

ENERGIAMETSÄTALOUS ETIOPIASSA

Veli Pohjonen¹

Timo Pukkala²

Tiivistelmä: Suurin osa Etiopiasta kuuluu laajaan keskusylänköön, jolla myös väestön pääosa asuu. Alueen korkeus merenpinnasta on 1500-3000 m ja sademäärä 750-1500 mm vuodessa. Alue on ennen ollut trooppisten havulehtipuusekametsien peitossa, mutta on viimeisen sadan vuoden aikana hakattu lähes puuttomaksi. Alueelle on istutettu runsaasti eukalyptus-metsiköitä, eniten *Eucalyptus globulusta*, joka on ollut kokeilluista lajeista selvästi nopeakasvuisin. Se vesoo runsaasti hakkuun jälkeen eikä kelpaa karjan ruuaksi. Toiseksi eniten on viljelty *Eucalyptus camaldulensista*, joka viihtyy hieman kuivemmilla alueilla kuin *Eucalyptus globulus*. Myös ulkomaisia havupuita on viljelty, mm. *Cupressus lusitanicaa* ja *Pinus radiataa*. Kotimaiset puulajit eivät ole kasvaneet yhtä hyvin kuin parhaat ulkomaiset. Kuitenkin mm. eräät akaasiat tarjoavat realistisen mahdollisuuden monipuolistaa viljeltävien lajien valikoimaa. Energiametsiä on tähän mennessä istutettu n. 100 000 ha, mutta tarve olisi 2-4 milj. ha. Runkopuun tuotos on suurimmalla osalla *Eucalyptus globulus* -viljelmillä 10-25 m³/ha vuodessa. Parhaan keskimääräisen kasvun antava kiertoaika olisi runsaat 10 v, mutta luultavasti käytännössä tullaan soveltamaan lyhyempiä kiertoaikoja.

ETIOPIAN LUONNONOLOT

Etiopia on suuri ja luonnonoloiltaan vaihteleva maa, jonka pinta-ala on noin 130 milj. ha. Pääosa Etiopiaa kuuluu laajaan ylänköön, jonka Itä-Afrikan hautavajoama halkaisee suurempaan luoteiseen ja pienempään kaakkoiseen osaan. Ylänkömaa on ilmastoltaan terveellistä ja maaperältään soveliasta sekä maanviljelyyn että karjanhoitoon. Suurin osa väestöstä asuukin ylängöillä. Etiopian pääkaupunki Addis Ababa sijaitsee maan keskellä, suuremman ylängön kaakkoisreunassa.

Ylänkömaata luonnehtivat laajat, loivasti kumpuilevat tasangot, joita vuoristot ja syvään uurtuneet jokilaaksot pilkkovat pie-

nempiin osiin. Valtaosa Etiopian keskusylängöstä on 1500-3000 metrin korkeudella merenpinnasta. Ilmasto on sitä viileämpi, mitä korkeammalle nouseaan; keskimääräinen lämpötilan lasku on 0,7 °C/100 m. Keskusylängöllä onkin päiväntasaajan läheisyyttä ajatellen verraten viileää: vuoden keskilämpötila on 10-25 °C.

Ylänkömaan vuotuinen sademäärä vaihtelee välillä 750-1500 mm, mikä on selvästi enemmän kuin lauhkeassa vyöhykkeessä. Kuten tyypillistä päiväntasaajan lähellä, vuodessa on kaksi sadekautta. Ns. pienet sateet ajoittuvat maaliskuulle ja huhtikuulle ja varsinainen sadekausi eli suuret sateet heinä-syyskuulle. Sateiden ajoittuminen, kesto ja voimakkuus vaihtelevat

¹UNDP Field Office, P.O. Box 5580, Addis Ababa, Ethiopia

²Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta,
PL 111, 80101 Joensuu

paikallisesti ja ajallisesti; joinakin vuosina pienet sateet saattavat jäädä kokonaan tulematta, toisina vuosina taas sataa lähes joka kuukausi, ainakin osassa maata. Sateiden epäsäännöllisyys aiheuttaa aika ajoin suuria menetyksiä maataloudessa ja vaikeuttaa jonkin verran myös metsänviljelyä. Lokakuusta tammikuuhun ylämaalla on tavallisesti kuivaa. Kuivana kautena pilvettömät yöt ovat viileitä; yli 3000 metrin korkeudessa lämpötila laskee joulun tienoilla säännöllisesti nollan tuntumaan, usein sen allekin.

Jos metsiä olisi jäljellä, ylämaata luonnehtisivat komeat trooppiset havu-lehtipuumetsät, jotka muuttuisivat noin 3000 metrin korkeudella vähitellen vuoristoaroksi. Nyt ylämaalla kohtaa vain laitumia, peltoja ja paljaita vuorenrinteitä (kuva 1).

Alangot ja matalat ylängöt ovat paljon kuumempia alueita kuin keskusylänkö. Jos sademäärä on yli 1500 mm vuodessa, kuten esimerkiksi Kaffan (kahvin) maakunnassa Länsi-Etiopiassa, ilmasto ja kasvillisuus ovat trooppiset. Suurimmassa osassa alavia maita sataa kuitenkin niin vähän, että kasvillisuus on akaasiasavannia, piikkipensastoa tai autiomaata.

ETIOPIAN PUUNKÄYTTÖ JA METSÄTASE

Vielä sata vuotta sitten tiheät vuoristometsät peittivät lähes 50 milj. ha eli 40 % Etiopian maa-alasta. Väestön kasvu, metsien kaskeaminen, ylilaiduntaminen ja polttopuuhaakkuut aiheuttivat kuitenkin metsien nopean häviämisen. Vuonna 1950 metsiä oli enää 16 %, 1960-luvun puolivälissä 7 % ja 1980-luvun lopussa metsiä arvioidaan olevan ainoastaan 2,7 % maan pinta-alasta eli n. 3 milj. ha.

Nopeimmin metsiä hävitettiin 1950-luvulla, jolloin vuosittain hakattiin (jättäen uudistamatta) yli puoli miljoonaa hehtaaria. 1960-luvulla metsää hakattiin vuosittain n. 300 000 ha ja 1980-luvun lopussa 200 000 ha (Etiopia ... 1984). Nykyisellä vauhdilla Etiopia hakataan metsättömäksi 30 vuodessa. Jäljelle jää ehkä muutamia luonnonsuojelualueita ja teistä kaukana olevia metsäkolkkia.

Etiopiassa, kuten kaikkialla kehitysmaissa, pääosa hakattavasta puusta poltetaan kotitalouksissa. Sekä maaseudulla että kaupungeissa biomassa on tärkein energian lähde. Kaikki poltettava biomassa ei ole kuitenkaan puuta, koska sitä ei enää yksinkertaisesti ole saatavilla.



Kuva 1. Näkymä keskusylängön metsänistutusalueelta. Puuntaimet ovat n. 2-vuotiaita *Eucalyptus globulus*. Kuva: Veli Pohjonen.

Polttopuuta joudutaan jatkamaan kuivatulla karjanlannalla ja peltokasvien puintitähteillä, kuten maissin ja durran oljilla. Noin 40 % tarvittavasta biomassaneergiasta tulee nykyisin puusta (kuva 2).

Maailmanpankin energiaselvityksen (Ethiopia... 1984) mukaan etiopialainen perhe tarvitsee päivässä n. kaksi kiloa ilmakeivää puuta tai vastaavan määrän energiaa muista biomassalähteistä. Tämä riittää perinteisiin keitto- ja ruokailutottumuksiin, asuntojen valaisuun, majojen lämmitykseen ja kotitarveteollisuuteen (kyläsepän pajoihin yms.). Keskimäärin puuta kuluu 1,04 m³/henkilö/v (Gilliusson 1985).

Etiopian vuotuinen polttopuuhanke, puuhien valmistus mukaan lukien, on nykyään 18,8 milj. m³. Polton lisäksi puuta käytetään kevyeen rakentamiseen (riukuja, tolppia, pienpylväitä yms.), arviolta 2 milj. m³/v. Mekaaninen metsäteollisuus käyttää vuodessa ainoastaan 142 000 m³ (Palm 1983). Kemiallista metsäteollisuutta Etiopiassa ei ole. Kaikki puun käyttötavat huomioon ottaen Etiopian vuotuinen puunkäyttö on hieman yli 20 milj. m³.

Runsaan 20 miljoonan kuutiometrin kestävä vuotuiseen hakkuuseen tarvitaan noin 5 milj. ha talousmetsää. Sellaista metsävaraa Etiopiassa ei enää ole. Lisäksi jäljellä olevien metsien pääosa on harvaan asutussa Länsi- ja Lounais-Etiopiassa.

Koska luonnonmetsiä ei ole riittävästi, metsiä pitäisi viljellä lisää. Kestävä metsätalous saavutetaan nopeimmin viljelemällä eukalyptusta tai muita polttopuiksi soveltuvia nopeakasvuisia puulajeja. Eukalyptusviljelmiä tarvittaisiin noin miljoona hehtaaria, jos keskimääräinen kasvu olisi 20 m³/ha/vuosi. Tällä hetkellä viljeltyjä eukalyptusmetsiä on noin 100 000 ha, ja uusia alueita viljellään vain noin 10 000 ha vuodessa.

Karjanlannan polttaminen lannoitekäytön asemesta johtaa peltokasvien sadon laskuun. Puintitähteen poltolla on sama, joskin vähäisempi vaikutus. Puintitähdettä tarvittaisiin myös karjan, etenkin kyntöhärkien rehuksi. Karjanlannan ja puintitähteen poltto laskee jo nyt Etiopian maatalouden satotasoa.

Etiopian metsätalouden pitkän aikavälin tavoite on korvata kaikki poltettava karjanlanta ja puintitähde polttopuulla. Tavoitteen saavuttamiseksi polttopuuta olisi kasvatettava vuosittain jo nykyisin tarvittavan 18,8 milj. m³:n lisäksi seuraavasti:

- karjanlannan korvaamiseksi	14,2 milj. m ³
- puintitähteen korvaamiseksi	10,5 milj. m ³
yhteensä lisää	24,7 milj. m ³

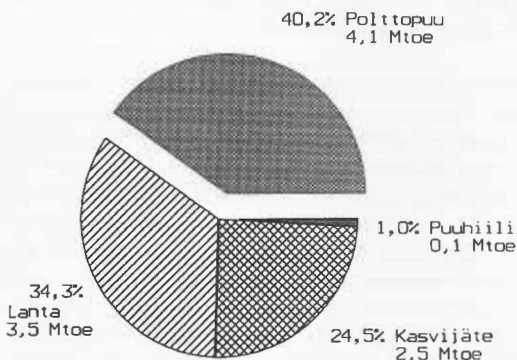
Kaiken biomassaneergian tuottaminen polttopuulla nostaa vuosittain tarvittavan polttopuun määrän 43,5 milj. m³:iin ja koko vuotuisen puunkulutuksen 45,5 milj. m³:iin. Tähän tarvittaisiin 2 milj. ha hyvin hoidettuja eukalyptusmetsiä.

Etiopian väestön kasvu (2,9 % vuodessa) lisää polttopuutarvetta. Vuonna 2000 puuta tulisi tuottaa kaikkiaan 60-70 milj. m³ vuodessa. Hyväkasvuisia polttopuuviljelmiä tarvittaisiin silloin noin 3,5 milj. ha.

POLTTOPUUHANKKEET

Etiopian metsitysohjelmiin polttopuuhankeet sisällytettiin 1980-luvun alussa, jolloin UNSO (United Nations Sudano-Sahelian Office) aloitti polttopuun viljelyn Nazretissa (Establishment... 1982), Debre Birhanissa (Establishment... 1985) ja Desessä (National... 1983). UNSOn hankkeissa on viljelty poltto-

Biomassaenergian lähteet Etiopiassa



Mtoe = milj. ekvivalenttista öljyttonnia

Kuva 2. Biomassaenergian kulutus Etiopiassa v. 1985.

puumetsiä neljän vuoden aikana noin 6000 ha. UNSOn lisäksi polttopuumetsien viljelyä on tukenut Afrikan kehityspankki (African Development Fund) myöntämällä 25 milj. dollarin lainan Addis Ababan ympäristössä viljeltaviin noin 15 000 hehtaarin polttopuumetsiin (Addis Ababa... 1981). Vuosina 1985-1987 tavoitteesta on viljelty noin 6000 ha. Toinen lainarahoituksella käynnistytävä hanke on Maailman pankin rahoittama Addis Ababa - Bahir Dar -polttopuuprojekti, jonka ensimmäiset viljelmät perustettaneen vuonna 1988.

Ulkomaisella rahoituksella toteutettavien hankkeiden lisäksi Etiopialla on kunnianhimoiset metsänviljelytavoitteet: kymmenvuotisuunnitelman 1984/85 - 1994/95 mukaan maahan pitäisi viljellä metsää kaikkiaan 2,9 milj. ha, josta pääosa tulisi olemaan polttopuumetsiä.

VILJELTÄVÄT PUULAJIT

Viljeltäviksi valitaan lajeja, jotka tuottavat mahdollisimman paljon kuiva-ainetta. Viljelyn tulisi olla helppoa ja halpaa, ja metsänhoidon ongelmatonta tulen ja karjan suhteen. Suuri etu on, jos viljelyyn valittava laji uudistuu vesoista.

Etiopian alkuperäisestä puulajistosta ei ole toistaiseksi löydetty lajeja, jotka täyttäsivät edellä mainitut vaatimukset. Vaikka Etiopian metsäntutkimus on vielä nuorta - vanhin säilynyt puulajikoe on vuodelta 1956 - tähän mennessä saadut tulokset eri puulajien viljely- ja kasvuominaisuuksista ovat selvät. Yleinen piirre Etiopian luontaisten puiden viljelyssä on tuttu kaikkialta tropiikista: valitettavan usein viljeltäväksi ajateltu luontainen puulaji kuuluu sukkession loppuvaiheen lajeihin, jotka uudistuvat vain monilajisen vanhan metsän alla. Näiden lajien viljely puuttomalle ylämaalle on monesti lähes mahdotonta: varjoa vaativat taimet menehtyvät auringon paahteeseen, taimet juovat kohtuuttoman kauan, tai normaaliolissa varteva puu kehittyykin kitukasvuiseksi ja monhaaraiseksi pensaaksi. Tyypiesimerkki on etiopialainen sahapuulaji *Cordia africana*, jonka viljelyyn liittyviä ongelmia ei ole pystytty ratkaisemaan.

Muita tärkeitä ylämaan lajeja ovat kaksi kotimaista havupuuta, *Juniperus procera* ja *Podocarpus gracilior*, lehtipuut *Olea africana* ja *Hagenia abyssinica* sekä joukko luontaisia akaasioita (mm. *Acacia abyssinica*), joita on perinteisesti käytetty polttopuiksi; sahaukseen ja pienrakennukseen menevistä puistakin oksat ja latvukset on poltettu, lehtipuista myös lehdet. Yksikään näistä lajeista ei kuitenkaan sovi energiametsätalouteen, mikään niistä ei esimerkiksi veso.

Paras kotimainen polttopuulaji on *Olea africana*. Hyvien poltto-ominaisuuksien lisäksi sen savu karkottaa asunnoista hyönteisiä. *Olea africana* olisi mahdollista viljellä ilman verhopuustoa. Se kasvaa taimivaiheessa kuitenkin hyvin hitaasti, ja sen karjalle maistuvia taimia on vartioitava pitkään.

Helpoimmin viljeltävä ylämaan puulaji on *Juniperus procera*. Sekään ei vaadi välttämättä verhopuustoa suojakseen. *Juniperus procera* on hyvä sahapuu; se on myös yksi harvoja termiitinkestäviä havupuita. Sitä ei voida kuitenkaan pitää varsinaisena energiametsätalouden puulajina, koska se juroo taimena ja kasvaa muutenkin liian hitaasti.

Etiopian energiametsätalouteen on onneksi tarjolla runsaasti puulajeja muualta tropiikista. Jo vuonna 1895 muuan ranskalainen rautatieinsinööri ehdotti silloiselle Etiopian keisarille eukalyptuksen koeviljelyä Addis Ababan ympäristössä. Pääkaupunki oli jo tuolloin ajautumassa polttopuupulaan (Breitenbach 1961). Kokeiluun valittiin 15 eukalyptuslajia, joista kaksi levisi nopeasti käytännön viljelyyn: *Eucalyptus globulus* ja *Eucalyptus camaldulensis*.

Eukalyptukseen perustuva energiametsätalous sai Etiopiassa pysyvän aseman jo vuosisadan alussa ja saavutti mittavan laajuuden 1970-luvun alkuun mennessä. Noilta ajoilta peräisin olevia *Eucalyptus globulus* -metsiä kasvaa Addis Ababan ympäristössä noin 15 000 ha (Henry 1973, Persson 1975). *E. globulus* ja *E. camaldulensis* -viljelmien nopea laajeneminen ei perustunut puulajikokeisiin, vaan paremminkin siihen, että lajit sattuiivat täyttämään tärkeimmät kriteerit: (1) karja ei syönyt istutettuja taimia, (2) polttopuun tuotanto oli määrällisesti riittävä, (3) lyhyt kiertoaika houkutteli viljelijöitä myös taloudellisesti ja

(4) uusi pusukupolvi kasvoi kantovesoista (kuva 3).

Vertailevat puulajikokeet aloitettiin 1950-luvulla. Kokeet osoittivat vuosisadan vaihteen lajivalinnan oikeaksi. Jo vanhimmassa säilyneessä, vuonna 1956 perustetussa Holettan kokeessa eukalyptuksen kasvunopeus on ollut selvästi paras; 30-vuotiaan *E. globulus* -metsikön runkokuu tilavuus oli 960 m³/ha ja kuivamassa (runko + oksat + lehdet) 556 t/ha (Pohjonen ja Pukkala 1987a). Keskimääräinen vuotuinen tilavuuden nettokasvu oli 36 m³/ha/v ja vastaava kuivamassan tuotos 18,5 t/ha/v. Ainoa laji, joka ylsi edes lähimain samaan tuotokseen, oli toinen eukalyptus, *E. saligna*.

Myös vuonna 1975 perustetut viljelykokeet koti- ja ulkomaisilla puulajeilla ovat vahvistaneet aikaisempia tuloksia: jos tavoitteena on biomassan tuottaminen, eukalyptukset ovat ylivoimaisia (Mebratu Mihratu ym. 1985, Örlander 1986).

Seuraavaksi parhaiten tuottaa ulkomaisten havupuiden ryhmä, johon kuuluvat mm. *Cupressus lusitanica*, *Pinus radiata* ja *Pinus patula*. Hitaimmin ovat kasvaneet kotimaiset lajit, joista paraskasvuisin on *Juniperus procera*, ja sitä heikompia, mutta metsiköiksi kasvaneita mm. *Podocarpus gracilior*, *Hagenia abyssinica* ja *Olea africana*.

Kokeiden perusteella on voitu laskea, että 10 vuoden kiertoajalla parhaiten ulkomaisten havupuulajien kasvu on 55 % ja *Juniperus procera* 18 % neljän parhaan eukalyptuslajin tuotoksesta (Pohjonen ja Pukkala 1987b). Kotimaisten puulajien pitemmän biologisen kiertoajan vuoksi niiden asema vertailussa paranee jonkin verran ajan kuluessa.

Myös eri eukalyptuslajien keskinäisessä vertailussa tulokset ovat selvät: Addis Ababaa ympäröivällä keskusylängöllä, missä sataa noin 1000 mm vuodessa, *E. globulus* on paraskasvuisin. Sen sijaan lännempänä, missä sataa noin 1500 mm, parhaiten kasvavat *E. saligna*, *E. grandis* ja *E. viminalis*.



Kuva 3. Esimerkki *Eucalyptus globulus* -viljelmästä Etiopian ylämaalla. Kuvan metsikkö on n. 8 vuoden ikäinen. Kasvupaikka sijaitsee 2770 m:n korkeudella merenpinnasta. Puuston valtapituus on 18 m, tilavuus 145 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu n. 18 m³/ha. Metsikkö sijoittuu pituusboniteettien II ja III välimaille kuvan 5 käyrästössä. Kuva: Veli Pohjonen.

Toinen paljon viljelty eukalyptuslaji, *E. camaldulensis*, ei ole kasvanut puulajikokeissa erityisen hyvin. Kuivuuden kestävänsä sitä kuitenkin viljellään ylängön rajavyöhykkeellä, missä vuotuinen sademäärä on 700-1000 mm ja missä *E. globulus* on vaarassa menehtyä istutuksen jälkeiseen ensimmäiseen kuivaan kauteen.

Eukalyptuksia vastaan esitetään Etiopiassa niinkuin muuallakin tropiikissa kritiikkiä. Eukalyptuksia pidetään vieraina puulajeina, ja niiden laajan viljelyn pelätään tuovan ongelmia. Eukalyptuksia on kuitenkin viljelty Itä-Afrikan ylängömaalla kauemmin kuin mitään muuta puusukua, noin 100 vuoden ajan. Sen viljelyyn liittyvät ekologiset ja ekonomiset riskit tunnetaan kutakuinkin hyvin käytännön kokemuksesta. Ainakaan toistaiseksi mikään vakava katastrofi ei ole kohdannut eukalyptuksen viljelyä. Monokulttuuriin liittyvistä tauti- ja hyönteistuhouista on toistaiseksi selvitty lajivalinnalla.

Eukalyptusta on myös syytetty sen mahdollisesti aiheuttamista ekologisista haitoista. Sen väitetään mm. tappavan pintakasvillisuuden altaan, kuivattavan kaivoja, lisäävän eroosiota ja köyhdyttävän maaperän ravinteista. FAOn mukaan syytöksiltä puuttuu useimmiten tieteellinen todistusvoima, ja ainakin viljelymetsätaloudessa eukalyptuksen edut painavat enemmän kuin sen haitat (Ecological... 1983).

Koska Etiopia tarvitsee kipeästi poltto- ja rakennuspuuta, eukalyptuksia ei voida syrjäyttää maan metsitysohjelmasta. Edes lähimain saman kasvun ja taloudellisen tuloksen antavaa vaihtoehtoa ei tällä hetkellä ole. Hyvän kasvun lisäksi *Eucalyptus globulus* viljelyn puolesta puhuvat seuraavat näkökohdat:

- *E. globulus* taimien tuottaminen on helppoa ja sen viljely hallitaan. Taimet kasvavat nopeasti eroon heinikosta ja viljelmä sulkeutuu nuorena.
- Karja ei syö taimien ja vesojen kitkeriä lehtiä.
- Vesominen on runsasta, ja vesomiskyky säilyy usean hakkuun jälkeenkkin.
- *E. globulus* on kestävä tuuli- ja termiittituhoja vastaan.
- Puu palaa hyvin, jättää vähän tuhkaa ja

hiiltä helposti puuhiileksi. Paikallinen väestö on tottunut siihen polttoaineena.

- *E. globulus* on myös monikäyttöpuu: se sopii rakennuspuuksi, selluteollisuuteen sekä sähkö- ja puhelinpylväiksi. Laji on myös runsaasti kukkivana ja hyönteispölytteisenä sopiva mehiläiskasvatukseen.

VILJELMIEN PERUSTAMINEN JA HOITO

Taimituotanto

Eukalyptuksen ja muiden polttopuulajien taimituotannossa käytetään Etiopiassa muovipotteja. Siemen kerätään tavallisesti läheltä viljelyalueita; ainakin *E. globulus* siemenpuita, joskin heikkolaatuisia, on riittävästi. Harvinaisempien puulajien siemenet tuodaan ulkomailta.

Taimien tuottaminen kestää vain puolisen vuotta, taimet kasvavat istutuskokoon kolmessa, neljässä kuukaudessa. Taimitarhan tuotantokapasiteetti on tavallisesti 1-2 miljoonaa tainta vuodessa.

Lähes kaikilla taimitarhoilla työt tehdään käsin, joten työvoimaa tarvitaan paljon. Kahden miljoonan taimen tuottamiseen tarvitaan noin 200 työntekijää. Koska taimitarha ei ole toiminnassa ympäri vuoden, työvoima ei ole vakinaista. Monet työvaiheet, kuten taimipenkien valmistaminen ja taimipottien täyttäminen, teetetään urakkapalkalla (kuva 4). Tarkemmista työvaiheista, kuten kylvöstä, koulimisesta, kastelusta ja tainten lastaamisesta maksetaan aikapalkkaa.

Istutus ja taimikonhoito

Polttopuuviljelmien istutustiheys on yleensä joko 2500 tai 1600 tainta hehtaarille. Viljelykohteet ovat vuorten rinteitä ja kukkuloita. Tasaista, maanviljelykseen soveltuvaa maata vältetään.

Taimet istutetaan halkaisijaltaan ja syvyydeltään 40 cm:n suuruisiin istutuskuoppiin, jotka on kaivettu kuivana aikana etukäteen.



Kuva 4. Taimipottien täyttöä etiopialaisella taimitarhalla. Täyttömaasta kolmannes on hiekkaa, kolmannes metsämaata ja kolmannes orgaanista ainetta (lantaa yms.). Kuva: Veli Pohjonen.

Istutus aloitetaan heti varsinaisen sadekauden alettua, yleensä heinäkuun alussa. Istutustyö tulisi saada päätökseen kuukauden kuluessa, jotta taimet ehtisivät kasvattaa sateiden aikana juurensa mahdollisimman syväälle. Ensimmäinen kuiva kausi (lokakuu-helmikuu) on viljelyn onnistumisen kannalta kriittinen. Jos taimet selviävät maaliskuuhun lyhyisiin sateisiin saakka, kuivuus ei yleensä tapa niitä enää myöhemmin.

Taimikot heinitään ja täydennysviljellään yleensä kahdesti. Jos lopulliseksi tiheydeksi saadaan yli 1100 tainta hehtaarilta, viljelyn katsotaan onnistuneen tyydyttävästi.

Taimikoiden pahin vihollinen on karja. Vaikka *E. globuluksen* taimet eivät kelpaakaan karjalle, se voi laiduntaessaan tallata taimet. Sen vuoksi viljelmiä vartioidaan (yksi vartija 100 ha kohti). Vartioinnin onnistumiseksi paikallisten maanviljelijöiden kanssa on päästävä sopimukseen siitä, että pariin kolmeen vuoteen istutusalueella ei laidunneta. Myöhemmin polttopuuviljelmillä voitaisiin laiduntaa. UNSOn metsityshankkeissa tutkitaankin parhaillaan sopivia metsälaiduntamismenetelmiä.

Metsän käsittely

Polttopuumetsiä kasvatetaan vesametsäperiaattella, ts. uusi puusukupolvi kasvaa kanto-vesoina korjuun jälkeen. Käytetty kiertoaika on lyhyt, metsän potentiaalista tuotosta ajatellen liiankin lyhyt, usein vain 3-4 vuotta.

Puunkorjuu tapahtuu käsityömenetelmin, useimmiten kirveellä. Kirveshakkuu tuhlaa puuta, sillä kanto jää säännöllisesti liian pitkäksi. Hakkuun jälkeen puut kannetaan rankoina pois palstalta. Rankojen tyviosat käytetään tavallisesti pienrakentamiseen; latvat, oksat ja lehdet poltetaan.

Vesametsiköt kasvavat yleensä hoitamatta aina seuraavaan päätehakkuuseen. Esimerkiksi ilmeisen hyödyllinen vesaryhmän harventaminen 2-4 vesaan on jokseenkin tuntematon hoitotoimi.

ENERGIAMETSIKÖIDEN KASVU

Kasvupaikkaluokittelu

Eukalyptuksen kasvu vaihtelee suuresti mm. kasvupaikan korkeuden, sateisuuden ja ravinteisuuden mukaan. Mitä korkeammalle siirrytään, sitä huonommin puut kasvavat, koska korkeuden mukana lämpötila laskee ja tuulisuus lisääntyy. Korrelaatio kasvun ja kasvupaikan korkeuden välillä selittää kuitenkin vain pienen osan kasvun vaihtelusta; riippuvuutta modifioivat mm. sademäärä, maaperän ravinteisuus ja maakerroksen paksuus. Lisäksi kasvuun vaikuttaa mm. rinteiden suunta ja jyrkkyys sekä maan terassointi.

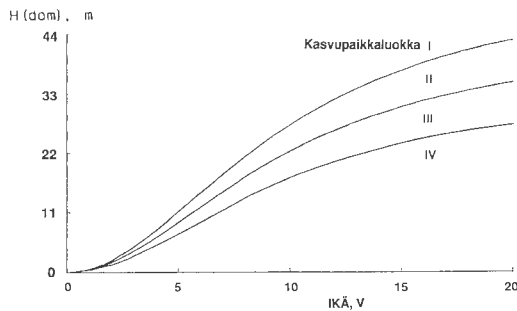
Kasvun riippuvuus em. tekijöistä tunnetaan puutteellisesti. Sitä paitsi monia kasvu selittäviä tekijöitä on vaikea mitata. Koska Etiopiassa ei ole pintakasvillisuuteen perustuva kasvupaikkaluokittelua, on maan puuntuotantokyky käytännöllisintä mitata suoraan puuston kasvusta pituusboniteettien avulla (Pukkala ja Pohjonen 1987). Menetelmän puute on mm. se, että puuttoman alueen puuntuotantokykyä ei voida määrittää, vaikka se olisi tärkeää tietää uusia metsitysalueita suunniteltaessa.

Eucalyptus globulus kasvupaikat on jaettu neljään pituusboniteettiin valtapituuskehityksen perusteella (kuva 5). Luokittelu on tehty erikseen siementaimin perustetuille metsiköille ja vesametsiköille. Istutusmetsässä valtapituuskehitys on nopeinta 5-8 vuoden iällä, vesametsässä ensimmäisinä vuosina hakkuun jälkeen.

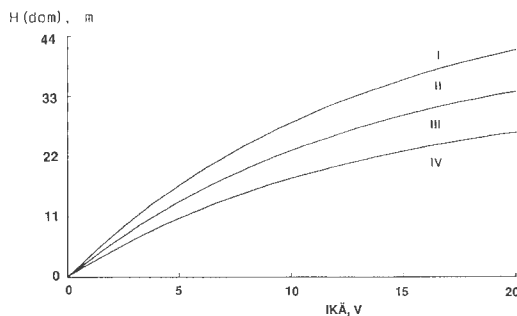
Tuotos eri kasvupaikoilla

Etiopian polttopuuviiljelmien pääosa tulee tuottamaan runkopuuta keskimäärin 10-25 m³/ha vuodessa. Istutusmetsän tilavuuskasvu on nopeinta metsikön ollessa kymmenvuotias. Vuotuinen runkopuun kasvu on tällöin parhaalla boniteetilla (I) noin 70 m³ ja heikoimmalla (IV) 14 m³. Keskimääräinen vuotuiskasvu on 44 m³/ha boniteetilla I ja 9 m³/ha boniteetilla IV (Pukkala ja Pohjonen 1987).

SIEMENSYNTYINEN METSIKKÖ



VESAMETSIKKÖ



Kuva 5. *Eucalyptus globulus* kasvupaikkaluokat Etiopian keskusylängöllä.

Parhaalla boniteetilla runkopuun tilavuus kohoaa 25 vuodessa yli 1000 m³:iin/ha, heikoimmalla runsaaseen 200 m³:iin/ha.

Vesametsässä kasvu on nopeaa jo ensimmäisinä vuosina hakkuun jälkeen. Vuotuinen tilavuuskasvu on suurimmillaan 8-10 vuoden iässä. Suurin keskimääräinen kasvu saavutetaan 14-15 vuoden iässä, jolloin se on 46 m³ m/ha/v parhailla kasvupaikoilla (boniteetti I) ja 13 m³/ha/v heikoimmilla kasvupaikoilla (boniteetti IV). Noin 15 vuoden iässä vesametsä alkaa muistuttaa rakenteensa ja kasvunsa puolesta istutusmetsää. Vesametsän kasvuluvut koskevat ensimmäistä ja toista vesasukupolvea; myöhempien vesomisten jälkeen tuotos alkaa jatkuvasti pienentyä, ja 3-5 vesasukupolven jälkeen metsikkö onkin perustettava uudelleen siementaimiin.

KEHITYSNÄKYMÄ

Etiopian energiametsiä viljellään ja kasvatetaan - useista kansainvälisistä metsityshankkeista huolimatta - vieläkin varsin perinteisin menetelmin pyrkimättä juurikaan kohottamaan viljelmien tuotosta. Toistaiseksi päätavoitteena on ollut metsittää puuton keskusylängö ja suojella istutukset luvattomilta hakkuilta, tulelta ja karjalta. Energiametsien tuotosta voidaan parantaa mm. seuraavin keinoin:

- *Eucalyptus globulus* -metsiköiden kiertoaika pidennetään nykyisestä 4-5 vuodesta kaksin-kolminkertaiseksi. Keskimääräinen vuotuinen kasvu paranisi vesametsässä noin kolmanneksella, istutusmetsässä huomattavasti enemmän (Pohjonen ja Pukkala 1987b).
- Heinäntorjuntaa tehostetaan. Nykyisin heinää ei torjuta säännöllisesti, ehkä ensimmäistä vuotta lukuunottamatta. Lukuisista eri puolilla tropiikkia toteutetuista eukalyptuksen viljelykokeista kuitenkin tiedetään, että taimien kasvu on kääntäen verrannollinen heinien määrään. Paras tulos saavutetaan viljelemällä taimet loivilla rinteillä korkeuskäyrän suuntaisiin riveihin siten, että rivivälejä voidaan muokata.
- Viljelyssä siirrytään valikoimattomasta siemenestä valittuihin proveniensseihin

tai pluspuista kloonattuihin pistokkaisiin. Parhaassa tapauksessa kasvu voidaan näin jopa kaksinkertaistaa.

Etiopian energiametsätalouden kehittämissä pätevät samat periaatteet kuin lauhkean vyöhykkeen lyhytkiertometsätaloudessa. Viljelyketjun ja kasvatuksen optimointi paremman kasvun saamiseksi ovat lähiajan kehitystavoitteita, joihin Etiopiassa pyritään kansallisella ja kansainvälisellä yhteistyöllä.

LÄHTEET

- Addis Ababa fuelwood plantation project. 1981. Appraisal report. ADF/OPS/ET/AG-RI/04. African Development Fund. Abidjan. 31 s.
- Booth, G. 1985. Ethiopian highlands reclamation study. Forestry Development strategy. FAO, UTF/ETH/037/ETH, Working paper 27: 1-47.
- von Breitenbach, F. 1961. Exotic forest trees in Ethiopia. Addis Ababa, Ethiopian Forestry Association. Ethiopian Forestry Review 2: 19-39.
- Ethiopia : issues and options in the energy sector. 1984. UNDP/World Bank Report No. 4741-ET. 162 s.
- Gilliuson, R. 1985. Wood energy : global needs. Teoksessa: Sirén, G. & Mitchell, C.P. (toim.). Forest energy and the fuelwood crisis. Proceedings of IUFRO Project Group Pl.09.00. Meeting in Uppsala, Sweden. June 8-9, 1984. s. 2-15.
- Henry, P.W.T. 1973. Notes on maps of the Eucalyptus plantations around Addis Ababa and the Menagesha State Forest, Ethiopia. ODA London, Misc. Rep. No. 150: 1-10.
- Mebratu Mihratu, Tesfaye Lemma & Booth, G.A. 1983. Assessment of species trials. Research Notes 2. Forestry Research Service of Ethiopia. Ministry of Agriculture. 23 s.
- Palm, R. 1983. The use of wood in Ethiopia. Swedish Forest Products Research Laboratory, Ministry of Agriculture, Addis Ababa, Ethiopia. 1 s. (moniste).
- Persson, R. 1975. Forest resources of Africa : an approach to international forest resource appraisals. Part I, country descriptions. Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden. s. 81-86.
- Pohjonen, V. & Pukkala, T. 1987a. Results of measurements of Eucalyptus globulus forest stand plots in the central highlands of Ethiopia. (käsikirjoitus).
- Pohjonen, V. & Pukkala, T. 1987b. Management tables for Eucalyptus globulus fuelwood plantations in Ethiopia. United Nations Sudano-Sahelian Office. New York. 92 s.
- Poore, M.E.D. & Fries, C. 1985. The ecological effect of eucalypts. FAO Forestry Paper 59: 1-87.
- Pukkala, T. & Pohjonen, V. 1987. Yield models for Eucalyptus globulus plantations in Ethiopia. United Nations, Sudano-Sahelian Office, New York. 92 s.
- Örlander, G. 1986. Growth of some forest trees in Ethiopia and suggestions for species selection in different climatic zones. Swed. Univ. Agric. Sci. Umeå, Sweden. Institutionen för skogskötsel. Arbetsrapporter 7: 1-54.

SUMMARY

Energy forestry in Ethiopia

Veli Pohjonen
UNDP Field Office, P.O. Box 5580,
Addis Ababa, Ethiopia

Timo Pukkala
Faculty of Forestry, University of Joensuu,
P.O. Box 111, SF-80101 Joensuu, Finland

This paper discusses the policy of energy forestry in the densely populated central highlands of Ethiopia, which comprises the major land area of the nation. The altitude of the central highlands ranges from 1500 to 3000 m and the annual rainfall is between 750 and 1500 mm. A century ago the area was covered by tropical mixed forests, but now most of them have disappeared. Several reforestation projects have started production of the necessary fuelwood for local people. Due to its rapid growth, coppicing vigour and the fact that cattle do not eat its glaucous juvenile leaves, the most frequently planted tree species is *Eucalyptus globulus*. Another common exotic species is *Eucalyptus camaldulensis*, which is the dominating species in the driest areas of the central highlands. Examples of exotic conifers are *Cupressus lusitanica* and *Pinus radiata*. The growth of indigenous trees is much lower than that of exotics, but some acacias may provide a realistic opportunity to widen the species composition of fuelwood plantations. The area of fuelwood plantations is now about 100 000 ha. However, there is a need for 2-4 million hectares. The mean annual volume increment of *Eucalyptus globulus* plantations usually varies between 10 and 25 m³/ha/annum. The optimal rotation time is usually longer than 10 years, but in practice, much shorter rotations can be expected.

~~194~~ 194

ERIPAINOS
TROPIIKIN METSÄT KIRJASTA