Tutkimustulosten lyhyt yhteenveto ja julkaisuluettelo

Nimitettynä Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) metsänhoidon professoriksi 1980-luvun alussa järjestin tutkimusosastossa runsaasti seminaareja ja maastoretkeilyjä, joissa perehdyimme alan tutkimusongelmiin. Erityisesti vaihtoehtoiset metsänhoidon menetelmät olivat kiinnostuksen kohteina. Metsän puuston rakenne ja käsittelytapa kaikkine vaikutuksineen ovat tärkeimmät tekijät eli avainasiat, miten koko metsätalous eri sektoreineen toimii ja vaikuttaa metsäluontoon, sen ympäristöön ja metsänomistajien sekä samalla koko yhteiskunnan talouteen. Puuston eri tekijöiden suhteen optimaaliset käsittelytavat ja niiden kokonaisuus on siten ensimmäinen tutkimuksilla selvitettävä asia. Ensin perehdyimme perusteellisesti siihen, mitä jo valmiiksi oli tutkittu sekä Suomessa että muissa metsätalousmaissa. Yllätys oli melkoinen, kun jouduimme toteamaan, ettei vaihtoehtoisista metsänkäsittelyistä ollut edes perustettu rinnakkaisia kenttäkokeita samanaikaisesti samanlaisissa oloissa, vaikka valtion rahoittama Metla oli ollut olemassa jo yli 50 vuotta. Tilanne oli yhtä puutteellinen kaikissa metsätalousmaissa. Siitä huolimatta johtavat metsäalan professorit, tutkijat ja käytännön edustajat olivat meillä laatineet yhteisesti mahtipontisen julkilausuman (ns. Harsintajulkilausuma 1948), jossa esitettiin useita perättömiä väitteitä muka tutkittuina tosiasioina.

 Tarkempi selvitys osoitti, ettei julkilausuman väitteiden taustana ollut juuri minkäänlaisia tutkitusti todennettuja näyttöjä metsien erilaisista rakenteista, kehityksestä, tuotoksesta ja kannattavuudesta. Kaikki tiedot vaihtoehtoisista käsittelymenetelmistä, esimerkiksi periaatteiltaan täysin vastakkaisista jaksollisesta ja jatkuvasta kasvatuksesta eli tasa- ja erirakenteisista puustoista, olivat vain kuvitelmia ja uskomuksia. Minkäänlaista tietoa menetelmien vaikutuksista metsien monimuotoisuuteen ja erilaisiin monikäytön tarpeisiin, kuten marjastukseen, sienestykseen, ulkoiluun, poronhoitoon, maisemaan tai terveyden vaalimiseen ei ollut mitattu eikä arvioitu. Tutkimustyö oli kokonaan laiminlyöty. Nämä kaikki seikat ovat kuitenkin olennainen osa metsien merkityksestä taloudellisille, kulttuurisille, eettisille, esteettisille ja sosiaalisille arvoille ja merkityksille.

 Edes ainoana käyttöön hyväksytyn kiertoaikaan perustuvan jaksollisen kasvatuksen (nykyisin alaharvennus ja päätehakkuuyhdistelmänä avohakkuu ja istutus) optimaalisia ratkaisuja edellä mainittujen perusteiden suhteen ei ollut tutkittu. Viralliselta tutkimukselta nämä vertailut puuttuvat edelleen. Erillisiä detaljitutkimuksia on toki tehty, mutta niidenkin seuranta on kovin lyhyt siihen nähden, miten kauan yhden jakson (Etelä-Suomessa noin 70 ja Pohjois-Suomessa yli 140 vuotta) eli kiertoajan seuranta edellyttäisi. Julkilausuman väitteet ovat ristiriidassa ja useissa kohdissa täysin vääriä siihen mennessä jo kahteen kertaan mitattujen valtakunnallisten puustovarojen inventointien kanssa (VMI1 1920- ja VMI2 1930-luvulla). Havaintomme metsäluonnosta vahvistivat näitä mitattuja tietoja.

 Niinpä seminaareissa suunniteltiin kerättyjen tietojen ja näyttöjen pohjalta uusia tutkimusohjelmia edellä kerrottujen ongelmien tieteellisiksi ratkaisuiksi ja koostettiin useita Metlan tiedonantoja (esimerkiksi MT 129, 180, 182, 219). Ne taustatietoina perustettiin ensimmäiset koko valtakunnan kattavat laajat vaihtoehtoisten käsittelyjen kenttäkokeet 1980-luvun aikana. Tuskin mitään Metlan tutkimusta on valmisteltu yhtä perusteellisesti ja huolellisesti. Seuraavina vuosikymmeninä tuotimme lukuisia tieteellisesti tarkastettuja julkaisuja (luettelo tämän tekstin lopussa) kansainvälisissä tieteellisissä sarjoissa ja suomeksi Metlan tiedonannoissa (muun muassa MT 495, 538, 587, 589, 593, 719, 734, 736). Raporteissa esitellään tutkimustuloksia metsien rakenteesta, tuotoksesta ja vaihtoehtoisten metsänkäsittelyjen vaikutuksista niihin sekä vahvistetaan alan tietoteoreettista pohjaa. Seuraavassa esitän pääosin kansainvälisissä sarjoissa 1990-luvun alusta vuoteen 2016 asti ilmestyneiden tutkimustemme päätuloksia suomenkielisenä voimakkaasti lyhennettynä yhteenvetona:

 Edellä mainitun Suomen ensimmäisen puuvarojen inventoinnin (VMI1:1922-23) mukaan pääosa kangasmaan metsistä oli silloin vielä luonnontilaisia tai lähes hakkaamattomia. Lähes kaikki suot olivat luonnontilaisia. Kaikki metsät olivat erirakenteisia. Nykyisen, vasta muutaman vuosikymmenen harjoitetun, mutta yksinomaisena sallitun käytännön puupeltoja ei vielä ollut. Yleisin puuston rakenne oli säännöllisen eri- eli jatkuvarakenteinen, jossa runkolukujakauma oli laskeva kuvaaja eli pieniä puita oli eniten ja isoja vähiten. Suopuustoista sellaisia oli jopa enemmän kuin kangasmetsissä. Sellaisiksi metsät luonnonvaraisina ensisijaisesti kehittyvät. Kattavat ja edustavasti mitatut tiedot olivat siten täysin vastakkaisia edellä mainitun Harsintajulkilausuman metsätalouden dogmiksi otettujen väärien väitteiden kanssa.

 Seuraavat inventoinnit (esimerkiksi VMI3:1951-53 ja VMI8:1985-86) osoittivat, että jatkuvarakenteiset metsät olivat edelleen yleisimpiä. Tasarakenteisia puustoja, joissa runkolukujakauma oli suppea (pienimpien puiden läpimitta > puolet isoimpien puiden läpimitasta), ei juuri löytynyt. Huolimatta rakennetta tasaavista hakkuista, metsät ovat edelleen pääosin jatkuvarakenteisia. Ne palautuvat sekä ihmisen että luonnon itsensä aiheuttamien häiriöiden jälkeen luontaisella uudistumisella ja puiden erilaisen kasvurytmin vuoksi takaisin jatkuvarakenteisiksi. Alikasvosta ja taimia oli sekä soilla että kangasmailla runsaasti; kuusivaltaisissa metsiköissä jonkin verran enemmän kuin mäntyvaltaisissa. Niiden runsaus osoitti myös metsien rakenteen luontaista jatkuvuutta.

 Esimerkiksi pitkään käsittelemättöminä olleilla, aiemmin poiminnalla eli yläharvennuksella käsitellyillä jatkuvarakenteisen kuusivaltaisen metsän koealoilla oli puuston tilavuudesta (215-350 m3/ha) riippumatta kuusen taimiainesta (pituus <10 cm) useita kymmeniä tuhansia hehtaarilla. Koivun taimiainesta oli vain vähän. Sekä kuusen että koivujen taimien (h 10-130 cm) määrät pienenivät puuston tilavuuden suuretessa. Kuusen taimia oli pienimmässä puuston tilavuusryhmässä lähes 8000 ja koivun taimia runsas 500 kappaletta/ha. Nopeimmin eli neljä senttimetriä kesässä kasvavilla kuusen taimilla aikaa kuluisi hakkaamattomassa metsässä noin 30 vuotta saavuttaa rinnankorkeus ja eniten eli yli 20 senttimetriä kasvavilla koivun taimilla 5-10 vuotta.

 Uudistumista mitattiin samoihin koemetsiköihin perustetuilta jatkuvan kasvatuksen poimintahakkuilla ja yläharvennuksilla käsitellyiltä koealoilta 3-7 vuotta hakkuun jälkeen. Puuston tilavuus vaihteli 75-340 m3/ha välillä. Kuusen taimiainesta oli koealoilla kymmeniä tuhansia hehtaarilla. Puuston tilavuus ei vaikuttanut taimiaineksen määrään. Koivun taimiainesta oli vähän. Kuusen taimien määrä oli suurin (>5000 kpl/ha), kun puuston tilavuus oli pienin. Suurimmillakin tilavuuksilla taimia oli yli 2000/ha. Koivun taimia oli pienimmän tilavuuden koealoilla yli 6000/ha, mutta niiden määrä pieneni voimakkaasti puuston tilavuuden suuretessa. Taimien pituuskasvu oli samoin riippuvainen puuston tilavuudesta. Suurimmillaan se oli viimeisenä mittausvuonna, kuusella noin 25 ja koivun taimilla noin 50 cm. Rinnankorkeuden saavuttaminen kestäisi näillä nopeimmin kasvavilla kuusen taimilla alle 10 vuotta ja koivulla 3-5 vuotta. Jatkuvarakenteisessa metsässä rakenteen säilymisen kannalta on tärkeätä, että myös taimet ja muut alikasvokset ovat isojen puiden tavoin eripituisia. Niiden ei siten tulisikaan kasvaa samalla nopeudella. Nopeimmin kehittyviä tarvitaan rakenteen jatkuvuuden kannalta vain joitakin satoja hehtaarilla. Toisen kenttäkoeaineiston mukaan uudistuminen on runsasta ja alikasvoksen kehittyminen kohtuullisen ripeää, kun jatkuvan kasvatuksen hakkuiden jälkeinen puuston tilavuus on vastaavasti alle 150 m3/ha.

 Paras puuston kasvu ja taloudellinen tulos työkustannukset huomioon ottaen saadaan luontaisesti uudistuneista ensiharvennusvaiheen puustoista, joita ei perata eikä harvenneta taimikkovaiheessa. Siten menetellen voidaan lisätä ensiharvennuksen saantoa ja samalla energiapuun tuotosta. Jos kuitenkin taimikonhoito halutaan tehdä, paras käsittely on taimikon määrä- ja laatukehityksen kannalta yhdistetty reikäperkaus/reikäharvennus, jolla vapautetaan muutama sata hyvälaatuista valtatainta vain lähimmistä kilpailijoista.

 Kolmannen inventoinnin aineistosta (VMI3:1951-53) verrattiin Etelä-Suomen kuusivaltaisten metsien jatkuvan kasvatuksen poiminta- ja yläharvennushakkuita ja nykykäytännön jaksollisen kasvatuksen alaharvennettuja havupuumetsiköitä ja sekametsiköitä (lehtipuita 10-50%). Sekametsiköt kasvoivat 10-15% paremmin kuin puhtaat havumetsiköt. Tilavuuskasvu oli sitä suurempi mitä suurempi metsikön tilavuus oli. Saman tilavuuden (noin 150 m3/ha) omaavat jatkuvan kasvatuksen metsiköt kasvoivat 10-20% enemmän kuin jaksollisen. Kasvun taso oli jatkuvarakenteisissa sekametsiköissä noin 7 m3/ha/v eli korkeampi kuin vastaavissa metsissä siihen aikaan keskimäärin.

 Vastaavien mäntyvaltaisten kangasmaiden koealoilla tilavuuskasvu suureni samoin puuston tilavuuden suuretessa. Sekametsiköt kasvoivat jonkin verran paremmin kuin puhtaat havumetsiköt. Vaikka jatkuvarakenteisten keskimääräinen tilavuus oli lähes 20% pienempi kuin tasarakenteisten, niiden tilavuuskasvu oli noin 10% suurempi. Saman tilavuuden (noin 125 m3/ha) omaavissa puustoissa jatkuvan kasvatuksen metsiköiden tilavuuskasvu (5,2 m3/ha/v) oli siten keskimäärin 30% suurempi kuin nykykäytännön jaksollisessa kasvatuksessa.

 Erillinen vertailututkimus sisälsi 23 varttunutta kuusivaltaista metsikköä, joista yhdelle osakuviolle arvottiin jatkuvan kasvatuksen poiminta- tai yläharvennushakkuu ja toiselle jaksollisen kasvatuksen alaharvennus. Koesarja ulottui Tammisaaresta Rovaniemelle. Keskimäärin jatkuvassa kasvatuksessa hakattiin 94 m3/ha ja alaharvennuksessa 68 m3/ha. Edellisessä hakattiin pääosin tukkipuita ja jälkimmäisessä kuitupuita. Siten jatkuvassa kasvatuksessa puusto oli hakkuun jälkeen noin 15 % pienempi. Huolimatta tilavuuserosta kasvu oli jatkuvassa kasvatuksessa keskimäärin 5,9 m3/ha/v ja alaharvennuksessa vain 4,6 m3/ha/v. Ero oli lähes 30%. Jatkuvan kasvatuksen metsiköissä oli alikasvosta (< 9 cm dbh) 1300/ha. Taimista (< 1,3 m) oli seurannan aikana siirtynyt yli rinnankorkeuden vuosittain 15,5 puuta/ha. Taloudellinen tulos oli jatkuvassa kasvatuksessa huomattavasti parempi kuin jaksollisen alaharvennuksessa.

 Kenttäkokeissa jatkuvarakenteisia metsiköitä käsiteltiin jaksollisen kasvatuksen alaharvennuksella ja jatkuvan kasvatuksen määrämittahakkuulla sekä poiminnalla eli yläharvennuksella, toisella koekentällä ensiharvennus- ja toisella varttuneen metsän kehitysvaiheessa. Tilavuuskasvu oli ensiharvennuksen jälkeen heikoin voimakkaasti eli kaikki käyttöpuun kokoiset puut hakatussa määrämittahakkuussa (5,8 m3/ha/v), mutta hakkuusaanto suurin. Alaharvennuksessa kasvu oli lähes kaksinkertainen (10,7 m3/ha/v), mutta saanto pienin ja halvin. Kasvu oli suurin jatkuvassa kasvatuksessa (11,8 m3/ha/v). Vastaavat kasvuluvut varttuneen metsän harvennuksen jälkeen olivat 3,8, 3,9 ja 4,6 m3/ha/v. Ero jatkuvan kasvatuksen yläharvennuksen hyväksi jaksollisen alaharvennukseen verrattuna oli lähes 20%. Saanto oli suurin määrämittahakkuulla ja yläharvennuksella käsitellyillä koealoilla. Määrämittarajana oli tukkipuun koko. Kun otetaan huomioon hakkuun taloudellinen tulos, jatkuvan kasvatuksen määrämittahakkuu nousee voimakkaiden poiminta- ja yläharvennushakkuiden ohella tuottoisimmaksi vaihtoehdoksi.

 Metsän monimuotoisuuden vertailua ja arvottamista varten kehitimme metsikön sisäisen ja metsiköiden välisen LLNS-monimuotoisuusindeksin. Indikaattoreina käytimme elävien puiden puulajeittaista runkolukujakaumaa, pystyyn kuolleiden ja maapuiden määrää puulajeittain, erikoispuiden ja alikasvoksen esiintymistä ja palaneen puun määrää. Indeksi kuvattiin kenttäkäyttöön sopivalla pistetaulukolla. Indeksin määrittämiseksi kehitettiin myös matemaattinen malli. Testiaineistossa diversiteetti oli suurin käsittelemättömässä ikimetsässä. Jatkuvan kasvatuksen poiminnalla tai yläharvennuksella käsitellyllä metsällä oli myös korkea diversiteetti, mutta suojuspuuhakkuilla heikennettiin monimuotoisuutta. Alaharvennus heikensi eniten monimuotoisuutta. Boreaalisen vyöhykkeen ikimetsien käsittelyssä on useita toimivia jatkuvan kasvatuksen hakkuutapoja, kuten poiminta-, yläharvennus- ja reikähakkuu. Niillä voidaan järkevästi ja taloudellisesti edullisesti välttää monimuotoisuuden ja tuotoksen hävittävä alaharvennus-avohakkuu.

 Näiden 1990-luvun lopulle asti kertyneiden tutkimustietojen perusteella esitimme niistä johdetut mallit jatkuvalle kasvatukselle Euroopan boreaalisissa metsissä. Mallit rakentuivat siten laajoihin ja edustaviin VMI- ja kenttäkoeaineistoihin. Perustaa vahvistettiin runsailla kirjallisuustiedoilla. Toisella tieteellisellä mallilla selvitettiin puhtaiden männiköiden ja kuusikoiden sekä niiden sekametsien kehitystä Etelä-Suomessa. Malli on myös käyttökelpoinen selvitettäessä erirakenteisen puuston tilajärjestystä ja muutettaessa tasarakenteisia puustoja jatkuvarakenteisiksi.Malli perustui yksittäisten puiden neulaspinta-alaan, joka määritettiin mantopuun eli elävän puun osuudella rungon läpimittaleikkauksesta.

 Pohjoismaissa on ollut joitakin yksittäisiä pitkään seurattuja jatkuvaan kasvatukseen tarkoitettuja koealoja ilman vertailualoja (Mikola 1984, Lundqvist 1989 ja Andreassen 1994). Suurta osaa koealoista oli kuitenkin usein hakattu liian voimakkaasti, melkein avohakattu tai osaa oli jopa alaharvennettu. Mikolan kahta koealaa ei ollut edes käsitelty jatkuvan kasvatuksen tavoitteen mukaisesti. Vain pientä osaa ruotsalaisista ja norjalaisista koealoista oli koko seurannan ajan käsitelty alkuperäisen tarkoituksen mukaisesti. Vain ne kelpaavat kuvaamaan jatkuvan kasvatuksen hakkuiden tuloksia. Ne ovat kasvaneet ja uudistuneet yhtä hyvin kuin uusissa varsinaisissa vertailukokeissa. VMI-aineistoista lasketut tulokset ovat yhdenmukaisia kenttäkokeista saatujen vastaavien tulosten kanssa.

 Pitkään seuratussa kenttäkoeaineistossa jaksollisen kasvatuksen alaharvennetuilla koealoilla puuston kasvu oli voimakkaasti riippuvaista puuston pohjapinta-alasta, mutta jatkuvan kasvatuksen yläharvennuksella toistuvasti käsitellyillä koealoilla riippuvuus oli paljon heikompi. Yksittäisten kilpailusta vapautettujen puiden voimakkaan kasvulisäyksen ansiosta jatkuvassa kasvatuksessa puuston tilavuuskasvu oli lähes yhtä suuri sekä lievästi että voimakkaasti hakatuilla koealoilla. Suhteellinen kasvu oli jatkuvan kasvatuksen tavoitemallin koealoilla kaksinkertainen ja isojen kuusien kasvu lähes 50% suurempi kuin vastaavilla alaharvennuksen koealoilla. Niinpä tavoitemallin mukaisesti voimakkaasti hakattu jatkuva kasvatus on taloudellisesti tuottoisampi kuin jaksollisen alaharvennus. Siihenastisena yhteenvetona voitiin todeta, että jatkuva kasvatus tuottaa puuta enemmän kuin nykykäytännön jaksollinen eli kiertoaikaan perustuva tasaikäiskasvatus. Kaikissa kenttäkokeissa ja VMI-aineistoissa uudistuminen on ollut runsasta. Se on ollut, kuten aiemmissa kokeissa, riippuvaista puuston määrästä, mutta runsaissa puustoissakin on rakenteen jatkuvuuden kannalta riittävästi taimia ja muuta alikasvosta.

 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen lopulla kehitettiin metsän säännöllisen eri- eli jatkuvarakenteisena kasvatuksen kasvu- ja tuotosmallit koko maata varten eri havupuulajeille kaikilla kasvupaikoilla. Tutkimuksen perusaineistona oli VMI3:n (1951-53) koealat täydennettyinä runsaalla kenttäkoeaineistolla. Niiden perusteella laadittiin ensin puuyksilöiden läpimitan kasvu- ja pituusmallit sekä puiden elossaolo- ja suurempiin läpimittaluokkiin siirtymämallit. Parhaaksi runkolukujakauman taloudelliseksi malliksi osoittautui sigmoidinen kuvaaja, jossa oli kasautuma vasta tukkipuukokoon tulevien puiden kohdalla.

 Samanaikaisessa taloudellisessa optimointitutkimuksessa ei asetettu mitään etukäteisrajoituksia menetelmän valinnalle. Optimointimallit olivat epälineaarisia ja perustuivat läpimittaluokittaisiin siirtymämalleihin ja luontaiseen poistumaan. Ne sisälsivät yksityiskohtaiset hakkuukustannukset. Taloudellisesti optimaalisessa jatkuvassa kasvatuksessa puuston määrä ratkaisee uudistumisen. Nykykäytännön alaharvennus-avohakkuu-istutus antaa huonoimman taloudellisen tuloksen. Kun otetaan mukaan uudistamis- ja harvennuskustannukset, korko sekä kuitu- ja sahapuun hintaero, jatkuva kasvatus on edullisin. Kaikissa tapauksissa taloustuloksen optimointi johtaa siirtymiseen tasaikäiskasvatuksesta jatkuvan kasvatuksen yläharvennukseen.

 Jatkuvarakenteisten kuusi- ja mäntymetsien mallit optimoitiin 20 vuoden hakkuukierrolla tavoitteena maksimaalinen taloudellinen tulos. Mallit tehtiin erikseen Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomea varten. Maksimitaloustulos saatiin, kun hakkuussa poistettiin kaikki yli 18 cm läpimittaiset puut. Jos sahapuun tuotanto maksimoitiin, isoimpien hakkuussa jäävien puiden kokoraja nousi 25-30 cm:iin. Kahden prosentin korolla hakkuun jälkeinen optimipohjapinta-ala ajouria huomioon ottamatta oli esimerkiksi Etelä-Suomen viljavilla kuusimailla 12-14 m2/ha eli tilavuus >100 m3/ha ja keskiviljavilla mäntymailla pohjapinta-ala 6-11 m2/ha. Ajourien huomioon otto pienentää lukuja viidenneksellä. Jatkuva kasvatus on taloudellisempaa kuin jaksollinen (alaharvennus-avohakkuu-istutus). Koron nosto ja kasvupaikan viljavuuden heikkeneminen lisäävät edullisuuseroa. Kun vain taloudellisuutta maksimoidaan jatkuvassa kasvatuksessa, paras ratkaisu on hakata kaikki sahapuut. Kun monimuotoisuuden vuoksi säilytetään jonkin verran isoja puita, siksi niiden hakkuuta pitää siirtää myöhemmäksi. Useat vaihtoehdot saman metsikkökuvion kaistojen hakkuukierron ja lukumäärän suhteen antavat hyvin samankaltaisen tuloksen. Edullisimpia ovat vaihtoehdot, joissa hakkuukierto on 20 vuotta ja hakkuukaistoja on neljä tai hakkuukierto 30 ja kaistoja vastaavasti kolme.

 Metsien käyttöön kohdistuu yhä enemmän erilaisia tarpeita. Näin ollen kaikkia talousmetsiä tulee käsitellä siten, että ne toimivat samanaikaisesti monitoimimetsinä eikä niiden monimuotoisuus ja ekologinen kestävyys vaarannu. Metsän käsittelyssä tulee ottaa huomioon myös maisemalliset, kulttuuriset ja sosiaaliset näkökohdat. Uudet tutkimukset vahvistavat, että hyvän taloudellisen puuntuotannon ohella jatkuvarakenteiset sekametsät jatkuvan kasvatuksen yläharvennuksella tai poimintahakkuulla hoidettuina palvelevat parhaiten monikäyttömetsinä ja varmistavat rakenteen jatkuvuuden sekä edellä mainitut muut näkökohdat.

 Seuraavassa laajassa tutkimuksessa verrattiin jatkuvan kasvatuksen (säännöllisen eri- eli jatkuvarakenteisten) ja optimaalisten jaksollisen kasvatuksen (yläharvennettujen) kuusi- ja mäntymetsien puuntuotantoa ja mustikan tuotosta sekä hiilen sidontaa. Ne voidaan ennustaa melko hyvin ja arvioida rahassa. Käsittelymenetelmät optimoitiin maksimoimalla näiden tuotteiden nykyarvo. Kolmanneksi vertailukäsittelyksi otettiin nykykäytännön jaksollinen tasaikäiskasvatus (alaharvennus ja avohakkuu). Jatkuva kasvatus tuotti suurimman kokonaisnykyarvon ja mustikan tuottoarvon. Se oli jaksollista kasvatusta edullisempi myös puuntuotannossa, jos korko oli 2% tai suurempi. Optimaalinen jatkuva kasvatus yläharvennuksella oli myös hiilen sidonnassa nykykäytäntöä edullisempi. Mitä enemmän metsän erilaisia käyttöarvoja otetaan tarkasteluun mukaan sitä edullisemmaksi jatkuva kasvatus osoittautuu.

 Vaikka isojen puiden määrä metsässä vaihtelee voimakkaasti, kuusen uudistuminen on rakenteen jatkuvuuden kannalta riittävää, usein runsasta. Kuusesta poiketen männyn ja koivun taimettuminen heikkenee puuston määrän suuretessa. Kaikki tutkimukset osoittavat, että yläharvennus on alaharvennusta selvästi edullisempaa sekä jatkuvassa että jaksollisessa kasvatuksessa puun tuotannon ja kannattavuuden kannalta. Laajat kenttäkoe- ja inventointiaineistot osoittavat, että jatkuva kasvatus poimintahakkuulla tai yläharvennuksella on metsänomistajan ja kansantalouden kannalta kannattavampaa kuin nykyinen avohakkuuseen ja istutukseen sekä alaharvennukseen perustuva jaksollinen käytäntö. Ero suurenee huomattavasti, kun mukaan vertailuun otetaan ympäristö- ja monikäyttönäkökohdat, kuten monimuotoisuus, hiilen sidonta, mustikan tuotanto ja maisema-arvot.

 Jatkuvarakenteisen metsän kehityksen simulointiin on aiemmin tarvittu työlästä tarkalleen samojen puuyksilöiden mittaamista ainakin kahdesti, jolloin puut on numeroitava tai kartoitettava. Mallituksen vähimmäistaso edellyttää lajikohtaisten yksittäisten puiden läpimitan kasvun, elossaolon ja isompiin läpimittoihin siirtymän mallit. Tutkimuksessa kehitettiin uusi menetelmä, joka edellyttää vain saman puuston runkolukujakauman mittaamista seurantajakson alussa ja lopussa. Menetelmät tuottavat samanlaiset mallit. Uuden menetelmän käyttöönotto tuo materiaaliksi uusia aineistoja, joita ei ole aiemmin voitu käyttää tähän tarkoitukseen.

 Kertyneiden tieteellisten tutkimustulosten perusteella laadittiin 2010-luvun alussa uudet oppikirjat. Oppikirjassa *”Metsän jatkuva kasvatus”* esitetään jatkuvan kasvatuksen uudistamis- ja hakkuumallit sekä ohjeet tasarakenteisten puustojen palauttamiseksi luonnollisen jatkuvarakenteisiksi. Malleista metsänomistaja voi valita tarpeittensa tai velvoitteiden mukaan joko vain korkeaan taloudelliseen tulokseen tähtäävät vaihtoehdot tai sellaiset ratkaisut, joissa otetaan huomioon myös metsän muut tarpeet ja arvot. Samaan suomenkieliseen oppikirjaan perustuu pääosin myös englanninkielinen oppikirjamme *”Continuous cover forestry”*. Avohakkuuvapaasta jatkuvasta kasvatuksesta käytetään englanninkielessä lyhennettä CCF ja kiertoaikaan perustuvasta jaksollisesta RF (*Rotation forestry*).

 Oppikirjassa *”Alikasvoksesta ylispuuksi”* esitetään muun muassa ”jokametsän” kasvatusmalli, jolla voidaan optimoida hakkuutapa ja sen ajoitus minkälaisessa metsikössä tahansa. Tuottavimpia kohteita ovat sellaiset, jotka ovat kehittyneet jatkuvarakenteisiksi ja isoimmat puut ovat saavuttaneet tukkipuun koon. Kun puuston määrä on hakkuun jälkeen lain määräämää alarajaa pienempi, velvoitetaan uudistamiseen. Keinollisessa uudistamisessa käytetään nykyisin yleensä istutusta. Hakkuun voimistaminen pienentää keinollisen uudistamisen tarvetta tehostuvan luontaisen uudistumisen ansiosta. Samalla kannattavuus paranee osoittaen luontaisen uudistumisen edullisuutta.

 Käyttämällä jatkuvaa kasvatusta voidaan säilyttää uhanalaisen kuukkelin elinympäristö toimivana hakkuusta huolimatta. Kuukkeli edellyttää muutaman kymmenen aarin pesimisreviirinsä rauhoittamista kokonaan, mutta muun elinpiirinsä osalta se näyttää hyväksyvän jatkuvan kasvatuksen poimintahakkuun tai yläharvennuksen. Avohakkuu ja siihen kytkeytyvä alaharvennus karkottavat linnun. Tutkimuksessa kehitettyyn jatkuvan kasvatuksen malliin perustuva vaihtoehto on taloudellisempi kuin toinen mahdollinen vaihtoehto eli koko elinympäristön totaalinen suojelu hakkuilta.

 Eri puulajeille ja niiden yhdistelmille tehdyt mallit osoittavat, että sekapuustot ovat tuottoisampia kuin yhden puulajin puustot. Sekapuut parantavat kasvua, pienentävät kuolleisuutta ja nopeuttavat edellä mainittua puiden kokosiirtymää. Kuusi hyötyy sekapuina jonkin verran enemmän männystä kuin koivusta. Kuusivaltaiset jatkuvarakenteiset metsät ovat kestäviä ja tuottavia. Toistuvilla yläharvennuksilla ja välttämällä alikasvoksen raivaus voidaan tasarakenteinen puusto palauttaa tehokkaasti ja edullisesti luonnonmukaiseksi jatkuvarakenteiseksi sekametsäksi.

 Metsäluonto toimii sekä ihmisen että muun luonnon kannalta siten optimaalisesti, että metsän puusto kehittyy luonnonvaraisesti jatkuvarakenteiseksi ja samalla eri-ikäiseksi. Siten kehittyneiden ja hoidettujen metsien puu on korkealaatuista, mikä selittyy luontaisesti syntyneiden puiden nuoruuden alikasvosvaiheella. Jaksollinen kasvatus johtaa huonoon puun laatuun ja heikkoon kannattavuuteen. Ydintä myöten nopeakasvuinen ja siksi paksulustoinen istutettu hötöpuu on altis home- ja lahotartunnoille. Kevät- ja kesähakkuut pahentavat tilannetta. Jaksollisen kasvatuksen (avohakkuu-istutus-alaharvennus) tasarakenteiset puupellot eivät ole kestäviä rakenteita. Seurauksena on vakavia haittoja ympäristölle, erityisesti maisemalle ja vesille. Jaksollista puupeltokasvatusta on tehty vasta noin 50 vuoden ajan eli ei edes yhtä kokonaista kiertoaikaa. Silti koko maasta on tehty tämän mallin koekenttä. Edelleen avohakataan metsiä, jotka ovat kehittyneet luontaisesti jatkuvarakenteisiksi. Niitä on aiemmin käsitelty erilaisilla perinteisillä jatkuvan kasvatuksen poimintahakkuilla ja yläharvennuksilla.

 Erillisen tutkimuksen perusteella voidaan arvioida erilaisten alikasvosten ja ylispuiden käyttökelpoisuutta jatkuvassa kasvatuksessa. Ylispuiden koon suuretessa, mutta koko puuston tilavuuden ollessa vakio, kuusialikasvosten kehitys nopeutuu. Jos alikasvosta on runsaasti, riittää puuston tuottavuuden ja kehityksen kannalta, kun vain valta-asemassa olevat kehittyvät ripeästi. Alikasvos kehittyy paremmin koivu- ja mäntypuuston alla kuin kuusten varjossa. Siksi kannattaa sekametsän hakkuussa jättää kasvamaan enemmän mäntyä ja/tai koivua kuin kuusia. Yläharvennus tuottaa tasarakenteisessa puustossakin paremman taloudellisen tuloksen. Samalla se johtaa pitemmän kiertoajan käyttöön kuin alaharvennus. Tärkeätä on jo taimikonhoidossa säilyttää puustossa sekapuita. Kun tasarakenteisessa puustossa luontainen uudistuminen hyödynnetään, edullisinta on lisätä yläharvennuskertoja ja myöhentää päätehakkuuta sekä muuttaa vähitellen mänty- tai kuusipuupelto jatkuvarakenteiseksi sekametsäksi.

 Aiemmat tiedot, että hakkuut kannattaa kohdistaa metsikön isoimpiin, jo tukkipuun koon saavuttaneisiin puihin, varmistuivat uudella tutkimuksella. Puun kantohinta, suhteellisen kasvun heikkeneminen ja puiden kasvava kilpailu ratkaisevat optimaalisen hakkuun. Harvan puuston paikkoihin kannattaa jättää isoja puita vielä kasvamaan, mutta ei tiheiden alikasvosten päälle. Määrämittahakkuu antaa lähes yhtä hyvän tuloksen kuin jatkuvan kasvatuksen yläharvennus tai poimintahakkuu, mutta pienien puiden alaharvennus antaa aina huonon taloudellisen tuloksen.

 Runsaasti erilaisia jaksollisen ja jatkuvan kasvatuksen vaihtoehtoja sisältävillä pitkään seuratuilla koekentillä (Vessari ja Honkamäki) sattui viimeisimmän hakkuun (2009) jälkeen useita kovia tuulia, jopa myrskyjä. Niiden seurauksena kaatui puita eri käsittelyissä hyvin eri voimakkuudella. Puuston rakenne, erityisesti puiden latvusten vertikaalinen peittävyys maasta ylimpään latvaan ja siten hakkuutapa vaikuttaa voimakkaasti tuulenkaatojen runsauteen. Käsittelemättömässä ja voimakkaalla määrämittahakkuulla käsitellyssä puustossa ei esiintynyt lainkaan tuulenkaatoja. Tilanne oli lähes yhtä hyvä muiden jatkuvan kasvatuksen hakkuiden jäljiltä. Vain yksittäisiä puita kaatui kohdissa, jotka rajoittuivat aukeaan alaan. Alaharvennuksella puuston alaosalta avoimeksi tehdyissä puustoissa esiintyi runsaasti vaurioita, moninkertaisesti jatkuvaan kasvatukseen verrattuna. Heikoimmin tuulta kestivät alaosasta eniten avoimet harveikot eli suojuspuualat, joita oli aiemmin myös käsitelty toistuvasti alaharvennuksella. Jaksollisen kasvatuksen kiertoajan aikana ennen myrskytuhoja jatkuvan kasvatuksen yläharvennuksen koealoilla puuston kasvu oli keskimäärin 0,85 m2/ha/v ja jaksollisen kasvatuksen alaharvennuksessa yli 20% pienempi. Silloisen tiedon mukaan tuotokseltaan lähinnä optimaalista jatkuvaa kasvatusta vastaavilla Vessarin koekentän kymmenellä koealalla kasvu oli yli 10% suurempi kuin alaharvennuksen vastaavilla koealoilla ja hakkuukertymä harvennuksissa ennen jaksollisen kasvatuksen päätehakkuuta yli kaksinkertainen. Lisäksi tukkipuun osuus oli jatkuvassa kasvatuksessa selvästi suurempi. Puun kokonaistuotos oli jatkuvassa kasvatuksessa yli 10% suurempi kuin jaksollisessa. Taloudellinen tulos oli jatkuvassa kasvatuksessa huomattavasti parempi kuin jaksollisen alaharvennuksessa.

 Kirjassa *”Suomalainen metsäsota. Miten jatkuva kasvatus voitti avohakkuun”* tarkastelen ja kritisoin nykyisen plantaasi- eli puupeltokasvatuksen historiaa ja saavutuksia. Soiden ojituksilla ja kangasmaiden avohakkuilla, aurauksilla, vaotuksilla ja möykytyksillä on pilattu pitkäaikaisesti maastot ja maisemat sekä ympäröivät vedet lähteistä ja pikkupuroista lähtien isompiin vesiin ja meriin asti. Niillä ja istutuksilla sekä taimikoiden perkauksilla ja puuston alaharvennuksilla on muutettu luontaisesti monimuotoiset metsät yksitoikkoisiksi puupelloiksi. Koivun ja muiden lehtipuiden vesakkomyrkytyksillä ja raivauksilla on hävitetty suunnaton määrä erinomaista raaka-ainetta, köyhdytetty maabiologiaa ja eliöstöä sekä heikennetty pienilmastoa. Luontaisesti ilmaiseksi syntyneen alikasvoksen raivaamisella on estetty edullisen luontaisen uudistumisen hyväksikäyttö ja metsän kehittyminen vaihtelevanrakenteiseksi.

 Puupeltokasvatus on merkinnyt suunnatonta haaskausta ja taloudellista tuhlausta, puun laadun heikkenemistä sekä home- ja lahoalttiutta, monimuotoisuuden rikkomista ja monikäytön kuten virkistyksen, marjastuksen, sienestyksen, ulkoilun ja terveyden vaalimisen edellytysten pilaamista. Samalla on tuhottu monien metsän eliöiden elinympäristö ja aiheutettu metsälajien uhanalaisuutta, jopa sukupuuttoja. Metsäntutkimus on valjastettu palvelemaan yksinomaan tätä haitallista puuhastelua. Avointa kriittistä tutkimustyötä on vaikeutettu ja suorastaan estetty.

 Kirjassa kerron lisäksi, miten *”oikeusvaltion”* korkeassa asemassa olevat virkamiehet voivat väärentää ja muuttaa asiakirjoja joutumatta siitä vastuuseen. Virkamiehet voivat aivan huolettomasti laiminlyödä esimerkiksi jääviyssäännökset sekä lainsäädännön edellyttämän alaisensa kuulemisen ja vastineen antamisen oikeuden häntä koskevissa virka-asioissa. Erityisen huolestuttavaa on, että samaan puuhaan yhtyy kokonainen professorijoukko ja tieteelliseksi itseään kutsuva seura. Ketään heistä ei edes moitita. Mitään merkkejä ei ole näkyvissä, että tilannetta haluttaisiin edes korjata. Käsittämätöntä on sekin, miten verovaroilla rahoitettu Metsäntutkimuslaitos on koko lähes satavuotisen toimintansa ajan harjoittanut *”julkilausumatiedettä”* piittaamatta tieteellisistä tutkimustuloksista. Se on laiminlyönyt ja suorastaan estänyt todellisen tieteellisen työn tekemistä ja vääristellyt tuloksia. Se on jopa kieltänyt koealoille menemisen.

 Metsänomistajat on pakotettu lailla, asetuksilla, ministeriön määräyksillä ja metsäpoliisin tulkinnoilla metsätorpparin asemaan. Vastoin perustuslakia he eivät voi itsenäisesti päättää, miten hoitaa metsäänsä ja talouttaan. Pitkään jatkuneella ja suorastaan *”Metsäsodaksi”* äityneellä taistelulla on kuitenkin saatu aikaan muutoksia. Niinpä vuoden 2014 alusta voimaan astunut metsälaki ei enää täysin estä metsän taloudellisinta ja parhaiten ekologiasta, monimuotoisuudesta ja monikäytöstä huolehtivaa jatkuvaa kasvatusta. Uutena vaihtoehtona sallitusta jatkuvan kasvatuksen hakkuusta se käyttää huonosti kuvaavaa nimitystä eri-ikäiskasvatus. Se on vain yksi muoto jatkuvan kasvatuksen laajasta kokonaisuudesta. Kirjassa opastan samalla yksityiskohtaisesti, miten nyt lain muututtua parhaiten voi toteuttaa näitä talouden ja ympäristön kannalta parhaita jatkuvan kasvatuksen vaihtoehtoja vaikkapa jokaisella metsähehtaarilla.

 Kirja *”Näe metsä puilta”* on syväekologinen puheenvuoroni, jossa otan kantaa länsimaisen ihmisen piittaamattomuuteen ja lyhytnäköiseen ahneeseen toimintaan, minkä seurauksena tulevaisuutemme on vakavasti uhattuna. Kirjassa esitän myös nykymenolle parempia vaihtoehtoja ja otan kantaa nykytieteen hyljeksimiin aineettomiin ulottuvuuksiin. Paljon, perusteellisesti ja pitkään tutkimani jatkuva kasvatus hakkuumallina on sekä taloudellisesti että ympäristön kannalta edullisin kasvatuksen vaihtoehto. Sitä käyttäen metsät säilyisivät metsinä ja olisivat samalla nykyistä tuottoisampia, monikäyttöisempiä ja monimuotoisempia. Metsänomistajat ja muu yhteiskunta eli koko valtakunta voisivat elää vähemmällä puuhastelulla onnellisempina, terveempinä ja paljon rikkaampina. Sama looginen malli sopii myös globaalisti kaikkeen ekologiseen toimintaan.

 Johtopäätöksenä on syytä todeta seuraavaa: Edellä alan kansainvälisesti arvostetuimmissa julkaisuissa esitetyt tieteelliset tutkimustulokset olisivat avoimessa ja demokraattisesti toimivassa yhteiskunnassa otettu välittömästi käyttöön. Ne olisivat ohjeena myös lainsäädännölle. Vastakkaisia tieteellisiä tutkimustuloksia ei ole edes esitetty.

*Julkaisut:*

*Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1991. The structure of advanced virgin forests in Finland. Scand. J. For. Res. 6: 527-537.*

*Vanha-Majamaa, I. & Lähde, E. 1991. Vegetation changes in a burned area planted by Pinus sylvestris in Northern Finland. Ann. Bot. Fennici 28: 161-170.*

*Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1992. Stand structure of thinning and mature conifer-dominated forests in Boreal zone. Teoksessa: Hagner, M. (toim.). Silvicultural alternatives. Proceedings from an internordic workshop, June 22-25 1992 Umeå. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Reports 35: 58-65.*

*Lähde, E. 1991. Picea abies-dominated naturally established sapling stands in response to various cleaning-thinnings. Scand. J. For. Res. 6: 499-508.*

*Lähde, E. 1992. Regeneration potential of all-sized spruce- dominated stands. Teoksessa: Hagner, M. (toim.). Silvicultural alternatives. Proceedings from an internordic workshop, June 22-25 1992 Umeå, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Reports 35: 111-116.*

*Lähde, E. 1992. Natural regeneration of all-sized spruce-dominated stands treated by single tree selection. Teoksessa: Hagner, M. (toim.). Silvicultural alternatives Proceedings from an internordic workshop, June 22-25 1992 Umeå, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Reports 35: 117-123.*

*Lähde, E. 1992. Luontaisen kuusivaltaisen taimikon kehitys lehtomaisella kankaalla. Fol. For. 793. 1-12.*

*Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994. Structure and yield of all-sized and even-sized conifer-dominated stands on fertile sites. Ann. Sci. For. 51: 97-109.*

*Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1994. Structure and yield of all-sized and even-sized Scots pine-dominated stands. Ann. Sci. For. 51: 111-120.*

*Norokorpi, Y., Lähde, E., Laiho, O. & Saksa, T. 1996. Stand structure, dynamics, and diversity of virgin forests on northern peatlands. Northern Forested Wetlands; Ecology and Management Lewis Publishers. London. ss. 73-87.*

*Laiho, O., Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1995. Undergrowth as a regeneration potential on Finnish peatlands. Northern Forested Wetlands: Ecology and Management. Lewis Publishers. London. ss. 121-131.*

*Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1999. Stand structure as a basis of diversity index. For. Ecol. Manage 115:213-220.*

*Lähde, E., Laiho, O. & Norokorpi, Y. 1999. Diversity-oriented silviculture in the Boreal zone of Europe. For. Ecol. Manage. 118: 223-243.*

*O´Hara, K. L., Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1999. Leaf area and tree increment dynamics on a fertile mixed-conifer site on southern Finland. Ann. For. Sci. 56: 237-247.*

*O`Hara, K. L., Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 2001. Leaf area allocation as a quide to stocking control in multi-aged, mixed-conifer forests in southern Finland. Forestry: 74(2): 172-185.*

*Lähde, E., Laiho, O. & Norokorpi, Y. 2001. Structure transformation and volume increment in Norway spruce-dominated forests following contrasting silvicultural treatments. For. Ecol. Manage. 151:133-138.*

*Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 2002. Development of Norway spruce dominated stands after single-tree selection and low thinning. Can. J. For. Res. 32: 1577-1584.*

*Lähde, E., Eskelinen, T. & Väänänen, A. 2002. Growth and diversity effects of silvicultural alternatives on an old-growth forest in Finland. Forestry 75(4): 395-400.*

*Lähde, E. 2007. Multiple use forestry is more productive forestry: Analysis of the ProSilva approach in Boreal Europe. Ecoforestry 20(3-4): 4-11.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2009. Growth and yield models for uneven-sized forest stands in Finland. For. Ecol. Manage. 258: 207-216.*

*Lähde, E., Laiho, O. & Pukkala, T. 2010. Eri- ja tasarakenteiskasvatuksen vertailua Pohjoismaissa. Metlan työraportteja 176. 22 s.*

*Tahvonen, O., Pukkala, T., Laiho, O., Lähde, E. & Niinimäki, S. 2010. Optimal management of uneven-aged Norway spruce stands. For. Ecol. Manage. 260: 106-115.*

*Lähde, E., Laiho, O. & Lin, J. 2010. Silvicultural alternatives in an uneven-sized forest dominated by Picea abies. J. For. Res. 15:14-20.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2010. Optimizing the structure and managemant of uneven-sized stands of Finland. Forestry 83: 129-142.*

*Pukkala, T., Lähde, E., Laiho, O., Salo, K. & Hotanen, J-P. 2011. A multifunctional comparison of even- and uneven-aged management in a boreal region. Can. J. For. Res. 41: 851-862.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2011. Using optimization for fitting individual-tree growth models for uneven-aged management. Eur. J. For. Res.130: 829-839.*

*Zenner, E., Lähde, E. & Laiho, O. 2011. Contrasting structural dynamics of even-sized and uneven-sized Picea abies dominated stands over 15 years. Can. J. For. Res.41: 289-299*.

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2011. Variable-density thinning in uneven-aged forest management – a case for Norway spruce in Finland. Forestry 84(5): 557-565*.

*Zenner, E., Peck, J., Lähde, E. & Laiho, O. 2011. Decomposing small-scale structural complexity in even- and uneven-sized Norway spruce-dominated forests in southern Finland. Forestry 85(1): 41-49.*

*Laiho, O., Lähde, E. & Pukkala, T. 2011. Uneven- vs even-aged management in Finnish boreal forests. Forestry 84(5): 547-556.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2011. Metsän jatkuva kasvatus. Joen For. Program Consult. Bookwell, Porvoo. Oppikirja, 229 s.*

*Lin, J., Laiho, O. & Lähde, E. 2011. Norway spruce (Picea abies L.) regeneration and growth of understorey trees under single-tree selection silviculture in Finland. J. For. Res. 131(3): 683-691.*

*Lähde, E. 2012. Uutta tietoa vaihtoehtoisesta metsänhoidosta. Luonnon Tutkija 3: 69-76.*

*Pukkala, T., Sulkava, R., Jaakkola, L. & Lähde, E. 2012. Relationships between economic profitability and habitat quality of Siberian jay in uneven-aged Norway spruce forest. For. Ecol. Manage 276: 224- 230.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2012. Continuous cover forestry in Finland – Recent research results. Oppikirjassa Pukkala, T. & v. Gadow, K. (toim.) Continuous cover forestry. Managing forest ecosystems, Springer Science-Business Media B. V. ss. 85-128.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2013. Species interactions in the dynamics of even- and uneven-aged boreal forests. J. Sust. For. 32: 1-33.*

*Lähde, E. & Pukkala, T. (toim.) 2013. Alikasvoksesta ylispuuksi. Joen For. Program Consult. Nordprint, Helsinki. 141 s. Oppikirja, jossa muun muassa seuraavat artikkelit:*

*--Norokorpi, Y. & Lähde, E. Jatkuvaa kasvatusta pohjoisen männiköihin, ss. 37-46.*

*--Lähde, E. & Lin, J. Metsänhoidolle vaihtoehtoja – Vessarin koekentän kiertoajan mittainen tutkimus, ss. 61-87.*

*--Lähde, E. & Pukkala, T. Jatkuva kasvatus vähentää puuntuotannon ja metsän muiden käyttömuotojen ristiriitoja, ss. 105-136.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2014. Optimizing any-aged management of mixed boreal forest under residual basal area constraints. J. For. Res. 23(3): 727-736.*

*Laiho, O., Pukkala, T. & Lähde, E. 2014. Height increment of understorey Norway spruces under different tree canopies. For. Ecos. 1(4): 1-8.*

*Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2014. Stand management optimization – the role of simplifications. For. Ecos. 1(3): 1-11*.

*Pukkala, T., Lähde, E. & laiho, O. 2015. Which trees should be removed in thinning treatments? For. Ecos. 2(1): 1-12.*

*Lähde, E. 2015. Suomalainen metsäsota. Miten jatkuva kasvatus voitti avohakkuun. Into. Dardedse holografia, Riika. Oppikirja. 413 s.*

*Pukkala, T., Laiho, O. & Lähde, E. 2016. Continuous cover management reduces wind damage. For. Ecol. Manage 372: 120-127.*

*Lähde, E. 2016. Näe metsä puilta. Oppikirja. Valmis käsikirjoitus.*