset siitä, miten ilmastonmuutokseen liittyvien eri trendien arvioitiin vaikuttavan metsätalouden toimintaedellytyksiin. Uhat saivat keskimäärin suurempia kumulatiivisen vaikuttavuusindeksin (KVI) arvoja kuin mahdollisuudet. Uhkien suhteen metsätalous olisi haavoittuva: vaikutukset olisivat nopeita ja laajoja.

Mahdollisuudet on puolestaan otettavissa käyttöön hitaasti ja vaikutuksien laajuus jäisi selvästi pienemmäksi kuin uhkien.

**Taulukko 8.** Ilmastonmuutoksen liittyvien trendien vaikuttavuus.

<b>Trendit</b>	<b>KVI</b>
<b>Uhat</b>	
- Bioottisten tuhojen yleistyminen	6,57
- Abioottisten tuhojen yleistyminen	6,29
- Tuholaisten levinneisyysrajojen laajeneminen ja tulokaslajit	8,00
- Äärimmäisten sääilmiöiden yleistyminen	8,00
- Normikeskeisyyden yleistyminen päätöksenteossa	8,17
- Routa-ajan lyheneminen	9,14
- Puiden kasvun hidastuminen	8,20
- Energiapuun käytön negatiiviset ravinnevaikutukset	5,86
- Tuhkan käsittelyn ongelmat lisääntyvät	5,71
- Golf-virran suunta muuttuu	10,00
- Ilmastopimukset raukeavat	9,00
<b>Mahdollisuudet</b>	
- Päästökaupan toteutuminen	8,43
- Siementuotannon määrän ja laadun paraneminen	3,29
- Puiden kasvun nopeutuminen	4,86
- Ilmastomuutoksen know-how viennin lisääntyminen	4,71
- Puun energiakäytön lisääntyminen	6,43
- Energiateknologian viennin lisääntyminen	5,71

## ***B. Ympäristötekijä: luonnon monimuotoisuuden väheneminen***

### **Uhat**

Suomi on osaltaan sitoutunut suojelemaan ja hoitamaan luonnon monimuotoisuutta Euroopan Unionin asettamissa puitteissa. Suomen uhanalaisista eliöistä on noin 38 % sellaisia, jotka esiintyvät vain metsähabitaateissa. Tämän vuoksi on odotettavissa, että tulevaisuudessa suojelualueiden määrää on kasvatettava ja hakkuita vähennettävä suotuisan suojelutason ylläpitämiseksi koko maassa (taulukko 9). Toisaalta metsien käyttöä voidaan muutoinkin rajoittaa ja normittaa suojelutavoitteiden saavuttamiseksi. Tällaista kehitystä voi indikoida mm. kotimaisen puun käyttömäärien muutosten avulla sekä suojelualueiden ja muiden metsäluonnon suojeleluun tarkoitettujen alueiden määrän muutosten avulla. Metsien monimuotoisuuden suojelemiseksi ja hoitamiseksi tarvitaan myös talousmetsien rakenteen ja toiminnan ennallistamista sellaiseksi, että suojelualueita tarvitaan vain kaikkein erikoistuneimpien eliöiden suojelemiseksi.

Metsien käytön lisääntyvä rajoittaminen on metsäalan elinkeinoille uhka, mutta toisaalta myös mahdollisuus, kuten Keski-Euroopassa esitetyt vaatimukset rajoittaa metsissä liikkumista ja luoda melulta vapaita alueita ("hiljaisuusvaatimukset"). Tällainen heikko signaali viittaa siihen, että metsiin voi tulevaisuudessa kohdistua sellaisia uusia käyttöpaineita, jotka luovat myös Suomessa tarvetta arvioida uudestaan metsien käyttöä virkistykseen lähteenä.

**Taulukko 9.** Ympäristötekijä: luonnon monimuotoisuuden väheneminen.

Uhka	Mahdollisuus	Murros
<u>Trendi:</u> - Suojelualueiden määrä lisääntyy - Kotimaiset hakkuut vähenevät - Maankäytön rajoitukset ja normitus lisääntyvät	<u>Trendi:</u> - Uudet suojelukeinot - Suunnittelu- ja neuvontaorganisaatiot - Tutkimustoiminnan lisääntyminen - Luontomatkailu ja muut luontoa epäsuorasti käyttävät elinkeinot	<u>Trendi:</u> - Uhanalaisten eliöiden määrän kasvu
<u>Mittari:</u> - Suojelualueet, muutos pinta-alueissa - Puun tuonti ulkomailta lisääntyy - Kotimaisen puun määrän väheneminen teollisuuden käytössä - Urakoitsijoiden työtilanne huononee - Kaavoitus, käyttörajoitteisten alueiden lisääntyminen	<u>Mittari:</u> - Uhanalaisten eliöiden populaatioiden elpyminen - Tutkimukseen, suunnitteluun ja neuvontaan työllistyvien ihmisten määrä - Ennallistamistöiden määrän ja ennallistamiseen erikoistuneiden urakoitsijoiden määrä - Luontomatkailuun erikoistuneiden eritysten määrä	<u>Mittari:</u> - Uhanalaisten eliöpopulaatioiden taantuminen - Uusien eliöpopulaatioiden uhanalaistuminen
<u>Keinot:</u> - Monimuotoisuuden suojeleminen ja hoito talousmetsissä - Talousmetsien ennallistaminen - Suojelualueiden metsien ennallistaminen uhanalaisten eliöiden habitateiksi	<u>Keinot:</u> - Talous metsien ennallistaminen ja talousmetsien hoito biodiversiteetin ylläpitämiseksi - Suojelualueiden metsien ennallistaminen uhanalaisten eliöiden habitateiksi	<u>Keinot:</u> - Monipuolisen maankäyttö uhanalaisten habitateiden suojelemiseksi - Metsien rakenteen ja toiminnan monipuolisuuden ylläpitäminen talousmetsissä

### Mahdollisuudet

Metsät ovat suosittu ulkoilu ympäristö, jossa toimiminen virkistää ihmisiä. Monipuolista metsäluontoa tarvitaan myös ulkoilun kaupallistamiseen tai luontomatkailuun, jossa luonnonarvot sellaisenaan houkuttelevat ihmisiä metsiin. Myös ulkoilu- ja matkailualueiden suunnittelu ja hoito voivat synnyttää yritystoimintaa, jossa luontoarvojen tuottaminen muodostaa toiminnan keskeisen idean. Uhanalaisten eliöiden populaa-

toiden elvyttäminen tarjoaa hyvän mittarin monimuotoisuuden tarjoamien kehitysmahdollisuuksien käytöstä. Toisaalta luonnonarvoihin perustuvien yritysten määrän kehitystä voidaan käyttää metsien monimuotoisuuden tarjoamien kehittämismahdollisuuksien mittaamiseen. Myös ennallistettujen metsien määrän kehitys kuvaa uskoa monimuotoisuuden tarjoamiin elinkeinomahdollisuuksiin. Toisaalta suunnittelu- ja neuvontaorganisaatioissa monimuotoisuuden suojelemiseen joudutaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota, mikä voi kaventaa muuhun toimintaan kohdistettavia resursseja. Neuvontapalvelujen kysynnän lisääntyminen näyttää johtavan ympäristöneuvonnan toimijoiden määrän lisääntymiseen. Tämä jo nyt havaittavissa oleva trendi voi olla (heikko) signaali siitä, että neuvontapalvelut tulevat hajautumaan nykyistäkin enemmän.

### **Murrokset**

Metsien biodiversiteetin väheneminen pelkästään metsien käytön vuoksi on todennäköisesti vähittäinen, sillä murrosta tarkoittava äkillinen muutos voisi syntyä vain metsien laajamittaisen häviämisen seurauksena. Toisaalta metsien käyttö nykytavalla yhdessä ilmastonmuutoksen kanssa voi muuttaa metsien puulajisuhteita ja muuta kasvillisuutta voimakkaasti. Eräässä Maailman Luonnonsäätiön tutkimuksessa (Malcolm ja Markham 2000) arvioidaankin, että lähes 70 % nykyisistä metsähabitaateista tulee muuttumaan voimakkaasti tulevan 100 vuoden aikana: monet nykyisin yleiset eliöt harvinaistuvat ja toisaalta monet nykyään harvinaiset eliöt yleistyvät.

### **Vaikuttavuus**

Taulukossa 10 esitetään tulokset siitä, miten luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen liittyvien eri trendien arvioitiin vaikuttavan metsätalouden toimintaedellytyksiin. Uhat ja mahdollisuudet saivat likimain samansuuruisia kumulatiivisen vaikuttavuusindeksin (KVI) arvoja toisin kuin ilmastonmuutoksen yhteydessä, jolloin mahdollisuuksien vaikutukset arvioitiin selvästi pienemmiksi kuin uhkien.

**Taulukko 10.** Luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen liittyvien trendien vaikutavuus.

Trendit	KVI
<b>Uhat</b>	
- Suojelualueiden lisääntyminen vähentää hakkuumahdollisuuksia tulevaisuudessa	6,43
- Metsien kaavoitus- ja käyttörajoitukset yleistyvät	8,00
- Tuontipuun käyttö lisääntyy	8,29
- Imagohaitta metsätaloudelle	11,50
<b>Mahdollisuudet</b>	
- Luontomatkailu lisääntyy	5,86
- Monimuotoisuuden suunnittelu ja neuvonta yleistyy	8,00
- Monimuotoisuuden tutkimus lisääntyy	7,86

### ***C. Ympäristötekijä: vesistöjen tilan huononeminen***

#### **Uhat**

Vesistöjen tilan huononeminen, ja tämän seurauksena tapahtuva vesien suojelun lisääntyminen, voi vaikuttavaa metsäalan tulevaan kehitykseen (taulukko 11). Metsät ja suot vaikuttavat kaikkialla Suomessa keskeisesti valuma-alueiden ominaisuuksiin ja siksi vesiensuojelu tulee vaikuttamaan metsien käyttöön ja hoitoon. Tulevaisuudessa tarvitaan entistä enemmän mm. suoja-alueita uudistusaloilta tapahtuvien ravinnepäästöjen vähentämiseksi ja saostusaltaita ojitusaloilta valuvan veden puhdistamiseksi. Paikallisen vesiensuojelun lisäksi tarvitaan myös valuma-alueiden puitteissa tapahtuvaa vesien suojelua, mm. metsän käytön ja hoidon rajoittamista pinta-vesivalunnan kannalta keskeisillä alueilla. Toisaalta myös pohjaveden muodostumisen kannalta kriittisillä metsäalueilla metsänkäyttöä ja hoitoa tullaan todennäköisesti rajoittamaan. Tällaisia uhkia ennakoivat mm. muutokset suojelualueiden pintaaloissa, kaavoituskäytännöissä ja päästovesien laadun ja määrien normittamisessa.

Vesistöjen tilan huononemiseen liittyvien uhkien torjumiseksi tarvitaan määrätietoista metsän käytön ja hoidon kehittämistä, jotta metsätalouden aiheuttamat ravinne- ja kiintoainespäästöt pinta- ja pohjavesiin pysyvät alhaisina. Toisaalta vesien suojeluun tähtäävät ennallistamis- ja hoitotoimet voivat luoda uusia elinkeinomahdollisuuksia. Muun Euroopan vesiongelmat voivat luoda mahdollisuuksia metsäalalle, sillä metsäalueet ovat tärkeitä pohjaveden muodostuksessa. Mahdollisena murroksena vesiasioissa nähtiin paikalliset vesien tilan romahtamiset, johon viittaa mm. leväkukintojen yleistymisen viime vuosina. Myös vesien fysikaalisten ja kemiallisten

ominaisuuksien seurannalla voidaan ennakoida sellaisia vesien tilassa tapahtuvia muutoksia, jotka lopulta johtavat vesien tilan romahtamiseen.

**Taulukko 11.** Ympäristötekijä: vesistöjen tilan huononeminen.

<b>Uhka</b>	<b>Mahdollisuus</b>	<b>Murros</b>
<u>Trendi:</u> - Metsien käytön rajoitukset	<u>Trendi:</u> - Ennallistamis- ja hoitotoimet - Puhdas vesi	<u>Trendi:</u> - Paikalliset vesistöjen tilan romahtamiset
<u>Mittari:</u> - Suojelualueet, muutos pinta-alassa - Kaavoitus - Päästönormit	<u>Mittari:</u> - Organisaatioiden hoitotoimiin työllistämien ihmisten määrä. - Uusien yritysten määrä	<u>Mittari:</u> - Kemialliset, fysikaaliset ja aistinvaraiset havainnot vesistöjen tilasta - Leväkukinnat
<u>Keinot:</u> - Vesien suojeleminen	<u>Keinot:</u> - Vesien suojeleminen - Ennallistaminen	<u>Keinot:</u> - Vesien suojeleminen - Ennallistaminen

**Mahdollisuudet**

Puhdas vesi on keskeinen ihmisten hyvinvointiin ja terveyteen vaikuttava tekijä, jota tarvitaan myös lähes kaikessa tuotannossa. Puhdas vesi on keskeinen vetovoimatekijä myös metsien virkistyskäytön kaupallistamisessa. Tämän vuoksi vesiensuojelu ja vesien ennallistaminen eri muodoissa luo todennäköisesti taloudellista toimintaa ja työllistää ihmisiä suojele- ja ennallistamistöiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Myös metsissä tarvitaan vesiä suojelevaa infrastruktuuria, jonka suunnittelu ja rakentaminen luovat todennäköisesti metsäalalle uusia työpaikkoja.

**Vaikuttavuus**

Taulukossa 12 esitetään tulokset siitä, miten vesistöjen tilan huononemiseen liittyvien eri trendien arvioitiin vaikuttavan metsätalouden toimintaedellytyksiin. Uhat ja mahdollisuudet saivat likimain samansuuruisia kumulatiivisen vaikuttavuusindeksin (KVI) arvoja, kuten tapahtui biodiversiteetin suhteen. Pintavesien suojelemaan liittyvät uhat ja mahdollisuudet saivat selvästi suurempia arvoja kuin pohjaveden suojelemaan.

**Taulukko 12.** Vesistöjen tilan huononemiseen liittyvien trendien vaikuttavuus.

<b>Trendit</b>	<b>KVI</b>
<b>Uhat</b>	
- Valuma-alueiden metsätaloukseen tulee rajoituksia	8,29
- Vesistöjen tilassa tapahtuu paikallisia romahduksia	6,86
- Imagohaitta metsätaloudelle	10,00
- Normisääntely	9,17
<b>Mahdollisuudet</b>	
- Vesiensuojelu lisääntyy	7,14
- Vesiensuojelun ennallistamis- ja hoitotoimet yleistyvät	8,00
- Metsien merkitys pohjavesien suojelussa lisääntyy	5,71

### ***D. Ympäristötekijä: kriittinen muutoshalukkuus***

#### **Uhat**

Metsäalan tulevaisuuteen vaikuttaa suuresti myös se, miten eri ihmisryhmien metsiin kohdistuvat odotukset ja metsätalous voidaan niveltää toisiinsa eri osapuolten hyväksymällä tavalla. Muutoksen tarve tiedostetaan, mutta epäselvää on kenen ehdoilla muutokset toteutetaan. Työpajoissa tätä asetelmaa ryhdyttiin kutsumaan ”kriittiseksi muutoshalukkuudeksi”, joka tunnistettiin tärkeäksi metsätalouden toimintaan vaikuttavaksi tekijäksi (taulukko 13).

Metsiin liittyvien asioiden parissa toimii monia organisaatioita ja tahoja, joista kaikille metsä ei ole tulonlähde. Eri tahojen välisen yhteistyön puute, jopa yhteistyökyyttömyys tai –haluttomuus, on uhka metsäalalle moniarvoistuvassa yhteiskunnassa. Muutokset metsien omistusrakenteessa (metsätalouden harjoittajista kaupunkilaismetsänomistajiin) heijastuvat metsäalalle. Omistusrakenteen muutokset voivat johtaa metsien suojelun lisääntymiseen, kun metsä ei ole enää omistajalleen päätulonlähde. Monilla metsistä kiinnostuneista ryhmistä ei ole myöskään mahdollisuutta osallistua metsiä koskevaan päätöksentekoon. Muutoksen tarpeen tunnistaminen, siitä keskusteleminen ja yhteistyö eri ryhmien välillä lienee kuitenkin ainoa tapa niveltää toisiinsa metsiin kohdistuvat monet odotukset ja metsätalouden käytäntö.

Kriittinen muutoshalukkuus tai muutosvastarinta käsitetään usein ihmislähtöisenä, mutta myös metsäalan organisaatioissa voi olla jotain sellaista, mikä estää muutoksen tai vaikeuttaa moniarvoistumisen hyväksymistä. Muutosvastarintaa lievittämään tulisi laatia esimerkiksi monimuotoisuuden suojelun neuvontatyön sertifiointi-



nin ja lainsäädännön kautta selviä käytäntöjä. Toisaalta liika muutoshakuisuuskin voi olla ongelma, jos muutokseen pyritään vain muutoksen itsensä vuoksi.

**Taulukko 13.** Ympäristökijä: kriittinen muutoshalukkuus.

Uhka	Mahdollisuus	Murros
<u>Trendi:</u> - Yhteistyön puute - Yhteistyöhaluttomuus - Muutosvastarinta - Liiallinen muutoshakuisuus - Päätöksenteosta syrjäytymisen/syrjäytetyksi tulemisen tunne voivat johtaa radikalisoitumiseen - Haaste demokraattiselle päätöksenteolle	<u>Trendi:</u> - Moniarvoistuminen - Haaste demokraattiselle päätöksenteolle - Osallistuva suunnittelu ja –päättökenteko - Metsäalan asiantuntijoiden kirjo monipuolistuu	<u>Trendi:</u> - Metsä- ja ympäristöorganisaatiot yhdistetään
<u>Mittari:</u> - Muutokset yleisessä mielipideilmapiirissä - Ääriliikkeiden toiminta	<u>Mittari:</u> - Metsäalalle työllistyvien muun kuin metsäalan koulutuksen saaneiden asiantuntijoiden määrä	<u>Mittari:</u> - Asiaa koskeva poliittinen keskustelu
<u>Keinot:</u> - Muutokseen pyrkivä keskustelu	<u>Keinot:</u> - Muutokseen pyrkivä keskustelu	<u>Keinot:</u> - Muutokseen pyrkivä keskustelu

### Mahdollisuudet

Yhteiskunnan moniarvoistumisen lisääntyminen on haaste metsiä koskevalle demokraattiselle päätöksenteolle. Osallistava suunnittelu ja päätöksenteko ovat keinoja saada eri arvot esille. Tämä on kuitenkin haasteellista ja mahdollisesti jopa konflikteja aiheuttavaa (päättöksenteosta vieraannuttavaa), ellei osallistujille kerrota selvästi, että päätös tulee joka tapauksessa olemaan kompromissi (eli osallistujien mielipide ei välttämättä tulekaan esille tai sitä ei voida ottaa huomioon lopullisessa päätöksessä). Päätöksenteosta syrjäytyminen tai syrjäytetyksi tulemisen tunteminen voi johtaa radikalisoitumiseen ja ääriliikkeiden syntyymiseen. Myös asiantuntijuus metsäalalla tulee muuttumaan: päätöksentekoon osallistuu metsäasiantuntijoiden lisäksi entistä enemmän muiden alojen asiantuntijoita. Päätöksenteossa haasteellista on myös asioiden monisukupolvisuus. Esimerkiksi monimuotoisuuden suojeluun liittyvät toimenpiteet voivat olla hyvin näkyviä (lahopuun määrän lisääminen), mutta tulokset tulevat esiin hitaasti ja ovat lisäksi ehkä ”tavalliselle ihmiselle” näkymättömissä. Moniarvoistuminen voi jatkossa nostaa esiin periaatteellisen keskustelun metsävarojen käytön eettisistä perusteista.

Muutoshalukkuus ilmaisee myös metsäalan moniarvoistumista: metsäalan asiantuntijoiden kirjo kasvaa, ja aivan uusista lähtökohdista tapahtuva konsultointi- ja suunnittelutyö työllistää myös muun kuin metsäalan koulutuksen saaneita asiantuntijoita. Metsäalalla työllistyvien muun kuin metsäalan koulutuksen saaneiden asiantuntijoiden määrä voi indikoida (heikko signaali) nyt vielä vähäistä, mutta myöhemmin tapahtuvaa voimakasta muutosta. Vaikka moniarvoistuminen asettaa metsäalalle haasteita, se ehkä lisää kiinnostusta nyt ”ei-niin-muodikasta” metsäalaa kohtaan. Mikäli moniarvoistumista ei hyväksytä metsäalalla vaan muutosvastarintaa (uhka) esiintyy, voi metsäala jopa marginalisoitua muusta yhteiskuntakehityksestä.

### Murrokset

Mahdollinen metsä- ja ympäristöorganisaatioiden yhdistäminen on murros, joka muuttaisi hetkessä metsien käytön ja hoidon asemia yhteiskunnassa.

### Vaikuttavuus

Taulukossa 14 esitetään tulokset siitä, miten kriittiseen muutoshalukkuuteen liittyvien eri trendien arvioitiin vaikuttavan metsätalouden toimintaedellytyksiin. Uhat ja mahdollisuudet saivat likimain samansuuruisia kumulatiivisen vaikuttavuusindeksin (KVI) arvoja. Metsäalan kyky reagoida myönteisesti moniarvoistuvan yhteiskunnan tarpeisiin luo metsäalalle mahdollisuuksia, jotka helposti mitätöityvät yhteistyön puutteeseen.

**Taulukko 14.** Kriittiseen muutoshalukkuuteen liittyvien trendien vaikuttavuus.

Trendit	KVI
<b>Uhat</b>	
- Yhteistyön puute ja haluttomuus (muutosvastarinta) lisääntyvät	8,33
- Päätöksenteko radikalisoituu (syntyy uusia ääriliikkeitä)	9,20
- Metsäala ei kykene muuttumaan vaan ala marginalisoituu	8,50
- Metsänomistus kaupungistuu	6,50
<b>Mahdollisuudet</b>	
- Metsiin liittyvät arvot moninaistuvat	10,17
- Päätöksentekoon osallistuu aiempaa enemmän muiden kuin metsäalan asiantuntijoita	8,50
- Herää keskustelu metsävarojen käytön eettisistä perusteista	8,17

**E. Ympäristötekijä: ympäristön pilaantuminen**

Ilmastonmuutoksen ja vesien pilaantumisen lisäksi on koko joukko muitakin ympäristöön liittyviä tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa metsäalan tulevaisuuteen (taulukko 15). Tällaisista kehityskuluista työpajat pitivät tärkeinä seuraavia: UV-säteilyn lisääntyminen, raskasmetallilaskeumien lisääntyminen, typpilaskeuman lisääntyminen, happamoittavan laskeuman lisääntyminen, ydinlaskeuman lisääntyminen ja kasvavat meluhaitat.

**Taulukko 15.** Ympäristötekijä: ympäristön pilaantuminen.

Uhka	Mahdollisuus	Murros
<u>Trendi:</u> - UV-säteily lisääntyy - Raskasmetallien laskeumat lisääntyvät - Typpilaskeuma lisääntyy - Happamoittava laskeuma lisääntyy - Ydinlaskeuma lisääntyy - Meluhaitat kasvavat	<u>Trendi:</u> - Metsien ennallistaminen - Adaptiivinen metsänhoito - Vaikutusten tutkimus	<u>Trendi:</u> - Ympäristön pilaantuminen heikentää puiden uudistumista ja kasvua niin, että syntyy laajamittaisia biologisia tuhoja metsissä
<u>Mittari:</u> - Ympäristöä pilaavien tekijöiden mittaaminen ja seuranta	<u>Mittari:</u> - Tutkimusvolyymien muutokset - Ennallistamistöiden määrän muutokset	<u>Mittari:</u> - Biologisten metsätuhojen esiintymisessä ja laajuudessa tapahtuvat muutokset
<u>Keino:</u> - Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen - Päästöjen vähentäminen	<u>Keinot:</u> - Metsien ennallistaminen - Metsien adaptiivinen hoitaminen	<u>Keino:</u> - Metsien ennallistaminen - Metsien adaptiivinen hoitaminen

Monet näistä ympäristöä pilaavista tekijöistä saivat runsaasti huomiota 1980- ja 1990-luvuilla, ja kansainvälisen yhteistyön avulla mm. ympäristöä pilaavia laskeumia on voitu vähentää tuntuvasti. Nämä tekijät ovat kuitenkin tärkeitä erityisesti Etelä-Suomessa, jossa metsät edelleenkin ovat ympäristöä pilaaville laskeumille alttiina. Paikallisten laskeumien lisäksi myös Keski-Euroopasta tuleva kaukokulkeuma rasittaa Etelä-Suomen metsiä.

**Vaikuttavuus**

Taulukossa 16 esitetään tulokset siitä, miten ympäristön pilaantumiseen liittyvien eri trendien arvioitiin vaikuttavan metsätalouden toimintaedellytyksiin. Mahdollisuuksista vain vaikutuksista metsätalouden imagoon oli saatavilla työpajojen arvio, joka osoitti terveelliseen ja hyvään ympäristöön pyrkivän metsän käytön ja hoidon voivan paran-

taa tuntuvasti metsätalouden toimintaedellytyksiä. Toisaalta metsätalouden toimintaedellytyksiä voi rajoittaa hirvieläinpopulaatioiden kontrolloimaton kasvu. Myös epäpuhtauslaskeumat todettiin uhkiksi, mutta niiden ei arvioitu vaikuttavan laajasti metsätalouden toimintaedellytyksiin. Poikkeuksen muodosti kuitenkin ydinlaskeuma, joka UV-säteilyn kanssa on hyvin vaikeasti hallittavissa.

**Taulukko 16.** Ympäristön pilaantumiseen liittyvien trendien vaikuttavuus.

Trendit	KVI
<b>Uhat</b>	
- UV-säteily	9,88
- Raskasmetallien laskeumat lisääntyvät	8,00
- Typpilaskeuma lisääntyy	6,75
- Happamoittava laskeuma lisääntyy	6,71
- Ydinlaskeuma lisääntyy	9,75
- Meluhaitat kasvavat	5,63
- Ylisuuret hirvikannat	8,00
- Ylisuuret porokannat	7,71
<b>Mahdollisuudet</b>	
- Metsien ennallistaminen	---
- Adaptiivinen metsänhoito	---
- Green goodwill-kehitys	9,14

### ***F. Ympäristötekijä: maiseman sulkeutuminen ja metsäympäristön nuhraantuminen***

#### **Uhat**

Metsämaisemien sulkeutuminen nousi työpajoissa tekijäksi, joka vähentää perinteisen metsämaiseman vetovoimaa (taulukko 17). Metsämaisemien sulkeutuminen kytkeytyy puuston ikä- ja kehitysluokkajakaumien muutoksiin, joita viime vuosikymmeninä on leimannut taimikoiden ja nuorten metsien osuuden lisääntyminen. Toisaalta myös taimikonhoidon ja ensiharvennusten viivästyminen on lisännyt tiheikköjen ja umpimaiseman osuutta. Metsien maisemallista vetovoimaa vähentää todennäköisesti myös metsän käytön ja hoidon jäljet: syntyy puolittaista kulttuurimaisemaa, josta puuttuu perinteisen metsämaiseman selväpiirteisyys ja luonnontilainen leima. Myös peltojen tarjoama avoin tila on vähentynyt nopeasti, mikä osaltaan sulkee maisemia.

**Taulukko 17.** Ympäristötekijä: maiseman sulkeutuminen ja metsäympäristön nuhraantuminen.

Uhka	Mahdollisuus	Murros
<p><u>Trendi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metsämaisemien jäsentyminen muuttuu epämääräiseksi</li> <li>- Metsämaisemien vetovoima heikkenee</li> <li>- Metsien muuttuminen puolittain kulttuurimaisemaksi</li> </ul>	<p><u>Trendi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maisemanhoidon suunnittelu ja maisemointi metsätaloudessa</li> <li>- Metsämaiseman hoidon ja suojelun tutkimus</li> <li>- Metsämaisemien ennallistaminen</li> </ul>	<p><u>Trendi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metsämaisemien kasvaminen umpeen</li> <li>- Peltojen laajamittainen metsittyminen</li> <li>- Metsän käytön ja hoidon jälkien ulottuminen kaikkialle metsiin</li> </ul>
<p><u>Mittari:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metsien ikä- ja kehitysluokkajakaumissa tapahtuvat muutokset</li> <li>- Peltojen määrässä tapahtuvat muutokset</li> <li>- Metsän käytön ja hoidon jäljet metsissä ja niissä tapahtuvat muutokset</li> </ul>	<p><u>Mittari:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maisemanhoidon tutkimukseen, suunnitteluun ja neuvontaan työllistyvien ihmisten määrä</li> <li>- Metsämaiseman ennallistamistöiden määrän ja ennallistamiseen erikoistuneiden urakoitsijoiden määrä</li> </ul>	<p><u>Mittari</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metsien ikä- ja kehitysluokkarakenteen muutokset</li> <li>- Peltojen määrässä tapahtuvat muutokset</li> </ul>
<p><u>Keino:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maisema-arkkitehtuuristen elementtien sisällyttäminen metsäsuunnitteluun</li> <li>- Avoimen tilan säilyttäminen maisemissa</li> <li>- Metsämaiseman keskeisten ominaispiirteiden kunnioittaminen metsän käytössä ja hoidossa</li> </ul>	<p><u>Keinot:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maisemanhoidon suunnittelu- menetelmien tutkimus ja kehittäminen</li> <li>- Maisemanhoitoon ja maisemien ennallistamiseen soveltuvien menetelmien kehittäminen metsätalouden käyttöön</li> </ul>	<p><u>Keino:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Metsien ikä- ja kehitysluokkarakenteen säilyttäminen sellaisena, että metsissä on riittävästi avoimia uudistusaloja</li> </ul>

### Mahdollisuudet

Monipuolinen ja vetovoimainen metsämaisema houkuttelee ihmisiä luontoon, ja se muodostaa tärkeän taustan kaupallistettaessa ulkoilua luontomatkoiksi. Metsämaiseman hoito voi synnyttää yritystoimintaa, jossa toimintaideana on tuottaa monipuolista ja vetovoimaista maisemaa ulkoilijoiden käyttöön. Näitä mahdollisuuksia voidaan indikoida alan yritystoiminnan ja neuvonnan määrässä tapahtuvilla muutoksilla sekä metsämaiseman ennallistamishankkeiden määrän avulla. Metsämaiseman suunnittelu- ja hoitomenetelmien tutkimus ja kehittäminen ovat avainasemassa maisemametsätalouden tarjoamien mahdollisuuksien hyväksikäytössä.

### Murrokset

Metsämaisemien monimuotoisuus ja vetovoima voivat muuttua perusteellisesti vain jos metsät kasvavat täysin umpeen samalla kun pellot häviävät laajoilta aloilta koko maassa. Tähän johtava kehitys on hidas, ja sitä voidaan indikoida tehokkaasti mm. metsien ikä- ja puulajisuhteiden muutosten avulla sekä seuraamalla peltojen määrässä tapahtuvia muutoksia maan eri osissa. Metsien monipuolinen ikä- ja kehitys-

luokkajakauma mukaan lukien aukeat uudistusalat tarjoavat perusrungon monipuolisten ja vetovoimaisten metsämaisemien luomiseksi ja hoitamiseksi eri puolilla maata.

### **Vaikuttavuus**

Maiseman sulkeutumisesta ja metsäympäristön nuhraantumisesta olivat saatavilla vain molempia koskevat yleisarvot. Työpajat arvioivat molemmat tekijät uhiksi: ensimmäisen kumulatiivisen vaikuttavuuden arvo oli 8,86 ja jälkimmäisen 6,43.

## **4. Skenaariot**

Skenaariot ovat ympäristöryhmän tuottamia erilaisia kuvauksia siitä, millaiseksi metsäalan kehitys voi muodostua tulevan 15-20 vuoden kuluessa. Ne ovat luonteeltaan tarinoita, jotka saivat aineksia työpajoissa käydyistä keskusteluista. Keskustelut olisivat antaneet aineksia myös toisenlaisiin tarinoihin, mutta yhtä kaikki seuraavassa esitetyt polut ovat mahdollisia viitoittamaan metsäalan lähiajan kehittymismahdollisuuksia. Skenaariot on nimetty niiden keskeisiä perusajatuksia hyväksi käyttäen.

### ***A. ”Moniarvoisuus ja pirstaloitunut metsäpolitiikka”***

#### ***Toteutunut kehitys vuoteen 2020 mennessä***

Ristiriitatilanteet seurasivat toisiaan metsätaloudessa koko 2000-luvun alun ajan. Metsien eri käyttömuotojen yhteensovittaminen johti toistuviiin konflikteihin puuntuotantoa painottavien, ympäristönäkökohtia korostavien ja kulttuuriarvoja vaalivien tahojen välillä. Suomessa käytiin tuolloin laajaa yhteiskunnallista keskustelua metsien arvosta (taloudellinen merkitys, kulttuuriarvo, metsäluonnon itseisarvo, jne.) ja metsien tarjoamista erilaisista palveluista (ml. puuntuotanto, virkistyspalvelut, hiilensidonta).

Euroopan Unionissa (EU) metsiä koskevia asioita valmisteltiin yhä laajemmin osana ympäristö-, kauppaa-, ja maaseutupolitiikkaa. EU-direktiivit vaikuttivat 2010-luvulle tultaessa yhä enenevästi metsäteollisuuden toimintaympäristöön, metsien käyttömahdollisuuksiin ja metsien hoidon tavoitteisiin. Suomi oli toiminut jo 1990-luvulta alkaen aktiivisesti kansainvälisten ympäristösopimusten laatimiseksi ja saanut läpi näkemyksiään alkuperäisen luonnon suojelutarpeesta ja suojelun rahoittamisesta. Suojelualueiden perustamiseksi ja hoitamiseksi syntyi 2010-luvulla uusia keinoja ja nyt, vuonna 2020, tarjolla on myös luonnonsuojeluun EU:n rahoitusinstru-

mentteja, jotka alun perin luotiin EU:n maatalouspolitiikan kokonaisuudistuksen yhteydessä vuosina 2012-2018. Metsäteollisuustuotteiden kysyntä kasvoi koko 2000-luvun alkupuolella nopeimmin Aasiassa ja teollisuus siirsi tuotantoaan lähemmäs kuluttajia ja raaka-ainevaroja.

Keskitetysti valmisteltu kansallinen metsäpolitiikka ei Suomessa enää 2010-luvulla onnistunut metsien käytölle asetettujen tavoitteiden yhteensovittamisessa. Moniarvoistuneessa yhteiskunnassa perinteisiä metsäelinkeinoja edustavat tahot menettivät sekä taloudellista että poliittista merkitystään. Metsäalaa koskevien asioiden valmistelu ja päätöksenteko siirtyi osaksi alueiden käytön suunnittelua, ympäristö- ja talouspolitiikkaa. Myös kansainväliset sopimukset vaikuttivat entistä enemmän metsäalan toimintaympäristöön. Maankäytölle ja luonnonvarojen käytölle asetettiin eri maakunnissa hyvin erilaisia tavoitteita ottaen huomioon elinkeinorakenteen, väestörakenteen ja työvoiman saatavuuden sekä metsäpalveluihin (mm. matkailu, polttopuuhuolto, virkistys, vesistöjen suojeleminen, hiljaiset alueet) kohdistuvan kysynnän.

Luonnonsuojelu ja metsien virkistyskäyttö nousivat 2010-luvun loppua kohti eteläisimmässä Suomessa ensisijaiseksi metsien käyttömuodoksi. Metsätalouden toimilta rauhoitettujen alueiden osuus nousi nopeasti yli 30 %:iin metsäpinta-alasta, kun luonnonarvokauppaan varattuja määrärahoja lisättiin ja kohdennettiin uudelleen. Julkista tukea myönnettiin vain sellaisiin metsänhoitotoimiin, joilla lisättiin metsien luonnonsuojelullista arvoa tai virkistyskäyttöarvoa. Suojelualueita ennallistettiin aktiivisesti ja niiden luonnonsuojelullista arvoa lisättiin esim. lisäämällä lahoppuun määrää ja huolehtimalla lahoppuujatkumosta. Ennallistamis- ja hoitotoimin voitiin kasvattaa myös metsien hiilivarastoa, mistä saatavin tuloin (hiilinelukauppa oli toteutunut lopulta v. 2018 alkaen) toimia osin rahoitettiin. Toisaalta matkailuelinkeinojen toimintaedellytykset Etelä-Suomessa paranivat ja kysyntä luontomatkailuun vilkastui uusien ja entistä lähempänä olevien matkailutuotteiden myötä (esim. ratsain ja ultrakevyillä ree'illä järjestetyt hirvisafarit, riistarukien valmistukseen ja viinien maisteluun päättyvät metsästysretket, "fitness-hiihdolla ihannepainoiseksi", metsien vuokraus virkistyskäyttöä ml. polttopuun hakkuuta varten, roolipelit metsäalueilla ml. peleihin liittyvät tervan poltot/tukkiuitot/puolustuslinnoitusten rakentamiset). Kotimaan matkailun rahavirroista entistä suurempi osa muodostui palvelujen ja elämysten ostamisesta (polttoaineiden kulutuksen sijaan). Etelä-Suomi onnistui myös luontoarvojen tuotteistamisen ja helpon saavutettavuutensa (suorat nopeat lennot houkuttelivat keskieurooppalaisia) ansiosta nousemaan ranskalaisten ja espanjalaisten suosii-

maksi lomakohteeksi. Maaseutuyrittäjyys lisääntyi näissä maakunnissa, koska elinkeinomahdollisuudet monipuolistuivat.

Huolimatta virkistys- ja luonnonhoitokäyttöön painottuneesta metsien käytöstä, perinteiset metsäelinkeinot pystyivät säilymään ja osin jopa vahvistumaan osassa Suomea. Puuntuotantoon panostavissa maakunnissa suojelualueiden määrä jäädettiin, uusia suojelualueita ei perustettu eikä yhteiskunnan varoja uusien luonnon-suojelutoimien toteuttamiseen näille alueille myönnetty. Puuntuotannon tehostamiseen tarkoitettu julkinen tuki keskitettiin näille alueille, missä metsäelinkeinot olivat myös EU:n aluetukien kohteena. Puuntuotantoon sitoutuvia maakuntia, kuntia ja kyliä etsittiin erityisesti metsäteollisuuden tärkeimmiltä puunhankinta-alueilta. Muualla maassa metsätalouden tuntemus, ymmärrys ja merkitys ohenivat. Kaupungeissa asuvat metsänomistajat vuokrasivat tai myivät joukoin omistamiaan metsiä puuntuotantoyrityksille. Puuntuotantoon varatuilla alueilla kannustettiin myös metsien hiilivarannon lisäämiseen silloin kun se tarjosi lisäansioita metsänomistajille, eikä ollut ristiriidassa kestävän puuntuotannon kanssa.

### ***Ilmastonmuutos***

2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä syntynyt ja useimpien merkittävien teollisuusmaiden ratifioima ilmastopimetus onnistui pysäyttämään kasvihuonekaasupäästöjen kasvun teollisuusmaissa, mutta kehitysmaiden päästöt olivat 2010-luvulla edelleen kasvussa ja toimivia keinoja päästövähennyksiin haettiin edelleen teknologian siirron tehostamisesta ja raaka-ainevirtojen säätelystä. Huolimatta ilmastonmuutoksen hillitsemiseen suunnattujen keinojen hyväksymisestä ja resursseista, osoittautuivat ne käytännössä liian heikoiksi ja ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat näkyneet 2020-luvulle tultaessa yhä selvemmin myös Suomessa. Sääolot ovat muuttuneet tai muuttumassa ja muutoksiin sopeutuminen on vaativaa. Ilmastonmuutokseen sopeutumistutkimusta resurssoititiin voimakkaasti koko 2000-luvun alun ajan. Sienitaudit lisääntyivät koko 2000-luvun alun ajan kosteiden leutojen talvien myötä, koska routa-ajan lyhentyminen lisäsi korjuuvaurioita ja sääolot olivat sienitiöiden leviämislle entistä suotuisimmat. Lämpeneminen lisäsi puiden kasvua, mutta useina vuosina kevätkuivuus aiheutti kasvatappioita.

Puun energiakäyttö ja siihen liittyvä yritystoiminta lisääntyi koko maassa. Vuoden 2014 rakennusmääräysten mukaisesti kaikissa uusissa pientaloissa tuli olla biopolttoaineisiin tai maalämpöön perustuva (vara)lämmitysjärjestelmä. Hakkuutäh-



teiden korjuun ja kantojen noston vaikutuksia kasvihuonetaseisiin oli tutkittu perusteellisesti jo 2000-luvun taitteessa. Koska suomalainen metsäteollisuus oli jo ennen 2000-luvun vaihdetta kehittynyt tunnetuksi biopolttoaineiden tehokkaaksi ja innovatiiviseksi käyttäjäksi, edisti se 2000-luvulle tultaessa sekä valmistettujen tuotteiden että energiateknologian vientiä.

### ***Luonnon monimuotoisuus***

Suojelun lisääminen eteläisimmässä Suomessa erityisesti 2010-luvulla hidasti lajikaatoa ja joidenkin vaarantuneiksi arvioitujen lahoppuilla elävien lajien kannat ovat jo alkaneet elpyä. Onnistuneet suojelutoimet ja niihin liittyvä julkinen keskustelu lisäsivät 2010-luvulla ihmisten kiinnostusta metsäympäristöä ja luontomatkailua kohtaan. Luonnonsuojelubiologisesti arvokkaimmista kohteista muodostettiin ”luontoarkistoja” eli alueita, joilla liikkuminen oli kiellettyä lukuun ottamatta muutamia maksullisia opastettuja retkeilyjä vuodessa. Metsänomistajien kiinnostus metsäluonnon hoitoon ja tarve neuvontapalveluihin kasvoi, kun luonnonarvojen ja virkistysarvojen tuottamisesta alettiin käydä kauppaa.

Tuontipuun käytön lisääntyminen koko 2000-luvun alun ajan johti uusien sienien ja hyönteislajien leviämiseen Suomeen. Osa uusista lajeista uhkasi luontaisen lajistomme elinmahdollisuuksia ja osa oli pahoja tuholaisia.

### ***Vesistöjen tila***

Eteläisimmässä Suomessa metsätalouden vesistökuormitus väheni 2000-luvun alussa päätettyjen toimien (mm. rantametsien kasvattaminen peitteisinä ilman avohakkuita) seurauksena, jolloin vesistöjen tila parani ja niiden virkistyskäyttöarvo kasvoi. Sisävesikalastuksen taloudellinen merkitys säilyi ja kasvoi – muikku oli 2020-luvulla osoittautunut demenciaa ehkäiseväksi ravinnoksi ja muikkuun kohdistuva tutkimus oli ulottunut myös metsäalalle (teollisuuden päästöjen ja metsänhoitotoimien vesistövaikutukset pyrittiin minimoimaan arvokkaimpien muikkuvesien ympäristössä). Vesistöjen tilan kohentuminen oli eduksi matkailuelinkeinolle ja kalastukseen liittyvien palvelujen tarjoajille. Ranta-asumisen ja matkailun vesistöhaittoja pyrittiin vähentämään kehittämällä rantametsien hoitoa. Rantarakentamista ja rakennusten sijoittelua koskeva säätely laajeni koskemaan myös rantamaiseman käsittelyä. Metsien ja veden rajapinnan estetiikkatutkimukset osoittivat vesinäköymän olevan esteettisesti antoisin kun se koetaan rantapuuston läpi.

Puuntuotantoon keskittyvissä maakunnissa vesiensuojeluongelmiin ei paneuduttu ja ongelmat kärjistyivät paikallisesti. Vesistöjä eniten kuormittavat metsänhoitotoimet (lannoitus, ojien kunnostus) kiellettiin vihdoin 2010-luvun lopulla. Toisaalta metsien merkitys pohjavesialueiden suojelussa tunnustettiin koko maassa. Pullotetusta ja säiliötankkereilla kuljetettavasta vedestä muodostui 2010-luvulla yksi Suomen vientituotteista. Tuotannon turvaamiseksi veden vientiä harjoittavat yritykset olivat ostaneet tai vuokranneet pohjavesialueiden metsiä.

Tiheästi asutuilla alueilla ja maatalousvaltaisilla alueilla alueiden käytön suunnittelun osana oli huolehdittava tulva- ja eroosiosuojelusta mm. perustamalla suojaavia rantametsiä herkille alueille. Ranta-alueiden ennallistamista, luhtarantojen perustamista ja ylläpitoa, ja kosteikkoekosysteemien hoitoa koskevaa tutkimusta tehtiin vilkkaasti. Ekosysteemien hoitoon perustuvia tulvasuojelun menetelmiä otettiin käyttöön 2010-luvulla.

### ***Kriittinen muutoshalukkuus metsäalalla***

Metsäalaa koskevien päätösten valmistelu pirstoutui jo 2010-luvun alussa osaksi ympäristö-, alue-, maaseutu- ja talouspolitiikkaa, jolloin päätöksentekoon osallistuvat muutkin kuin metsäalan asiantuntijat. Puuntuotantoon keskittyvissä maakunnissa tarvittiin entistä vahvempaa metsätalouden osaamista, mutta muuten perinteiselle metsäalan osaamiselle oli vähemmän käyttöä. Vaikka perinteinen metsäala marginalisoitui suurilla alueilla Suomessa 2010-luvulla, metsäalan toimijat ovat edelleen tiiviisti osallisina luonnonvarojen käyttöä ja ympäristöä koskevassa suunnittelussa ja toteutuksessa. Tämän on mahdollistanut se, että metsäyliopistot ja muut metsäalan oppilaitokset ovat integroituneet osaksi ympäristöalan koulutusta siten, että pienet ympäristönsuojelun ja ympäristötutkimuksen yksiköt liitettiin metsäalan oppilaitoksiin. Vaikka virat ja koulutuksen sisältö säilyivät aluksi likimain ennallaan, muuttuivat oppilaitosten nimet.

### ***B. ”Talouseliberalismi ohjaa päätöksentekoa”***

#### ***Toteutunut kehitys vuoteen 2020***

Metsäteollisuuden keskittyminen on jatkunut ja suuret ja kansainväliset yhtiöt hallitsevat päämarkkinoita kemiallisessa metsäteollisuudessa. Mekaaninen teollisuus on puolestaan edelleen hajanainen ja pääosin vain tiettyihin markkinoihin keskittynyttä. Suomessa yrityksiä on vähän pienten kotimarkkinoiden takia. Koruihin ja vastaaviin

erikoistuotteisiin keskittyneitä yrityksiä on perustettu paljon, mutta vain harvat ovat edelleen toiminnassa.

Kansainvälisillä yrityksillä on kullakin harvoja päätuotteita, mutta niiden markkinaosuudet ovat korkeita. Tuotteiden laatuvaatimukset ovat kaikkialla samat, koska myös pääasiakkaat ovat maailmanlaajuisia yrityksiä. Tuotanto on keskitetty niihin maihin, joissa kysyntä ja resurssit raaka-aineista työvoimaan muodostavat edullisimman kokonaisuuden. Koko 2000-luvun jatkunut ankara kilpailu on karsinut tuotantoketjun hyvin suoraksi: tuotteet tehdään tilausten mukaan ja varastot ovat pieniä. Logistiikka on pitkälle kehittyntä ja sen hoitaminen vaatii runsaasti erityisosaamista.

Yritykset ovat viime vuosikymmeninä kilpailleet entistä enemmän myös pääomista ja metsäteollisuus on tässä suhteessa joutunut suuriin ongelmiin. Raaka-aineiden hankinta, energiantuotanto ja kiinteistöjen omistus on hajautettu erillisiin yhtiöihin. Sitoutunutta pääomaa on pyritty pienentämään myös siirtymällä leasing- tai vuokrakoneisiin. Koneita käytetään lähes ilman taukoja ympäri vuoden ja samoissa tiloissa toimii eri omistajien koneita. Tukipalvelut ostetaan ulkopuolelta ja vain avainosaaminen, markkinointi ja tuotemerkit ovat emoyritysten hallussa.

### ***Vaikutukset metsätalouteen ja yhteiskuntaan***

Vaikka puuraaka-aine tuotetaan ja hankitaan valtaosin trooppisen ja lauhkean vyöhykkeen plantaasimetsistä, ei pohjoisen havumetsävyöhykkeen merkitys ole kuitenkaan vähentynyt, sillä vetolujuutta vaativat paperituotteet tarvitsevat pitkäkuituista raaka-ainetta. Paperin kierrätysaste on hyvin korkea, mutta ensikuitua tarvitaan myös. Kierrätys on säilyttänyt tuotantolaitoksia myös Keski-Euroopassa. Suomessa on edelleen voimakas metsäteollisuus, mutta laitoksista on kolmannes suljettu 2000-luvulla. Tehtaat ovat suuria ja nykyaikaisia ja niiden tuotantomäärät ovat säilyneet lähes samalla tasolla kuin vuosituhannen vaihteessa. Teollisuuden keskittyminen on kehittänyt tuotantopaikkakuntia, mutta lakkautettujen laitosten sijaintikunnat kituvat. Yhtiöiden henkilökunta on korkeasti koulutettua ja hyväpalkkaista, mutta työntekijöitä on vähän. Ilman koulutusta ei ole työnsaantimahdollisuuksia ja tuloerot eri väestöosien välillä ovat tuotantopaikkakunnilla suuret.

Puutavaran kysyntä on vähentynyt, koska Suomen päämarkkina-alueilla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa puuperäisten tuotteiden kysyntä on supistunut. Metsien hakkuumahdollisuudet ovat suuremmat kuin kysyntä. Yhteiskunta ei tue

metsätaloutta ja Suomessa on alueita, joista puuta ei hankita lainkaan. Puutavaran hinta riippuu täysin myyntierän koosta, sijainnista ja laadusta.

Suomen väestö on keskittynyt entistä enemmän harvoin asutuskeskuksiin. Maaseudulla suuret alueet ovat lähes tyhjiä, koska myös maatalous on keskittynyt parhaille peltoalueille. Metsätyövoiman saanti on vaikeaa ja kallista. Metsien muut käyttömuodot, kuten matkailu, ovat tuoneet jonkin verran uusia työpaikkoja. Työvoimaongelmat ovat vastaavanlaisia kuin metsätaloudessa. Vain sellaiset maaseutualueet ovat kehittyneet, joissa maa- ja metsätalous, matkailu sekä muut elinkeinot toimivat toisiaan tukien.

Puuraaka-aineen käyttö energiataloudessa lisääntyi jo 2000-luvun alussa, mutta määrällisesti energiapuun käyttö ei ole enää lisääntynyt viimeiseen kymmeneen vuoteen. Puukemiaan on panostettu paljon, mutta uusien tuotteiden saanti markkinoille on hyvin hidasta. Näkymät ovat kuitenkin lupaavat. Puhdas vesi on öljyä arvokkaampaa ja siksi metsätalouden vesistövaikutuksiin kiinnitetään suurta huomiota. Myös tulonjakokysymykset ovat nousseet voimakkaasti esille: vedet kuuluvat pääosin maanomistajille, mutta he eivät ole saaneet osaansa veden vientituloista.

Yhteiskunnallisten ohjauskeinojen vähäisyys on synnyttänyt erilaisia kansanliikkeitä, joiden merkitys etenkin paikallisessa päätöksenteossa on suuri. Kansainvälisten yhtiöiden on pakko ottaa eri kansanliikkeiden toiminta tarkkaan huomioon. Osa järjestöistä kyseenalaistaa eettisin perustein koko metsätalouden, osa vaatii asutuskusten lähimetsien hakkuita harventamattomien metsien huonon virkistysarvon takia. Kansanliikkeet pyrkivät näkyvyyteen ja ne pyrkivät käyttämään tuomioistuimia hyväksi aina, kun se on mahdollista. Eri näkemysten väliset ristiriidat ovat suuria ja rikkeistä tuomitut rangaistukset ovat hyvin ankaria.

### ***Vaikutukset ympäristöön***

Taloudellisten ja yhteiskunnallisten syiden takia kokonaan metsätalouden ulkopuolelle jääneiden tilojen lukumäärä on kasvanut koko 2000-luvun. Paikoin puulla ei ole riittävästi kysyntää, toisaalta paikoin maanomistajilla ei ole halua myydä puuta. Vanhojen metsien määrä ei ole lisääntynyt, mutta täysin käsittelemättömiä puustoltaan melko nuoria metsiä on tullut lisää. Etenkin lehtipuuvallaiset nuoret metsät ovat lisääntyneet voimakkaasti. Jo 1990-luvulla alkanut ympäristöasioiden huomioiminen näkyy selvästi lahoppuuston lisääntymisenä, mutta luonnon monimuotoisuuteen tällä

ei ole vielä paljon vaikutusta. Uhanalaisten lajien määrässä ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia 2000-luvulla.

Veden taloudellisen arvon lisääntyminen vaikuttaa suoraan sekä rantametsien käsittelyyn että turvemaiden hakkuisiin. Suureneva joukko maanomistajia odottaa veden tuovan tulevaisuudessa metsätaloutta suuremmat tulot. Siksi em. alueita ei hakata lainkaan tai niitä käsitellään hyvin varovasti. Jos kehitys jatkuu samanlaisena, vesien varsille kehittyä laajahkoja suojametsäalueita. Metsätalouden tuet poistettiin jo kymmenen vuotta sitten ja sen seuraukset alkavat jo näkyä kunnostusojitusten, tienrakennuksen ja nuorten metsien hoitamisen vähäisyytenä. Ajan mittaan myös osa näistä alueista siirtyy kokonaan metsätalouden ulkopuolelle.

### ***C. ”Puuntuotantoon keskittyvä metsäpolitiikka rapistuu”***

#### ***Toteutunut kehitys vuoteen 2020***

Kertaus lähihistoriaan osoittaa, että jo 1970–1980-luvuilla voimaperäinen metsätalouden edistäminen johti moniin konflikteihin metsätalouden ja luonnonsuojelun välillä. Metsäalan imago heikkeni tämän seurauksena voimakkaasti. Ympäristösektorin ja metsäsektorin välillä haettiin 1990-luvun alkupuolella tosissaan yhteisymmärrystä metsien käsittelyn suosituksia ja metsälainsäädäntöä uudistamalla, mutta jo 1990-luvun lopulla palattiin 1970- ja 1980-lukujen tuttuun tilanteeseen, jossa metsätalouden ympäristökonfliktit seurasivat toisiaan. Metsäelinkeino sai voittoja puuntuotannon ja metsätalouden tehokkuuden edistämiseksi. Toisaalta tutkijat, kansalaisjärjestöt yhdessä median kanssa nostivat ympäristöasioiden painoarvoa. Myös EU:n ympäristödirektiivit ja kuluttajat painottivat ympäristöarvojen merkitystä metsätaloudessa.

Vuoden 1999 Kansallisen metsäohjelman visio puuntuotannon edistämisestä tasapainossa metsäluonnon edistämisen kanssa osoittautui liian haasteelliseksi. Yhteisymmärrystä ympäristö- ja metsätahojen välillä ei löytynyt ja uusia konflikteja syntyi samalla kun entisiä ratkottiin. Erityisesti 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä ja vielä osin 2010-luvulla metsätaloudessa keskityttiin turvaamaan teollisuuden puuhuolto ja metsätalouden kannattavuutta mm. kohdentamalla metsätalouden tukia puutuotealan innovointiin sekä koulutukseen ja neuvontaan.

Puuntuotantoon keskittyvä metsäelinkeino käytti hyväkseen puuperäisen energiantuotannon työllistämismahdollisuudet ja mekaanisten metsäteollisuustuotteiden tuotannon lisäämisen ja innovoinnin mahdollisuudet. Tätä perusteltiin ilmas-

tonmuutoksella ja kasvihuoneilmiöllä. Toisaalta Suomi pyrki irtaantumaan kansainvälisestä ilmastopöytäkirjasta, sillä sitä pidettiin teollisuudelle kalliina. Myös muiden ympäristösopimusten, mm. biodiversiteettisopimuksen velvoitteista alettiin tinkiä erityisesti metsäsektorilla, mutta myös muilla toimialoilla. Tämän seurauksena suomalaisen metsäteollisuuden, mutta myös muiden elinkeinojen ympäristöystävällinen maine alkoi rapautua. Kansantaloudellisissa laskelmissa ei myöskään haluttu ottaa huomioon tutkijoiden esittämiä tuloksia ympäristön pilaantumisen kustannuksista, mm. ilmastonmuutoksen aiheuttamista pitkän ajan kustannuksista metsätaloudelle. Koko 20 vuoden ajan konfliktit tutkijoiden ja kansalaisjärjestöjen kanssa jatkuivat ja Suomen maine ympäristötietoisena maana muun EU:n silmissä romahti. Ekologista jalanjälkeä ja ekotehokkuutta korostavien kansalaisjärjestöjen (esim. Maanystävät) suosio kansalaisten keskuudessa alkoi kasvaa ennen näkemättömällä tavalla. Samalla syntyi myös uusia maanlaisia ympäristöryhmiä, jotka käyttivät metsiensuojelussa laittomia menetelmiä. Ilmastonmuutoksen oireet olivat koko ajan selvät, mm. äärevät sääolosuhteet lisääntyivät edelleen Suomessa ja muualla maailmassa.

### ***Luonnon monimuotoisuuden tila***

Uhanalaisten metsälajien osuus kasvoi 2010-luvulla. Suomen ympäristökeskuksen koordinoima uhanalaisten luontotyyppien inventointi osoitti, että metsätaloudella oli keskeinen merkitys myös monien luontotyyppien uhanalaistajana. Tämän seurauksena ajaututtiin eneneviin ristiriitoihin EU:n luonnonsuojeludirektiivien ja 2010-tavoitetta toteuttavan biodiversiteettistrategian kanssa. Uusia lajeja ja luontotyyppisiä lisättiin EU:n luontodirektiivien priorisointilistoille jo vuonna 2007. Tämä tehtiin sen vuoksi, että EU oli vuonna 2001 sitoutunut pysäyttämään biologisen monimuotoisuuden köyhtymisen vuoteen 2010 mennessä. METSO-toimenpideohjelmaa pidettiin vuoden 2007 metsiensuojelun tilan kansallisessa arvioinnissa oikeansuuntaisena, mutta riittämättömänä.

Tutkijat vaativat yhdessä keskeisten luonnonsuojelujärjestöjen kanssa talousmetsien puuntuotannon intensiivisyyden alentamista. Vaatimukset riippuivat siitä, miten tuontipuumäärät Venäjältä ja muualta ulkomailta kehittyisivät. Etelä-Suomessa vaadittiin yhtenäisten suojelupinta-alojen nostamista jopa 16 %:iin. Samalla vaadittiin täydellistä avohakkuista luopumista ja siirtymistä laajasti peitteisen metsän käsittelyyn häiriödynamiikkaa jäljittelevien metsänkasvatusmallien mukaisesti. Näitä malleja oli kehitetty metsänhoidon ja luonnonsuojelubiologian tutkijoiden yhteistyönä ym-

päristöjärjestöjen hyväksymän luonnonläheisen metsänhoidon pohjaksi. Suojelualueiden lisäksi myös talousmetsiä vaadittiin laajemmin ennallistettavaksi etenkin arvokkaiden luontokohteiden läheisyydessä. Metsäelinkeino toisti vielä koko 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen ajan viestissään yhteiskunnalle ”jo riittää” -teemaa. Jatkuvat konfliktit johtivat 2010-luvulla metsäelinkeino merkityksen marginalisoitumiseen ”huutavan ääneksi korvessa”. Normiohjaus voimistui ja kansalaisjärjestöt radikalisoituvat, mikä johti aika ajoin jopa markkinaboikotteihin. Turkistarhauksen vastustamisesta tutut anarkistiset toimintatavat lisääntyivät myös metsäsektorilla. Metsälalle hakeutui enimmäkseen itseään todellisina isänmaanystävinä pitäviä metsäammattilaisia.

### ***Vesiensuojelu***

Vesiensuojelussa ratkaisevaksi osoittautui vuosi 2015. Suomen olisi pitänyt siihen mennessä saavuttaa EU:n vesipuitedirektiivin mukainen vesistöjen hyvä ekologinen tila, mutta näin ei kuitenkaan käynyt. Vaikka vesiensuojelumenetelmiä kehitettiin, vesistöjen tilan parantumisen todettiin tutkimuksissa kestävän kymmeniä vuosia pitkän ekologisen viiveen takia eikä halukkuutta kunnostaa vesistöjä riittävästi esiintynyt. Samalla tehostettiin kunnostusojituksia, lannoituksia ja turvemaiden uudistamisia, kantoja nostettiin yhä laajemmin, maanmuokkaukset hoidettiin tehokkaasti ja suojavyöhykkeet kutistettiin suojakaistoiksi. Näin jäätin jälkeen Itämeri-ohjelman, valtioneuvoston hyväksymän vesiensuojelun tavoiteohjelman, mutta myös vesipuitedirektiivin mukaisten vesistökohtaisen vesienhoitosuunnitelmien tavoitteista. Piste-kuormituksen osuuden vähentyessä, metsäteollisuuden saatua päästönsä kuriin ja haja-asutuksen jätehuollon parannuttua, metsätalouden osuus vesistöjen fosfori- ja typpikuormituksesta nousi pitkälle yli 10 %:n ja metsätalous oli yhä enemmän syyllinen vesistöjen nykyiseen ja tulevaan tilaan. Myös kalojen alumiini- ja elohopeapitoisuuksista syytettiin metsätaloutta. Yhteiskunnassa alkoikin 2010-luvulle tultaessa olla yksimielisyyttä kunnostusojitusten ja lannoitusten kieltämisestä. Erityisesti matkailuelinkeino, loma-asutus ja suuri yleisö olivat sitä vaatimassa ja vain metsäelinkeino jaksoi vastustaa sitä. Globaali metsäteollisuus alkoi pikkuhiljaa kiertää hakkuissaan turvemaita imagosyistä. Metsänomistajien ja yhteiskunnan mitattavat investoinnit laajamittaiseen kunnostusojitukseen ja lannoitukseen jäivät hyödyntämättä ja 20 % puuntuotoksesta käyttämättä. Metsätalouden tuet kunnostusojituk-

siin ja lannoituksiin loppuivat EU:n ympäristölle haitallisten elinkeinotukien lopettamisdirektiivin perusteella.

### ***Kriittinen muutoshalukkuus***

Vielä 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä puuntuotantoon keskittyvä metsätalous suhtautui uusiin esille nousseisiin ympäristöasioihin joko kieltämällä tutkimustulokset riittämättöminä, vetoamalla menneisiin perättömiksi osoittautuneisiin väitteisiin tai liian suuriin kustannuksiin, työllisyyden heikkenemiseen tai aluetalouden huonontumiseen. Hedelmällistä vuorovaikutusta tutkimusmaailmaan ei syntynyt, koska ekologiset tutkimustulokset haittasivat liikaa puuntuotantoon keskittymistä. Kansallinen metsäohjelma tuli tarkistettavaksi 2010-luvulla. Tutkimusyhteisö oli valmistautunut hyvin uuden kansallisen metsäohjelman valmisteluun tuottamalla synteettisin ekologisista teorioista (isolaatio-, häiriödynamiikka- ja avainbiotooppiteoriat). Tutkijoilla oli myös oma mallinsa siitä, kuinka luonnonsuojelun suunnittelu ja metsätalouden suunnittelu voitaisiin sovittaa yhteen ja kuinka maaseudun elinvoimaisuutta voitaisiin lisätä uusissa elinkeinoissa. Tutkijat yhdessä luonnonsuojelujärjestöjen kanssa saivat aikaan poliittista yksimielisyyttä, johon maanomistajia ja metsätaloutta edustavat organisaatiot vähitellen tyytyivät. Ympäristötukien osuuden lisääntyminen korvasi metsätalouden muiden tukien vähentymistä. Luonnonsuojelujärjestöjen aggressiivisuus metsätaloutta kohtaan väheni uusien ympäristökysymysten esille nostamisessa, koska myös luonnonsuojelujärjestöjen väitteiden oli perustuttava tutkituun tietoon. UV-säteily, metaani, ydinvoimaturvallisuus ja elohopeapäästöt vesistöihin ovat esimerkkejä esille nostetuista ympäristökysymyksistä.

### ***D. "Ekologiset näkökulmat korostuvat päätöksenteossa"***

#### ***Toteutunut tilanne vuoteen 2020***

Perinteisten metsäteollisuustuotteiden kysyntä kasvoi voimakkaasti Aasiassa ja Etelä-Amerikassa 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Suomessa havaittiin, että metsäteollisuuden "bulkkituotteita" ei kannattanut enää valmistaa. Teollisuus ja puurakentaminen tarvitsi menestyäkseen hitaasti kasvanutta laatupuuta ja design-tuotteet helposti työstettävää puumateriaalia. Puun kemiasta kehitettiin uusia raaka-aineita biotekniikan ja lääketieteen tarpeisiin. Toisaalta metsissä ryhdyttiin suosimaan sekapuustoja, joiden hoidossa sovellettiin pitkää kiertoaikaa. Ilmastomuutokseen varauduttiin istuttamalla tammea ja muita hemiboreaalisien vyöhykkeen puulajeja laajalti Etelä-Suomessa ja samalla huomioitiin metsänkasvatuksessa metsärajan



hidas siirtyminen pohjoisemmaksi. Uudet kemian ja lääketieteen keksinnöt, maailman talouden realiteetit sekä huima ekologisten arvojen nousu maapallolla pakottivat Suomen suuntaamaan kansallisen metsäpolitiikkansa uudelleen. Nyt bongattiin uhanalaisia kääpiä metsistä yhtä innokkaasti kuin aiemmin harvinaisia lintuja. Maanomistajat saivat valtakunnallisia, jopa kansainvälisiä, ansiomerkkejä onnistuessaan luomaan metsiinsä olosuhteet, jossa oli kehittymässä yhä enemmän yli 150-vuotiasta puustoa ja elinympäristöjä. Näissä metsissä esiintyi mm. uhanalaisia lahopuuta suosivia kääpälajeja, jopa hävinneiksi luultuja lajeja löytyi. Kansainvälisin sopimuksin onnistuttiin jättämään Suomen ja Venäjän rajan molemmin puolin riittävästi ekologisia käytäviä.

Pohjavesialueita suojeltiin eikä näillä alueilla sallittu metsätaloustoimenpiteitä. Suomi vei maailmanlaajuisesti hyvää juomavettä ja siitä tehtyjä uusia tuotteita. Lisääntyviin ilmastomuutoksen aiheuttamiin sienituhoihin löytyi metsistä uusia biologisia torjuntakeinoja. Myös tuontipuun tuhohyönteisille löytyi biologisia torjuntajia ja niistä tuli Suomelle kasvava vientitavara. Toistuvat huomattavat tulvat herättivät tulvariskien arviointiin ja tulvien torjuntaan. Valuma-alueiden puitteissa otettiin huomioon luonnontilaiset metsät hydrologisten olojen tasoittajina. Myös tulvien torjumiseksi ryhdyttiin kehittämään suojavyöhykkeitä. Luonnontilaiset suot olivat luontaisia varastoaltaita ja soista oli tullut kasvava matkailukohde eksoottisuudessaan. Suokasvillisuudesta löydettiin myös uusia tuotteita lääketieteen tarpeisiin.

Pinta- ja pohjavesien hydrologista mallinnusta hyväksikäyttäen päädyttiin valuma-aluekohtaisiin metsien käsittelysuosituksiin ja ympäristölupia metsänkäsittelyyn haettiin valuma-aluekokonaisuuksina. Mallinnusta käytettiin laskettaessa valuma-aluekohtaisesti orgaanisen aineksen, ravinteiden sekä metallien ja elohopean vuosittaisia hajakuormituspäästöjä. Metsätalouden harjoittamisessa oli omaksuttu ympäristöoikeudelliset periaatteet (aiheuttaja-maksaa -periaate, varovaisuusperiaate sekä parhaan käytännön ja haitan minimoinnin periaatteet). Metsänomistajat kävivät kauppaa hiilinieluista maailmanlaajuisesti. Metsänkäsittelyilmoituksia tarkistettaessa valvottiin käsittelyalojen pinta-aloja, niiden sijaintia valuma-alueella sekä riittävien metsää kasvavien suojavyöhykkeiden jättämistä pinta- ja pohjavesien suojelemiseksi. Perinteisten luonnonsuojelullisesti arvokkaiden suojeluohjelma-alueiden ympärille tehtiin uusia luonnonsuojelu- ja virkistysaluevyöhykkeitä. Uusi Etelä-Suomen vesi- ja metsäluonnonsuojeluohjelma oli saanut vahvaa kannatusta METSO -työn jatkeena ja EU:n uusien ympäristötukimahdollisuuksien ja Kemera-rahoituksen kautta.

Suomen kuuluisuus ekologisia arvoja ja hiljaisuutta kunnioittavana metsämaana johti kasvavaan maailmanlaajuiseen kiinnostukseen tulla eri vuodenaikoina vaeltamaan jalkaisin, koiravaljakoin, ratsain tai hiihtäen. Suomen vesistöt kiinnostivat meloijia, veneilijöitä sekä kalastuksesta kiinnostuneita matkailijoita. Matkailijoille oli maksullisia kiertomatkoja erinomaisin ruoka-, juoma- ja asumispalveluin eräkämpissä tai vaihtoehtoisesti askeettisia selviytymismatkoja pettuleipäpäeväin. Eräoppaat kertoivat metsien ja vesien monimuotoisuudesta halukkaille (mm. arvokkaista Natura 2000 –ohjelman kohteista, joita edelleen täydennettiin aiemmasta vastarinnasta ja viime hetken heräämisestä huolimatta). Suomi oli yhtä kuuluisa karhuistaan ja susistaan kuin joulupukista. Ahman ja lumikon kannat oli saatu elvytettyä ja vanhojen metsien elinympäristöä edellyttävistä metsäkanalintujen, valkoselkätikan, kuukkelin sekä petolintujen ja pöllöjen havainnoista oltiin valmiit maksamaan "hotellihintoja". Liito-oravahavainnoista maksettiin eniten ja metsänomistajat kertoivat havaintopaikoista tienvarsikilvin. Raakku oli saatu palautettua merkittävimpiin vesiin, ja helmenkalastuksesta oli tullut muotivillitys.

Sisävesikalaston arvo oli kasvanut nopeasti, kun havaittiin että kalavarat merissä olivat romahtamassa. Kirkkaiden vähähumuksisten vesien kalaa vietiin tuoreena ja purkitettuna ympäri maapalloa ja jo menetetyksi luullut rapuvedet oli onnistuttu ennallistamaan. Suomi oli kuuluisa korkeasta elintasostaan, puhtaasta ruuastaan ja juomastaan sekä luontoa arvostavista kansalaisistaan.

### ***Vaikutus metsätalouteen ja yhteiskuntaan***

Kun Suomessa havaittiin, ettei bulkkituotteilla voi hyvinvointia säilyttää edes väestöltään vähenevässä maassa ja kun muualla maapallolla puu kasvoi nopeammin, päädyttiin pohtimaan, mitkä ovat Suomen metsätalouden vahvuudet. Myös huoli nopeasti kasvavan puun heikkolaatuisuudesta oli käynyt ilmeiseksi. Erityisesti kaupunkilaismetsänomistajat alkoivat jarruttaa vielä 2000-luvun alussa käytössä ollutta avohakkuumetsätaloutta, koska puuston alkukasvatukseen liittyvät heinittymis- ym. ongelmat teettivät metsänomistajille kohtuuttomasti työtä. Tutkijat olivat osoittaneet automaattisesti hakkuun jälkeen tehtävän maanmuokkauksen ojituksen ohella nostaneen vastaanottavien vesistöjen kiintoaine-, fosfori-, alumiini- ja elohopeakuormia. Näistä oli seurauksena jokien ja järvien liettymistä, rehevöitymistä ja kalojen roskalajivaltaistumista sekä petokalojen elohopeapitoisuuksien merkittävää nousua.

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin voimaanastumisen myötä tutkimuksin osoitettiin, että etenkin metsätalouden alapuolisten vesistöjen ekologinen tila ei ollut hyvä. Puitedirektiivi sekä kansallinen ”Suomen vesistöjen suuntaviivat vuoteen 2015” edellyttivät, että hajakuormituksen muuttamien vesien ekologisen tilan tulee olla hyvä vuoteen 2015 mennessä ja sen jälkeen. Vesistöistä käsin lähtevä metsätalouden toimintatapojen muutos johti metsätalouden toimintatapojen uudelleenarviointiin. Päädyttiin menettelyihin, missä hitaasti kasvavaan laatupuuhun sekä puuhun liittyviin kemiallisiin erityisominaisuuksiin liittyvään tutkimukseen panostettiin huippuosaamista, samalla kun Suomi läntisimpänä Siperian taigametsävyöhykkeessä hyödynsi sijaintinsa, sen metsänkasvuominaisuudet ja monimuotoisuusmahdollisuudet. Päädyttiin vesistöjen valuma-aluekohtaisiin metsienkäsittelymenettelyihin, missä mallilaskelmin arvioitiin kuormituksen puhdistusvaatimukset sekä ao. alueen monimuotoisuusedellytykset niin metsissä, vesistöissä kuin soilla sekä pienvesissä, lähteissä ja tihkupinnoilla. Puhtaan pohja- ja pintaveden merkitys ymmärrettiin viimein, samoin kuin sen tuotteistamismahdollisuudet maailmanlaajuisesti.

Kansainvälisillä markkinoilla metsäteollisuuden imago ei enää kestänyt ristiriitatilanteiden jatkumista EU:n Natura 2000 –ohjelman, uuden tutkimustiedon karttumisen sekä kansalaisten asenteiden muutospainneissa. Metsien moniarvoisuus hyväksyttiin ja Suomen metsien ekologiset vahvuudet päätettiin hyödyntää. Kiristynyt työtahti oli luonut olosuhteet, missä ihmiset hakivat työn vastapainoksi rauhoittumista, aktiivista liikkumista ja virkistäytymistä. Päätettiin lukea ”Kalliolat ja Linkolat” uudelleen, kun tiedettiin että korkeasti koulutetut henkilöt arvostavat hiljaisuutta ja luovaa ympäristöä. Suomi päätti saada maahan korkeasti koulutettuja lääke- ja biotieteiden sekä ekologian asiantuntijoita juuri metsätalouden uusien innovaatioiden aikaansaamiseksi. Suomen sijainti Venäjän mahtavien metsävarojen ja metsäekologisten tutkimushaasteiden tuntumassa nähtiin myös kilpailuetuna.

Ilmastopöimöksen ratifointi ja Kioton sopimuksen jatko johtivat Suomessa biopolttoaineiden arvostuksen kasvuun. Teollisuus kehitti uusia tekniikoita energiankulutuksen vähentämiseksi, samoin yhdyskuntien lämmitystä ohjattiin ja kannustettiin puupolttoaineen käyttöön. Uusien teollisuus- ja puunhankintaorganisaatioiden kautta avautui työtilaisuuksia myös syrjäseuduille. Suomi valmistautui siirtymään öljystä bioenergian käyttöön, mutta myös runsaasti energiaa kuluttavan teollisuuden prosesseja kehitettiin päästöjä pienentävään suuntaan. Suomen ilmastopolitiikassa vanhat metsät saivat tärkeää aseman hiilivarastoina, joiden ylläpidosta maksettiin

korvausta maanomistajille. Valtion ja yhtiöiden rahastot ohjasivat rahoitusta maanomistajille, jotka panostivat metsien elinympäristöjen ja eliölajien monimuotoisuuteen ja toimiin niiden lisäämiseksi. Eri alojen yritykset, yhtiöt ja säätiöt tukivat metsien ja vesien ennallistamista ja monimuotoisuutta lisääviä toimenpiteitä rinnan kulttuurin ja kulttuuriympäristöjen säilyttämisrahastojen kanssa. Eettisesti korkeat periaatteet omaksuttiin metsäteollisuudessa.

Suomi muutti metsäpolitiikkaansa ekologisia arvoja korostavaksi ja luontoarvoista tiedottavaksi. Uudet suuntaviivat, metsien monipuolajisuus, sekametsät, vanhat metsät sekä lahopuuhun erityisesti erikoistunut metsäympäristö monimuotoisine pinta- ja pienvesineen sekä pohjavesien suojelu, sai arvostusta ja tukea. Näin alkoi suomalaisen metsä- ja vesiluonnon ekologisen tilan koheneminen, joka lisäsi osaaamista ja kansainvälistä kilpailukykyä. Erityisesti biotekniikka, bioenergia, kilpailukykyinen ympäristötekniikan kehittyminen, luontomatkailu, ympäristövaikutusten arviointiosaaminen sekä valuma-alueittakaavainen ekotehokkuusmittaristo loivat uusia yrityksiä ja työpaikkoja. Vanha puurakentaminen elpyi.

## **5. Päätelmiä**

Tuskin oli yllätys, että työpajoissa päällimmäisiksi nousivat pohdinnat mm. siitä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa metsätalouden toimintaedellytyksiin. Lämpötilan ja ilman hiilidioksidipitoisuuden kohoaminen todennäköisesti lisäävät metsien kasvua, mutta myös äärevien sääilmiöiden todennäköisyyttä: myrskyt ja lumi voivat tuhota nykyistä enemmän metsää, ja lisätä hyönteistuhojen riskiä. Tällaisten riskien ennakointi ja hallinta on tärkeä osa tulevaisuuden metsänhoitoa.

Työpajoissa käyty keskustelu osoitti myös, että metsien monimuotoisuus on monella tavalla metsätalouden armoilla. Ristiriitojen ratkaisemiseksi tarvitaan syvälistä keskustelua siitä, miten ympäristöarvot saavat ansaitsemansa sijan metsätalouden käytännössä. Tässä yhteydessä ei voida sivuuttaa metsätalouden vesiensuojelua, jonka ratkaisemiseksi tarvitaan metsien hoitamista kokonaisina valuma-alueina. Metsäluonto on muutenkin ”nuhraantumassa”, mikä vähentää mm. luontomatkailun mahdollisuuksia. Puhtaat metsät ja vedet ovat osa Suomen tarvitsemää ”vihreää myönteisyyttä”, jonka uskottiin vaikuttavan suuresti metsäalan kehitykseen tulevaisuudessa.

Ympäristöä pilaavien tekijöiden vaikutusketjut ovat monimutkaisia, ja niiden yhteisvaikutusten ja seurausten ennustaminen on vaikeaa. Toisaalta jonkin ongelman ratkaisuun pyrkivillä toimilla voidaan samalla hillitä toista uhkaa tai muutosta. Esimerkiksi monimuotoisuuden suojeluun tähtäävät toimet (kuten lahopuun määrän lisääminen) voivat lisätä hiilen sidontaa, ja hillitä siten osaltaan ilmastonmuutosta. Olennaista on, että esimerkiksi ilmastonmuutokseen liittyvät kysymykset ovat maailmanlaajuisia (kaukokulkeumat, esim. otsoni) ja luovat metsillemme ja metsäalan elinkeinoille uhkia, joihin emme välttämättä voi vaikuttaa yksin.

Työpajoissa tunnistettujen mahdollisuuksien ja uhkien taustalla on aina ihminen, joka tarvitsee energiaa ja luonnonvaroja elääkseen ja luodakseen itselleen hyvinvointia. Metsien kasvu ja kehitys ovatkin tulevaisuudessa yhä kiinteämmin kytköksissä koko yhteiskunnan kehitykseen, mikä luo uusia odotuksia metsien hoidon ja käytön suhteen. Metsänhoidon ja käytön tulisi muuttua, jotta ne sopeutuisivat näihin odotuksiin. Usein ei ole kysymys suurista muutoksista, mutta uuteen on aina vaikea sopeutua. Työpajoissa nousikin tärkeäksi kysymykseksi se, miten ihmiset ja organisaatiot reagoivat muutostarpeisiin ja miten tarve muuttaa käytäntöjä voidaan toteuttaa eturistiriitojen kärjistämässä toimintaympäristössä. Kriittinen muutoshalukkuus niin myönteisessä kuin kielteisessä mielessä on haaste metsiä koskevalle demokraattiselle päätöksenteolle, jota moniarvoistuva yhteiskunta tarvitsee entistä kipeämmin.

### **Lähdeviitteet**

- Carter, T.R., Fronzek, S. & Bärlund, I. 2004. FINSKEN: a framework for developing consistent global change scenarios for Finland in the 21<sup>st</sup> century. *Boreal Environment Research* 9: 91-107.
- Härkönen, T. 1996. Puuntuotannon ekotase ja sen sovellutus Enso Gutzeit Oy:n Karjalan hankinta-alueen metsiin. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Tiedonantoja* 42: 1 - 31.
- Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Yliopistopaino. Helsinki. 265 s.
- Malcolm, J.R. & Markham, A. 2000. Global warming and terrestrial diversity decline. *WWF*. 34 s.
- Siitonen, J., Martikainen, P., Kaila, L., Nikula, A. & Punttila, P. 1995. Kovakuoriaslaajiston monimuotoisuus eri tavoin käsitellyillä metsäalueilla Suomessa ja Karjalan Tasavallassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 564: 43-63.

**Liitteet****Työpaja 1: ohjelma ja työpajan työskentelyyn osallistuneet henkilöt  
Metsäalan tulevaisuusfoorumin ympäristöryhmän työpaja I, 3.10.2003**

8.30. Ilmoittautuminen ja kahvi

9.00-9.20. Työskentelyn aloitus: mistä on kysymys ja mihin pyritään (Anssi Niskanen)

9.20-9.40. Alustus 1: miten ympäristö muuttuu, miten metsätalous vastaa (Seppo Kellomäki)

9.40-10.00. Alustus 2: mitä jää jäljelle ilmastopolitiikasta (Raisa Mäkipää)

10.00-11.30. Työskentely alustuksen pohjalta: metsäalan elinkeinojen uhkien, mahdollisuuksien ja murrosten tunnistaminen

11.30-12.20. Lounas

12.20- 12.40. Alustus 3: ihmisten arvot, asenteet ja odotukset muuttuvat, miten metsätalous vastaa (Simo Kyllönen)

12.40-13.00. Alustus 4: luonnon monimuotoisuuden turvaaminen metsissä – välttämätön paha vai lupaava mahdollisuus (Jari Kouki)

13.00-14.30. Työskentely alustuksen pohjalta: mahdolliset mittarit joilla uhkia, mahdollisuuksia ja murroksia voitaisiin ennakoida

14.30-15.00. Kahvi

15.00-15.50 Loppukeskustelu: keskustelu keinoista uhkien torjumiseksi ja mahdollisuuksien hyödyntämiseksi

15.50-16.00. Kotitehtävä

16.00. Tilaisuuden päättäminen

**Osallistujat:**

Ahtiainen, Marketta  
Finer, Leena  
Hakkila, Pentti  
Heikinheimo, Pirkko  
Hellström, Eeva  
Julkunen-Tiitto, Riitta  
Kellomäki, Seppo  
Komonen, Atte  
Kostamo, Jouko  
Kouki, Jari  
Kyllönen, Simo

Laurila, Tuomas  
Leinonen, Sanna  
Matala, Juho  
Mäkipää, Raisa  
Niemelä, Pekka  
Niiranen, Ari  
Niskanen, Anssi  
Nuutinen, Tuula  
Peltola, Heli  
Vanhanen, Heidi  
Väisänen, Eero

## **Työpajan 2 ohjelma ja työpajan työskentelyyn osallistuneet henkilöt Metsäalan tulevaisuusfoorumin ympäristöryhmän työpaja II, 23.10.2003**

8.30. Ilmoittautuminen ja kahvi

9.00-9.20. Työskentelyn aloitus: työpajan I tulokset ja mihin työpajassa II pyritään (Anssi Niskanen)

9.20-9.40. Alustus 1: Metsänomistajan näkökulma metsäalan tulevaisuuteen: onko metsän omistaminen tulevaisuudessa järkevää? (Jouko Jaatinen)

9.40-11.30 Työskentely alustuksen ja työpaja I tulosten perusteella

- keskustelu ja arvio mahdollisesti esille nousevia uusia uhka- mahdollisuus- ja murrostrendejä (täydennys) sekä heikoista signaaleista metsäalan elinkeinoille
- keskustelu ja arvio mittareista, joilla tärkeimpiä tekijöitä voitaisiin ennakoida ja seurata (mitä uhka-, mahdollisuus- ja murrostrendejä sekä heikkoja signaaleja on havaittavissa, miten niitä voidaan seurata)
- keskustelun perusteella valitaan tärkeimmät uhka-, mahdollisuus-, ja murrostrendit sekä heikot signaalit metsäalan elinkeinoille

11.30-12.30. Lounas

12.30-12.50. Alustus 2: Voiko ekologia työllistää? (Jan Kunnas)

12.40-14.30. Työskentely alustus 2 ja aamupäivän tulosten perusteella

- arvio kunkin uhka-, mahdollisuus- ja murrostekijästä sekä heikosta signaalista erikseen sekä näiden kumulatiiviset vaikuttavuusindeksit
  - vaikutusten nopeus elinkeinoille (1-5)
  - vaikutusten laajuus elinkeinoille (1-5)
  - elinkeinojen haavoittuvuus ja reagointikyky (1-5)
  - selviytymistä tukevat vs. Vastustavat prosessit (-3- +3)
  - kumulatiivinen vaikuttavuusindeksi kullekin ympäristötrendille tai heikolle signaalille (1-18)

14.30-15.00. Kahvi

15.00-15.50. Loppukeskustelu

- valitaan n kpl korkeimman kumulatiivisuusindeksi saanutta uhka-, mahdollisuus- ja murrostekijää sekä heikkoa signaalia

15.50–16.00. Mitä jatkossa? Tilaisuuden päättäminen

### Osallistujat:

Hakkila, Pentti  
Jaatinen, Jouko  
Kellomäki, Seppo  
Komonen, Atte  
Kostamo, Jouko  
Kunnas, Jan  
Leinonen, Sanna

Matala, Juho  
Mäkipää, Raisa  
Niiranen, Ari  
Niskanen, Anssi  
Peltola, Heli  
Vanhanen, Heidi  
Väisänen, Eero