Tutkimustyöni vaiherikas aikajana (Tyvestä puuhun)

Vanha sanonta: *”tyvestä puuhun”* sopii hyvin tutkimustyöni kehityskaareen. 1960-luvun puolivälissä valmistuttuani metsänhoitajaksi (1963) ja kandidaatiksi (1964) aloitin tutkijan urani professori Peitsa Mikolan tutkimusapulaisena juurista, juurisienistä eli mykorritsoista ja maasta. Sitten toimin yliopiston assistenttina. Työn ohessa suoritin myös yleisen kemian cumlaudetutkinnon (1968). Ainakin siihen aikaan se olisi riittänyt kemistin toimeen. Väittelin tohtoriksi 1969. Vuodesta 1970 lähtien olin Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) Pohjois-Suomen metsänhoidon erikoistutkijana ja Rovaniemen tutkimusaseman johtajana päätehtävänä hallinnon ohella metsänuudistamisen suunnattomien ongelmien selvittäminen tutkimukilla. Sitten siirryin Metlan metsämaatieteen (1978) professorin virkaan ja pian metsänhoidon (1980-2003) professoriksi. Näissä tehtävissä päädyin myös metsäntutkimuksessa täysin laiminlyötyjen koko metsäekosysteemin ja vaihtoehtoisten kasvatusmenetelmien tutkimiseen.

 Ensimmäiset tutkimukseni 1960-luvulla osoittivat, että puiden terveyden ja aktiivisen toiminnan edellytyksenä on hyvin toimiva sienien ja puiden juurien symbioosi. Samoin selvisi, että koivusekoituksella puustossa on merkittävä aktivoiva vaikutus metsämaan elävyyteen ja toimintaan sekä sitä kautta koko metsän hyvinvointiin ja tuottoisuuteen. Näistä aiheista tein myös lisensiaattityöni (1966). Työn ohella väitöskirja tavoitteena tutkin luonnontilaisen ja ojitetun turpeen kaasunvaihtoa ja biologista aktiviteettia. Täysin uutena asiana oli kiinnostavaa selvittää biologisen aktiviteetin kannalta tärkeä aerobisuuden (hapellisten) ja anaerobisuuden (hapettomien) olojen raja turpeessa ja sen vaihtelua ekologisten tekijöiden suhteen. Erityisesti oli tarpeen seurata pohjavesipinnan vaihtelun vaikutusta tähän aerobisuusrajaan. Yleensä kaasunvaihtoa ja mainittua rajakohtaa tutkin maanäytteistä laboratoriossa ja rikkivedyn eritystä hopeoiduilla messinkisauvoilla maastossa. Sauvojen tummuminen rikkivedyn reagoidessa hopean kanssa osoitti aerobisuusrajan.

 Aerobisuusrajan ja hajoamisaktiviteetin muutoksien tutkimista olisin todennäköisesti jatkanut edelleen tavoitteena selvittää ojituksen ja turpeennoston seurauksena turpeesta erittyvien kaasujen määrä ja koostumus. Siten tutkimus olisi palvellut soiden ojituksesta aiheutuvien kasvihuonekaasujen erittymisen selvittämistä ja niiden vaikutusta ilmastonmuutoksessa. Ensimmäiset tiedot jo osoittivat ojituksen runsastuttavan tavattoman paljon kasvihuonekaasuja. Ojituksen aiheuttama voimakas pohjaveden korkeuden vaihtelu ikään kuin pumppaa turpeen hajoamistuloksena kaasuja maasta ilmaan. Sen sijaan luonnontilaisella suolla kaasunvaihto on hyvin vakaata ja vähäistä. Siirtyminen Lappiin katkaisi kuitenkin tämän mielenkiintoisen ja tärkeän tutkimusketjun.

 Pohjois-Suomessa männynviljelyt kokivat vakavia epäonnistumisia laajoilla puupelloiksi tehdyillä *”Osaran aukeilla”*. Viljelyn peruselementti on siemenkysymys. Niinpä siemenen käyttökelpoisuus eli alkuperä ja ominaisuudet olivat aluksi tärkeitä tutkimustehtäviä. Luonto tuli siemenpulan ongelmassa avuksi tuottamalla suuret määrät korkealaatuista männyn siementä kesällä 1972. Lämpimän kesän ansiosta siemen kypsyi metsänrajalle, jopa männyn puurajalle asti. Oli tarpeen huolehtia mahdollisimman runsaasta käpyjen keruusta. Tärkeätä oli myös kehittää ohjeet, millä tavalla tätä arvokasta siementä tulee käyttää. Viljelyn mahdollisimman hyvä onnistuminen edellyttää Suomen oloissa siemenen siirtämistä pohjoisesta etelämmäksi ja/tai korkealta alemmaksi.

 Vaihtoehtoina olivat keinollinen eli viljely tai luontainen uudistaminen. Viljelyssä on kaksi erilaista ratkaisua, kylvö vai istutus. Koska kylvö on selvästi istutusta taloudellisempi ja luonnonmukaisempi ratkaisu, tutkin myös menetelmiä, joilla kylvön onnistumista voitaisiin edelleen parantaa. Käytännön toiminta oli kuitenkin kiinnostunut vain istutuksen käytöstä. Suurta innostusta herätti Japanissa sokerijuurikkaan viljelyyn kehitetyn paperikennon soveltaminen männyn taimien kasvatukseen. Paperikenno ei kuitenkaan ollut pelkkää helposti hajoavaa paperia, vaan pääosa oli hajoamatonta muovia. Sitä on siten upotettu muovisaasteena maahan melkoisia määriä. Oli tarpeen selvittää, mitä nämä paakut aiheuttavat taimien juurten kehitykselle. Selvisi, että muovinen paperi oli tarpeen maan saastuttamisen ja muun muassa juuriston sykkyröitymisen vuoksi repiä pois ennen istutusta. Istutuksen ja yleensä uudistumisen onnistumisen kannalta oli tärkeätä selvittää metsämaan ominaisuuksien vaikutus taimien kehitykseen. Siihen liittyi eri muokkausmenetelmien vaikutusten tutkimustyö.

 Käytännön metsätalous asetti suuria toiveita vettä osittain poistavan, mutta voimakkaasti maastoa ja ympäristöä pilaavan ja maisemaa rumentavan aurauksen käyttöön. Tutkimukseni kuitenkin osoittivat, että auraus ei ollut kestävä ratkaisu viljelyn onnistumisen kannalta. Moreenimailla, joita Suomen metsämaista on suuri enemmistö, muokkaus paljastaa ja jopa rikkoo ohuen pintakerroksen alla olevan raskasmetallien ja alumiinin saostuskerroksen. Nämä myrkylliset ainekset muuttuvat vähitellen pintamaan happamoitumisen seurauksena liukoisiksi kulkeutuen kasvien ja sienien solukkoon ja siten edelleen niitä syövien eliöiden solukkoon. Ne ovat myrkyllisiä. Parhaaksi kasvatusmenetelmäksi osoittautui kuusimaiden säilyttäminen aitoina metsinä eli kuusen ja koivun kasvupaikkoina luontaisen uudistamisen ja puuston peitteellisyyden kautta. Ratkaisu on edelleen ainoa oikea ja toimiva malli. Auraus saatiin myöhemmin tutkimusten avulla loppumaan.

 Etelään siirryttyäni (1978) samat tutkimusongelmat olivat edessä Etelä-Suomessakin männyn istutus osoittautui tutkimusten mukaan virheeksi. Juuriston rakenteen ja kehityksen vuoksi mänty sopii huonosti istutuspuuksi. Istutus tuottaa näillä mäntyplantaaseilla eli puupelloilla lähinnä vain paksulustoista ja paksuoksaista huonolaatuista kuitupuuta ja on siihen suhteutettuna tolkuttoman kallista. Männyn istutukset ovat myös hyvin alttiita erilaisille taimituhoille. Muun muassa myyrä- ja hirvieläintuhot ovat yleisiä. Nopeakasvuinen hötöpuu on altis laho- ja hometartunnoille, jolloin ongelmat siirtyvät siitä tehtyihin rakennuksiin ja siten edelleen asukkaiden terveyden vaivoiksi. Sama hötöpuuongelma on tosiasia myös istutuskuusen kasvatuksessa. Hometalot ovat suuri ongelma yhteiskunnassa.

 Hitaasti alussa kasvanut luontaisesti kehittynyt puuaines on sitä vastoin ydinosaltaan ohutlustoista ja ohutoksaista, sillä aidon metsän puiden alkuvaiheen kehitykseen kuuluu alikasvosvaihe emopuiden suojassa ja varjossa. Niinpä samat ratkaisut kuin Pohjois-Suomessa ovat myös etelämpänä parhaita. Metsä kannattaa kasvattaa jatkuvalla kasvatuksella jatkuvarakenteisena ja runsaalla koivusekoituksella rikastutettuna eli jatkuvasti puustoisena. Tällöin metsä säilyy aitona metsänä eikä tarvita kallista ja huonosti tuottavaa sekä suuria ongelmia aiheuttavaa avohakkuuta ja keinollista istutusta.

 Koivun ja muiden lehtipuiden totaalinen tuhoaminen vesakkomyrkyillä osoittautui mielettömäksi puuhaksi. Osoitimme tutkimusten perusteella vesakkomyrkkyjen käytön haitalliseksi ja epätaloudelliseksi toimenpiteeksi. Myrkkyjen käytöllä aiheutetaan muun ympäristön lisäksi vaurioita männyn taimissa. Myrkyt ovat vaarallisia metsän eliöstölle sitä köyhdyttäen. Lausuntomme nostatti metsälautakuntien päämetsänhoitajissa eli päämetsäpoliiseissa tavattomia raivokohtauksia. Myrkkyjen käyttö kuitenkin esitysteni mukaisesti loppui. Edelleen jatkuva koivujen mekaaninen katkominen merkitsee kannoista syntyvien vesojen kehittymistä paljon siemensyntyisiä huonolaatuisemmiksi ja siten myös taloudellisia tappioita. Paras taloudellinen tulos saadaan, kun annetaan siemensyntyisten nopeakasvuisten ja nopeasti rahaa tuottavien koivujen kasvaa hakattavaan kokoon ja edelleen varttuneen metsän sekapuuksi.

 Otin käyttöön valtakunnallisten metsien puuvarojen inventointien (VMI) aineistoja. Näitä kattavia ja edustavia inventointitietoja aloimme käyttää selvittääksemme metsien luontaista rakennetta sekä rakenteeltaan erilaisten metsien kehitystä ja tuotosta. Metsät osoittautuivat kaikkialla Suomessa kaikilla kasvupaikoilla luontaisesti kehittyvän dogmiksi otetun virallisen linjan vastaisesti säännöllisen eri- eli jatkuvarakenteisiksi. Niissä pieniä puita on eniten ja puiden määrä pienenee koon suuretessa. Rakenne on globaali kaikkien ekosysteemien suvullisesti lisääntyville valtalajeille. Sen rikkominen heikentää ratkaisevasti ekosysteemin säilymistä. Inventointien perusteella täydennettyinä laajoilla kenttäkokeilla laadimme erilaisten käsittelyvaihtoehtojen kasvatusmallit kaikille Suomen metsille.

 Metsät ovat edelleen huolimatta rakennetta vuosikymmenien ajan yksipuolistavista käsittelyistä pääasiallisesti eri tavoin erirakenteisia, useimmiten jatkuvarakenteisia. Myös viisaudella tai laiskuudella hoitamatta jääneet taimikot ja nuoret puustot ovat palautuneet erirakenteisiksi. Kaikista rakenteista eniten eli lähes puolet on jatkuvarakenteisia. Rakenne on rikkain, tuottavin ja toimivin eli optimaalisin kaikista metsän puuston rakenteista.

 Metsien jatkuvasti metsänä eli puustoisena kasvattamista olemme kutsuneet luonteensa ja rakenteensa mukaisesti jatkuvaksi kasvatukseksi. Siihen luetaan puuston sen hetkisestä rakenteesta riippumatta kaikki sellaiset hakkuuketjut, joihin ei sisälly jaksollisen kasvatuksen avohakkuu- ja puupeltovaihetta. Käsittelyllä yksipuolistetut puustot luonnon kehitys pyrkii luontaisella uudistamisella palauttamaan uudelleen luonnonmukaiseen jatkuvarakenteisuuteen. Kun tavoitteena on jatkuva puustoisuus, kaikkia metsiä voidaan kasvattaa jatkuvalla kasvatuksella. Vaihtoehtoisia hakkuutapoja on useita; puittain tai puuryhmittäin poiminta eli yläharvennus, ylispuuhakkuu sekä reikähakkuu (latvusaukon koko enintään 10 aaria). Missään vaihtoehdossa ei tehdä alikasvoksen totaalista raivausta. Kirjassani *”Suomalainen Metsäsota”* (2015) kuvasin perusteellisesti tätä tärkeintä ja eniten vastustettua tutkimussarkaani.

 Kannattavuuslaskelmat osoittavat, että rakenteeltaan ja tuotokseltaan optimaalinen jatkuva kasvatus on kaikissa tapauksissa edullisin vaihtoehto, jos sijoitetulle pääomalle edellytetään edes pientä korkoa. Julkaisuissamme esitetään ohjeelliset mallit sekä metsien uudistamiselle että niiden kasvattamiselle erirakenteisina tai tasarakenteisina eri osissa Suomea ja kaikille kasvupaikoille (esimerkiksi kirjat: *Metsän jatkuva kasvatus*, ss. 219-229, *Alikasvoksesta ylispuuksi, Suomalainen metsäsota, ss. 293-296 ja Näe metsä puilta (menossa painoon)*). Jatkuvan kasvatuksen mallit esitetään neljällä tasolla, joista metsänomistaja voi valita, korostaako hän vain taloudellista kannattavuutta vai paneeko hän painoa myös monikäytölle, monimuotoisuudelle tai metsän suojelulle. Mallit eri kehitysvaiheessa olevien tasarakenteisten puustojen palauttamiseksi jatkuva- eli säännöllisen erirakenteisiksi olemme myös esittäneet.

 Monikäytön ja monimuotoisuuden osalta jatkuvarakenteiset metsät ovat selvästi parempia kuin rakenteeltaan yksipuoliset puustot. Kun vertailuun otetaan mukaan hiilen sidonta ja metsän monikäyttö, jatkuva kasvatus on ylivoimainen vastakkaiseen jaksolliseen kasvatukseen eli nykykäytännön puupeltoihin verrattuna. Mitä enemmän erilaisia monikäyttötunnuksia otetaan mukaan tarkasteluun sitä suuremmaksi ero jatkuvan kasvatuksen hyväksi muodostuu. Uhanalaisen kuukkelin säilyttämiseksi kehitimme puuston kasvatusmallin. Muun muassa metsäkanalinnut ja liito-orava eli liituri odottavat vastaavien mallien kehittämistä. Kun jatkuvan kasvatuksen hakkuu tehdään kehitettyjen mallien mukaisesti suosien mäntyä ja koivua, uudistuminen on myös runsasta, usein tarpeettoman voimakasta. Jatkuvarakenteisen puuston sisällä kaikkien taimien ja muiden alikasvosten ei tarvitse eikä tulisikaan muun muassa puuaineksen laadun vuoksi kasvaa kovin nopeasti eikä tietenkään yhtä voimakkaasti kuin avoalan onnistuneilla hötöpuuviljelmillä. Riittää rakenteen tuottavuuden, jatkuvuuden ja toimivuuden kannalta, kun muutama sata niistä hehtaaria kohti kehittyy hakkuukierron (5-50 vuotta) aikana kohtuullisen ripeästi.

 Jatkuvassa kasvatuksessa hakataan kehitettyjen mallien mukaan pääsääntöisesti vain tukkipuun kokoisia puita (100-300 kpl/ha). Näiden hakattavien isojen puiden tyveltä voidaan raivata alikasvosta näkyvyyden parantamiseksi motokuskille. Tämä osittais- eli reikäraivaus merkitsee niin pientä pinta-alaa, ettei menettely haittaa liiaksi rakenteen toimivuutta eikä jatkuvuutta. Tyvilahon pahoin vaurioittamat, nykyisen puupeltokasvatuksen valtapuustoltaan vanhat kuusikot pitää kasvatusmenetelmästä riippumatta uudistaa luontaisesti pääosin koivulle ja/tai muille lehtipuille esimerkiksi reikä- tai pienaukkohakkuulla. Kuusen viljely ja jatkokasvatus sellaisissa kohteissa on epätarkoituksenmukaista, sillä se saa pian lahotartunnan.

 Hakkuut vaikuttavat voimakkaasti myös puuston tuuli- ja myrskykestävyyteen. Uusin tutkimuksemme osoittaa, että pitkään käsittelemättömänä olleessa jatkuvarakenteisessa metsässä ei tapahtunut lainkaan vaurioita. Jatkuvan kasvatuksen erilaisilla yläharvennuksilla käsitellyissä metsiköissä tapahtui joitakin pieniä vaurioita kohdissa, jotka rajoittuivat aukeisiin aloihin. Nykyisen puupeltokasvatuksen alaharvennusten puustoissa vauriot olivat viisinkertaisia jatkuvaan kasvatukseen verrattuna ja aiemmin alaharvennetuilla ja sitten suojuspuuhakkuulla käsitellyillä vauriot olivat kymmenkertaisia.

 Suojelualueiden vakavin ongelma on vähäisyyden lisäksi niiden repaleisuus ja erillisyys toisistaan. Käyttämällä ympäröivissä metsissä jatkuvaa kasvatusta voidaan muodostaa niin kutsuttuja ekologisia käytäviä eri suojelukohteiden välille ja siten lievittää erillisyyden ongelmaa sekä metsälajien uhanalaisuuden riskiä ja samalla keventää totaalisuojelun lisätarvetta.

 Viidenkymmenen vuoden työrupeaman aikana, josta yli kymmenen ajastaikaa olen ollut jo eläkeläisenä, minulle on kertynyt melkoinen määrä tieteellistä tuotantoa. Referoituja eli yleensä kahden tarkastajan hyväksymiä julkaisuja on kertynyt yli 70 kappaletta. Oppikirjoja ja muita kirjoja on ilmestynyt parikymmentä. Muita julkaisuja on kertynyt yli 400 kappaletta. Esitelmien kysyntä oli kiivainta kovimpien taistelujen aikaan 1980- ja 1990- lukujen vaihteessa. Viikossa saattoi olla pari kolme tilaisuutta. Vielä vuonna 2016 pidin kymmenkunta esitelmää. Niitä on kertynyt kaikkiaan myös yli 400. Kolmisenkymmentä olen pitänyt englanniksi. Postereita eli tietotauluja, joissa on tiivistetysti esitelty jokin tärkeä tutkimus, olemme esitelleet lähinnä kansainvälisissä kongresseissa yli 100 kappaletta, pääosin englanninkielisinä. Julkaisujen, postereiden ja esitelmien yhteismäärä ylittää tuhat kappaletta. Noin puolet julkaisuista on tehty yhteistyössä yhden tai useamman tutkijan kanssa. Niinpä yhteistyökumppaneita on kertynyt lähes sata henkilöä, joista useat ovat ulkomaisia.

 Tämä elämän luokkani alkaa olla päätöstenttiä vaille koulittu. *”Lopputentin”* aineksiksi olen koostanut kolme kirjaa. Niistä ensimmäinen oli työelämän kuvaus *”Suomalainen metsäsota. Miten jatkuva kasvatus voitti avohakkuun”*, jonka Intokustannus julkaisi syksyllä 2015. Toinen kirja *”Näe metsä puilta”* on tätä kirjoittaessani menossa painoon. Se sisältää osan pitkän taipaleen varrella kirjoittamiani esseitä, kolumneja ja pakinoita, useita aivan uusiakin. Osa niistä on myös esitelmiä. Kirja on samalla osittain syväekologinen puheenvuoroni.

 Kolmannen niteen työnimi on *”Kuusta kuuleminen*”. Sen ensimmäinen osa *”Torpasta tuplaprofessoriksi”* sisältää niiden tapahtumien kuvausta pienestä pitäen tähän päivään asti, jotka tapahtuivat työelämän ohessa usein sivuten sitä. Toisessa osassa *”Metsämustelmia luonnon ja ihmisen puolesta”* esitän laajan, osin uusitun yhteenvedon työelämäni vaiheista. Siinä on luonnollisesti toistoa *”Suomalainen Metsäsota”* kirjan kanssa. Se on kuitenkin erittäin olennainen ja tarpeellinen osa varsinaisesta elämäkerran kokonaisuudesta. Kirjan tämä kolmas osa *”Oppia ikä kaikki”* on yhteenveto tähän asti koetusta ja opitusta.

(Erkki Lähde

Metsänhoidon emeritusprofessori)