

Maa ja metsän uudistuminen.

V. T. Aaltonen.

Maan vaikutus tulee metsän uudistumisessa näkyviin välillisesti ja välittömästi.

Monista tutkimuksista, joita metsissämme on tehty, tiedämme, että luontaisessa uudistumisessa maan pintakasvillisuudella on tärkeä merkitys ja koska tämän taas ennen kaikkea määrää maan laatu l. viljavuus, vaikuttaa maa tällä tavoin välillisesti metsän uudistumiseen. Mahdotonta ei ole, että maan viljavuudella on merkityksensä myöskin puiden siementuotannon määrään ja laatuun, siis uudistumisen siemennysvaiheeseen nähden.

Maan välitön vaikutus uudistumiseen tulee kysymykseen silloin, kun siemen on päässyt maahan ja pyrkii siinä itämään sekä kehittymään taimeksi. Yleiskatsauksen esittäminen siitä, mitä maan merkityksestä tässä suhteessa ja erityisesti luontaisen uudistumisen yhteydessä tiedetään, on tämän luentoni tarkoituksena.

Koska siemen ja taimet yleisesti joutuvat tekemisiin etupäässä maan sen osan kanssa, jota nimitetään humukseksi l. humuskerrokseksi, on tämän ominaisuuksilla ennen kaikkea tärkeä merkitys metsän uudistumisen kannalta. Muita tässä yhteydessä huomiota ansaitsevia ilmiöitä ovat maan kosteus- ja lämpösuhteet, — joihin myöskin humus voi huomattavasti vaikuttaa, — maan routiminen ja taimikon vartuttua suuremmaksi kysymykseen tuleva ns. juuristokilpailu. Rajoitun tässä vain humuspeitteen vaikutuksen tarkasteluun. Koska humuskerros meidän oloissamme harvoin esiintyy kasvipeitteettömänä, ei itse asiassa voi puhua yksistään sen vaikutuksesta, mutta käytännön kannalta asiaa katsellen ei tällä seikalla ole oleellista merkitystä.

Kuten kokemuksesta tiedämme, metsämme uudistuvat verraten hyvin, jopa niin hyvin, että paikoittain ainakin sanotaan vallitsevan oikean uudistusmishimon. Tosin kuva ei ole aivan yhtä valoisa kaikkialla, mutta suurin piirtein olemme tässä suhteessa edullisemmassa asemassa, kuin mitä asianlaita on esim. Keski-Euroopassa. Ammattikirjallisuudesta tiedämme, miten heikkoa ja vaikeaa metsän luontainen

Metsänhoitajien jatkokurssit

uudistuminen on monissa tapauksissa etelämpänä. Se yleinen kiinnostus ja huomio, joka esim. Saksassa on tullut Gaidorfin kaistaleharsinnan ja Bärenthorenin kestmetsätalouden osalle, johtuu suureksi osaksi siitä, että niissä on vaivattomasti saatu taimikkoa siihen, johon sitä on haluttu, ja silloin, kun sitä on haluttu. Meidän metsissämme kulkeneet keski-eurooppalaiset ammattimiehet ovat täällä ja matkakuvauksissaan ihmetelleet, miten helposti meillä nousee taimikkoja. „Suomen metsät ovat ytimeltään terveitä; niissä on vain ulkonaisia haavoja, jotka vastustamaton uudistumisen halu pian kasvattaa umpeen.” Syynä puheena olevaan eroon meikäläisten ja keski-eurooppalaisten metsien välillä nämä havaintojen tekijät yleisesti mainitsevat sen, ettei meillä — Pohjois-Suomen kuusikkoalueita lukuun ottamatta — ole sellaisia paksuja raakahumus- l. kangasturvekerroksia kuin etelämpänä. Saksassahan on aina käyty meidän oloissamme tuntematonta taistelua kangasturvetta vastaan, joka siellä varsinkin eräillä seuduilla näyttää tekevän yleensä koko metsän jatkuvan olemassaolon uhatuksi. Näyttää siltä kuin sikäläiset metsät verraten nopeaa menoa olisivat sortumassa omiin jätteisiinsä. Pääsyynä tähän olisi se, että entisten luonnontilaisten sekametsien ja lehtipuuvaltaisten metsien tilalle on hankittu havupuita, perustettu viljelymetsiköitä, varsinkin kuusikoita ja lisäksi kuusen luontaisen levintäalueen ulkopuolelle. Missä — niinkuin meillä — harsintametsikön tapaiset metsikkömuodot ja sekametsät vallitsevat, missä metsät ovat harvahkoja ja eri-ikäisiä luonnonmetsiä, siellä maa pysyy kunnossa ja terveenä eikä synny kangasturvetta. Näin selitetään.

Mutta vaikka kangasturvekysymys ei olekaan meillä esiintynyt niin etualalla kuin Saksassa ym., on se kuitenkin meilläkin olemassa. Ajateltakoon vain Pohjois-Suomen kuusikkoalueita, joilla yleensä voi pitää maata — koskemattomassa tilassaan — taimettumiskyvyttömänä. Mutta yleensä kaikkialla, missä kivennäismaan pinta on tavalla tai toisella paljastunut, ei ole taimista puutetta, mikäli siemennys on ollut riittävä. Katseltaessa kauniita tai tyydyttäviä taimikkoja hakkuualoilla ei ole myöskään unohtettava ottaa selvää, pitkäkö aika hakkuusta on kulunut. Kokemus näet osoittaa, että usein ja varsinkin, jos hakattu metsikkö on ollut vanha, hakkuuala taimettuu varsin hitaasti ja siksi hitaasti, että uudistumisvaihe venyy taloudellisesti katsoen kohtuuttoman pitkäksi. Syynä tähän on monissa tapauksissa humuskerros. Lisäksi on todennäköistä, että humuskerros tulee vastaisuudessa esiintymään metsänhoidossamme huomattavampana kiusana kuin näihin asti syystä, että nykyisin laajalti perustettaviin viljelykuusikkoihin vähitellen nähtävästi saamme paksumpia kangasturvekerroksia kuin mitä olemme tottuneet näkemään luonnonmetsiköissämme.

Kieltämättä meilläkin on näin ollen edessämme kangasturvekysymys, jota metsänhoidossamme ei ilman muuta voida sivuuttaa. Meidän on tiedettävä, miten metsiemme humuskerros syntyy, mitkä ovat sen metsän uudistumisen kannalta tärkeimmät ominaisuudet ja miten nämä riippuvat kasvupaikan laadusta, puulajista, hakkuista, kuloista ym.

Tiedämme, että normalitiheässä metsikössä vuosittain varisee maahan karikemäärä, joka kuivan aineen painon puolesta vastaa suunnilleen vuotuisen puuntuoton määrää. Lisäksi joutuvat maahan pinta-kasviston karikkeet, joiden määrää ei tarkemmin tunneta, mutta joka esim. meidän tavallisissa metsiköissämme ei jääne paljon jälkeen puuden tuottamasta määrästä. Huolimatta tällaisten valtavan jätemäärän jatkuvasta kertymisestä maahan, on metsämaan humuskerros kuitenkin verraten ohut. Tämän selittää, kuten tiedetään, mikro-organismien jätteitä hajottava toiminta. Mutta humuskerroksen paksuus ja laatu vaihtelevat kuitenkin suurella määrällä ja metsänhoidon kannalta on tärkeää olla selvillä siitä, mistä nämä vaihtelut johtuvat.

Tässä yhteydessä ei ole välttämätöntä syventyä humuksen kemialliseen kokoomukseen ja luonteeseen. Riittää kun tiedämme, että niiden 100 vuoden aikana, jona humusta on tutkittu, siitä on löydetty monia kemiallisesti kiintoisia ja tunnettuja aineita, mutta humusta ei ole löydetty. Tavallisesti käsitetään humuksella maassa olevia organisia jätteitä, jokseenkin muuttumattomista perusteellisemmin hajaantuneisiin jätteisiin saakka, jotka sisältävät vaikeimmin hajaantuvia, kasveissa tavattavia erilaisia aineita. Paitsi näitä hajaantumistuloksia käsittää humus mikro-organismien syntetisoimia uusia aineita.

Metsiemme humuskerrostyyppiä ei ole toistaiseksi tarkemmin tutkittu eikä kuvattu, mutta ainakin kolme laatua on verraten helposti erotettavissa, nimittäin lehtometsien humus l. lehtomulta ja kangasmetsissä kaksi laatua, toinen löyhä ja ohuehko, toinen paksumpi ja tiivisrakenteinen muoto, jota kansan keskuudessa paikoin nimitetään kuntaksi. Tavallisista kangasmetsistä humuskerros on ohuin kuivissa kangasmetsissä, vain pari kolme em, paksumpi mustikkatyyppin metsissä ja paksuim tietenkin märissä maissa. Paksusammaltyyppissäkään humuskerros ei yleensä ole paksumpi kuin keskimäärin 5—7 em. Lehtometsien humuskerros on oleellisesti toisenlaatuinen kuin kangasmetsien. Niissä ei humuskerroksen ja kivennäismaan välillä ole sellaista jyrkkää rajaa kuin kangasmetsissä eikä humuskerros ole säikeistä ja sitkeää, vaan rakenteeltaan rynnimäistä ja enemmän tai vähemmän kivennäismaan sekaista. Humuskerroksen l. humuksekaan kerroksen paksuus on tavallisissa tuorehkoissa lehtometsissä 20—40 em. Tehdyt havainnot viittaavat siihen, että humus-

kerros yleensä olisi rannikkoseuduilla l. nuorilla mailla jonkin verran paksumpi kuin sisämaassa l. vanhoilla mailla. Käynnissä olevassa valtakunnan metsien arvioinnissa muuten koelaloilla mitataan myöskin humuskerroksen paksuus, joten piakkoin saamme paremman yleiskatsauksen valtakuntamme humusvaroihinkin kuin mikä tähän saakka on ollut mahdollinen.



Kuva 1. Vaikeasti taimettuvaa paksusammal-
tyypin kuusikko. Humuskerroksen paksuus
6—8 cm.

Humuspeitteen vaihteleva laatu ja paksuus johtuu siitä, että edellytykset mikro-organismien toiminnalle eivät ole kaikkialla samanlaiset ja myöskin siitä, että jätteitä tulee maahan toisin paikoin enemmän, toisin paikoin vähemmän, ja niiden hajontakyky vaihtelee myöskin kasvilajista riippuen. Kasvijätteen hajoittajina on mikro-organismien lisäksi vielä otettava huomioon maaeläimistö. Kysymyksen tulevat eläimet ovat kuitenkin yleensä siksi riippuvaisia kasvupaikan laadusta, ettei niillä ole sanottavaa merkitystä muualla kuin parhaissa metsämaissamme ja pääasiallisesti vain lehdoissa.

Yleensä on metsissämme esiintyvään humuspeitteeseen nähden huomattava, että se tuskin missään on saanut jatkuvasti muodostua ilman häiriöitä ja keskeytyksiä emmekä näin ollen tiedä, minkälaiselta varsinainen luonnontilainen humuspeite meidän oloissamme oikeastaan näyttäisi. Joka tapauksessa voi päätellä, että siellä, missä humuskerroksen muodostuminen saa häiriöittä jatkua, maahan täytyy kertyä yhä enemmän humusta, ts. että metsämaamme humuspeite jatkuvasti kasvaa. Tästä huolimatta on meillä tuskin syytä niin pessimistisiin tulevaisuuden näköaloihin kuin mitä mainitsin esitetyn Keski-Euroopassa.

Yleinen käsitys on, että humuskerroksen laadun ja tilan määrää ennen kaikkea metsikkö, sen puulaji, tiheys, ikäsuhteet ym. Muistamme metsänhoidollisesta oppikirjallisuudesta, miten puulajit ryhmitetään taipumuksensa mukaan tuottaa kangasturvetta, miten puhtaat ja tasaikäiset metsiköt ovat tästä syystä hyljättäviä jne. Ensimmäinen metsämaan tutkija, joka johdonmukaisesti ja suureen havaintoaineistoon perustuen todisteli, miten ratkaiseva merkitys metsikön laadulla ja kasvipeitteellä on humuskerroksen laatuun nähden, oli tanskalainen Müller.

Itse asiassa tämä käsityskanta on kuitenkin liian yksipuolinen ja useissa tapauksissa väärä. Esim. meidän oloissamme on yleisesti maan pintakasvillisuus siksi huomattava humuksen muodostaja, että sen osuus sellaisena voi olla ehkä samansuuruinen kuin puuston. Lisäksi ei ole jätettävä huomioon ottamatta sitä vaikutusta, joka kivennäismaan laadulla, kosteussuhteilla ym. ominaisuuksilla on jätteen hajoamiseen. Mm. Wittich on Saksassa todennut, että ns. epäedullisen puulajin humus on hyvällä kasvupaikalla paljon parempaa kuin ns. edullisen puulajin huonolla kasvupaikalla. Oman käsitykseni mukaan juuri kivennäismaan laatu ja tila ensi sijassa määrääkin organisten jätteen hajonnan kulun. Onko tässä kysymys kalkista tai joistakin muista aineista vai maan happamuudesta, sitä ei voi sanoa, mutta tosiasia on, että missä maa on voimakkaammin huuhtoutunut, siinä on myöskin paksuin kangashumuskerros. Tämä voi kyllä edistää huuhtoutumista, mutta sekoitetaan syy ja seuraus, kun selitetään, että kangashumus on syynä maan huuhtoutumiseen. Paitsi sitä, että esim. Keski-Euroopan (ja myöskin Tanskan) tasankojen metsämaat ovat jo luonnostaan paljon laihempia kuin meikäläiset metsämaat, mikä käy ilmi omistakin tutkimuksistani, ovat ne olleet paljon kauemmin alttiina huuhtoutumiselle. Mineralogisesti paljon voimakkaampana meikäläinen metsämaa on suhteellisen kestävä huuhtoutumista ja niin ollen myöskin heikosti lahonneen humuksen kasaantumista vastaan. Meillä ei esim. maan kuivuus johda paksun

kangasturpeen syntyyn niinkuin Keski-Euroopassa; vain määrässä kivennäismaassa se on yleinen.

Näiden muutamien, humuspeitteen laatua ja syntyä koskevien yleisluontoisten mainintojen jälkeen olisi tutustuttava humukseen taimien kasvualustana.

Niiden kokemusten perusteella, joita humuspeitteen suhteesta metsän uudistumiseen on yleensä saatu, ja joista jo mainitsin edellä, luulisi, että humus yleensä olisi pahasta. Onhan sanottu niinkin, että humuksen kertyminen maahan on sairaan metsämaan tunnusmerkki ja että kaikkein paras humus on se, jota ei ollenkaan ole olemassa. Mutta humuksella on kasvualustana kuitenkin myönteisiäkin ominaisuuksia, enemmän tai vähemmän, riippuen siitä, missä muodossa l. millä tavalla se maassa esiintyy. Saadaksemme oikean käsityksen humuksen merkityksestä metsän uudistumiseen on siten tutustuttava sekä sen myönteisiin että kielteisiin puoliin.

Humus edustaa ensinnäkin huomattavaa taimien ravintoaineiden varastoa. Vuotuisissa puiden karikkeissa tulee maahan keskimäärin ha kohti esim. kalkkia männikössä pyörein luvuin 20 kg, kuusikossa 60 kg ja lehtimetsiköissä vielä jonkin verran enemmänkin. Typen määrä on suunnilleen 30—40 kg vuodessa. Noin 10 cm paksuisessa humuskerroksessa voi olla ha kohti paljon yli 1,000 kg typpeä, 600—800 kg kalkkia ja 300—400 kg fosforihappoa.

Nämä määrät sellaisinaan eivät kuitenkaan vielä sano paljoakaan, sillä kyseessä olevat aineet ovat sidottuina erilaisiin organisoihin ja epäorganisiin yhdistyksiin, joista toiset ovat vaikeammin, toiset helpommin kasvien käytettävissä. Kivennäisaineet näyttävät liukenevan verraten helposti ja esim. kali helpommin kuin kalkki. Fosforihappo liukenee jo huomattavasti vaikeammin ja tyypeistä on ilmeisesti vain pieni osa käyttökelpoista. Missä määrin puun taimet voivat käyttää hyväkseen humuksen hiiltä ei ole tunnettua; nähtävästi se on mahdollista vain siksi rajoitetussa määrässä, ettei sillä ole sanottavaa käytännöllistä merkitystä.

Varsinkin Hesselmanin tutkimusten mukaan Ruotsissa näyttää siltä, että humuksen arvo kasvualustana riippuu etupäässä siitä, missä määrin se kykenee tarjoamaan taimille käyttökelpoista typpeä ja erityisesti nitraattityppeä.

Metsämaan tyypeistä on valtaosa organisoina yhdistyksinä, joiden laadusta ei olla täysin selvillä, mutta pääasiallisesti lienee kysymys vaikeasti liukenevista proteiineista. Vaikka taimet voinevat näitäkin jonkin verran käyttää, elävät ne pääasiallisesti kuitenkin ammoniakki- ja nitraattitypen varassa, joita syntyy organisen typen mineralisoi-

tuessa. Mitä edullisemmat olosuhteet ovat kyseessä olevalle mikrobiologiselle tapahtumalle, sitä paremmin tulee taimien typen tarve tyydytetyksi ja sitä helpommin siis maa taimettuu. Tavallinen kangashumus sellaisena kuin se luonnossa metsikössä esiintyy, on kyseessä olevassa suhteessa hyvin inaktiivista, ja mineralisatio pysähtyy yleensä ammoniakkiin; vasta lehtomullassa alkaa esiintyä runsaammin nitraattityppeä.

Taimikon hitaaseen kehitykseen aukeilla, kuivilla kankailla olisi Hesselmanin mukaan pääsyynä typen puute. Yksinäisten puiden alla,



Kuva 2. Paljastetulle kivennäismaalle tien syrjään nousutta «kuusiaitaa». Valokuv. O. Tamm.

maapuiden lähetyvillä ym., missä taimet kasvavat paremmin, on humuksen tyyppi osoittautunut mineralisoituvan helpommin ainakin laboratoriokeissa. Paksusammal-tyypin kuusikoiden vaikeaan taimettumiseen l. taimettumattomuuteen olisi samoin syynä humuskerroksen inaktiivisuus. Vaikka tällaiseen humukseen lisätään kalkkiakin ja sel-laista maata, jossa syntyy nitraatteja, osoittaa se vain heikkoja nitrifikaation merkkejä. Huomattava on myös, että vanhan metsikön humus on puheena olevassa suhteessa huonomman laatuista kuin nuoren ja puhtaan kuusikon huonompaa kuin koivunsekaisen. Erilaisissa humuk-sissa männyn ja kuusen taimilla tehdyt kokeet ovat osoittaneet, että

taimet kehittyvät sitä paremmin, mitä helpommin humuksen tyyppi nitrifioituu ja vielä paremmin, jos niille annetaan typpisuoloja, esim. ammoniumnitraattia. Vanhaan kuusikkoon järjestetyllä lannoituskokeella Hesselman on lisäksi onnistunut osoittamaan, että vanhojenkin puiden kitukasvuisuuteen on ennen kaikkea syytä typen puute. Kun vanhan kuusikon maata kasteltiin miedolla ammoniumnitraattiliuksella muutamien vuosien aikana, parantui puiden kasvu huomattavasti, naava hävisi, neulasten väri muuttui tummanvihreäksi jne., ts. kastelu vaikutti kaikin puolin kuten „nuorennusleikkaus”. Missä maapeitteenä on pääasiallisesti seinäsammalta ja humuskerros on ohuehko, siinä jo yksistään hakkuu, jos hakataan paljaaksi tai siemenpuuasentoon, aiheuttaa nitrifikation esiintymistä, ja maan muokaus l. kivennäismaan sekoittaminen humukseen johtaa nitrifikatioon tiheässäkin metsikössä, jossa sitä muuten ei tapahdu. Jos humuskerros on paksu, niinkuin paksusammaleisissa kuusikoissa, ei yleensä paljaaksihakkuu yksinään riitä humuksen aktivointiin, vaan tarvitaan tehokkaampia keinoja, kuten polttoa, muokkausta ym.

Vaikka nitrifikatio osoittautuikin näin olevan läheisessä yhteydessä taimettumiseen, ei silti ole sanottua, että tässä on kysymys vain nitraattitypeistä sellaisenaan. Voidaan ajatella, että nitrifikatio ehkä yleensä vain ilmentää mikroeliöstön toiminnalle suotuisaa maan tilaa ja että se edistämällä mm. mykorritsasienten kehitystä taimien juurilla helpottaa näiden ravinnon saantia. Wittichin tutkimuksista Saksassa selviää, että humuksen hajonta voi esim. hakkuualalla olla normalia ja taimet kehittyvät hyvin, vaikka maassa ei esiinnykään nitrofikatiota. Kasvisto voi olla tyyppillistä ns. nitraattikasvistoa (*Epilobium*, *Galeopsis*, *Arenaria*, *Senecio*, *Rumex* ym.), vaikka maassa ei synny nitraattityppeä ollenkaan. Mikäli sitä syntyy, voi sitä muodostua jatkuvasti ja usein vielä voimakkaammin sen jälkeenkin, kun hakkuualalle ensinnä ilmestynyt nitraattikasvisto jo on hävinnyt. Eräät havainnot osoittavat edelleen, että jos humusvarasto on heikonlainen ja puusto poistetaan, niin typen mineralisatio on aluksi edullista taimille, mutta myöhemmin ne alkavat kitua; tällaisissa tapauksissa siten humuksen hidas hajonta, vaikka ilman nitrifikatiotakin, olisi uudistumisen kannalta edullisempi. Maissa, joissa syntyy nitraattityppeä jatkuvasti ja runsaasti, kuten parhaissa kangasmetseissä ja lehtometsissä, taas nitraattiväkevyys voi kohota taimille liian voimakkaaksi. Tähän viittaavat mm. Etelä-Ruotsin kuusikoissa tehdyt havainnot.

Vaikka onkin suunnilleen 100 vuotta ollut selvänä, etteivät kasvit käytä ravintonaan humusta siinä määrässä ja sillä tavalla kuin aikaisemmin kuviteltiin ja uskottiin, ja että kasvit menestyvät yksistään

kivennäissuolojen varassa, ovat useat havainnot kuitenkin osoittaneet, että humuksessa on joitakin kasvua erityisesti stimuloivia aineita. Kasvukokeissa on näet ravintosuolojen lisäksi annettu pieni humusmäärä vaikuttanut erittäin edullisesti. Syytä tähän ei toistaiseksi tarkemmin tunneta; todettu on mm., että humus estää raudan väkevyyden kasvissa nousemasta haitallisen korkeaksi. Toiselta puolen eräät tutkimukset osoittavat, että humuksessa on joissakin tapauksissa toksisesti l. myrkyllisesti vaikuttavia aineita, jotka esim. poltossa häviävät. Niitä on todettu varsinkin suovedessä.

Sitä hiilihappoa, joka syntyy organisten jätteiden hajotessa metsämaassa, ovat muuttamat tutkijat pitäneet tärkeänä taimien assimilaatiolle. Tosiasiallisesti ilman hiilihappopitoisuus onkin taimien kohdalla hieman korkeampi kuin ylempänä, ainakin ajoittain, mutta kokeellisia todisteita siitä, vaikuttaako tämä jotakin taimien kasvuun, ei ole esitetty.

Humuksen arvoa kasvualustana tarkasteltaessa on edelleen otettava huomioon, että organisten jätteiden hajaantuessa syntyy erilaisia organisia ja epäorganisia happoja, jotka edistävät mm. suolojen liukenemistä. Tällä tavalla tosin joutuu ravintoaineita taimille käyttökelpoiseen muotoon, mutta toiselta puolen maa laihtuu huuhtoutumisen takia ja tulee lisäksi happameksi, mistä on seurauksena organisten jätteiden hajonnan hidastuminen. Kemiaalisesti ja fyysikkalisesti tärkeänä humuksen ominaisuutena, varsinkin silloin kun se esiintyy kivennäismaahan sekoittuneena, on vielä mainittava humuksen kyky sitoa emäksiä ja kolloidisia aineita. Aikaisemmin selitettiin humuksen edistävän mm. raudan ja aluminin huuhtoutumista, mutta uusimpien tutkimusten mukaan se päinvastoin sitoisi näitä.

Humuksen fyysikkalisista ominaisuuksista on tässä yhteydessä tärkein sen voimakas vedenpidätyskyky. Esim. tavallisen hiekkamaan humuspitoisuuden ei tarvitse olla kovinkaan suuri, ennenkuin se jo vesitaloudellisessa suhteessa on verrattavissa hienoimpiin kivennäismaalajeihin. Metsän uudistumisen kannalta humuksen tehokas vedenpidätyskyky voi olla eräissä tapauksissa eduksi, mutta toisissa tapauksissa se voi olla haitaksikin. Siitä voi näet olla seurauksena — ellei vettä ole saatavana runsaasti — että siemenet tai taimet eivät saa riittävästi vettä. Tässä suhteessa ovat opettavia esim. B a r r i n kokeet kuusen siemenen itämisestä (Yhdysvalloissa). Siementen paino kasvoi hienossa, tuoreessa kivennäismaassa noin 8 kertaa enemmän kuin tuoreessa humuksessa ja itävyys oli edellisessä noin 5 kertaa parempi. Kun maata päivittäin runsaasti kasteltiin, ei humuksen ja kivennäismaan välillä ollut sanottavaa eroa; itävyys parantui humuksessa ja pysyi kivennäismaassa jokseenkin samana. Eräissä M i t s c h e r l i c h i n

kokeissa kaura lakastui turvemaassa, jonka vesipitoisuus oli 65 %, ja kuoli, kun vettä oli 24 %. Hietamaassa vastaavat luvut olivat 6 ja 3 % (siis noin $\frac{1}{10}$ turvemaan vesimäärästä). Itseäni on usein kiusannut se ajatus, että esim. kuusen ja männyn välillä olisi puheena olevassa suhteessa sellainen ero, että kuusen taimet kykenisivät paremmin ottamaan vettä humuksesta, mutta en ole huomannut tätä koetettuna kokeellisesti missään selvittää. Joka tapauksessa näyttää ilmeiseltä, että luonnossa taimet voivat joutua kärsimään kuivuudesta ollessaan humuskerroksen varassa. Jos humus on märkää, voi uudistuminen siinäkin olla tyydyttävä, niinkuin kokemus yleisesti osoittaa. Myöskin emäpuiden suojassa humus voi tuorehkoilla mailla pysyä riittävän kosteana, mutta jos emäpuut poistetaan taimien pieninä ollessa, silloin on kuivumisen vaara lähellä. Kuten esim. Wiedemannin tutkimuksista (Saksassa) selviää, voi paksuhkon kangasturverroksen kuivumisesta kärsiä vanhempikin metsä ns. kasvusei-
sausten muodossa.

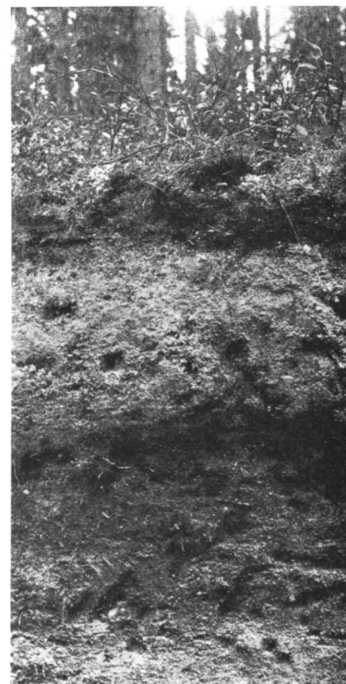
Humuskerros vaikuttaa tietenkin myös allaan olevan kivennäismaan kosteussuhteisiin ja lämpöoloihin. Paksu kangasturverros estää osan sateesta pääsemästä syvemmälle ja samalla pienentää haihduntaa kivennäismaasta; ilmaston ja maan laatu määräävät tällöin nettotuloksen, mutta yleensä näyttää ainakin meidän oloissamme siltä, että humuskerros pitäisi kivennäismaan pintaosat jonkin verran kosteampina ja tasaisemmin kosteina kuin mitä ne olisivat paljaina. Kivennäismaan lämpötilaan humuskerros vaikuttaa alentavasti ja lämpötilan vaihteluita tasoittavasti. Tutkimusten puutteessa on tietymätöntä, onko humuspeitteellä tässä mainituissa suhteissa jokin ja minkälainen merkitys taimettumisen kannalta.

Näistä viittauksista humuksen merkitykseen metsämaassa selviää, että humus eräissä suhteissa on epäilemättä omiaan helpottamaan metsän uudistumista, mutta toiselta puolen se taas sitä vaikeuttaa. Yleensä on humusta pidettävä haitallisempaan sen esiintyessä enemmän tai vähemmän irrallisena kerroksena kivennäismaan pinnalla kuin sen ollessa sekoittuneena kivennäismaahan. Viimeksi mainitussa muodossa humuksesta useimmiten on vain hyötyä.

Metsänhoidossa on pyrittävä siihen, että kaikki humuksen tarjoamat edut tulisivat käytetyiksi tai ainakin siihen, että humuspeitteen tuottamat haitat saataisiin supistumaan niin pieniksi kuin mahdollista. Useimmissa tapauksissa on meidän oloissamme viimeksi mainittu tehtävä eniten huomiota vaativa. Mitä meidän siis on tekeminen?

En tiedä, onko meillä huomattu mitään eroa kylvöjen ja istutusten menestymisessä riippuen siitä, onko ne toimitettu heti hakkuun

jälkeen vai vasta muutamia vuosia myöhemmin. Muualla saadut kokemukset viittaavat siihen, että ainakin, jos hakattu metsikkö on ollut vanha, heti hakkuun jälkeen toimitettu viljelys ei ole antanut tyydyttävää tulosta. Esim. Saksassa on viljelysten todettu menestyneen parhaiten sota-ajan paljaaksihakatuilla aloilla, jotka jäivät useiksi vuosiksi metsittämättä. Joka tapauksessa voidaan kysymyk-



Kuva 3. Voimakkaasti podsoloitunutta morenimaata. Humuskerros 6—8 cm, sen alla näkyvä vaalea A-horisontti n. 14 cm paksu. Valokuv. O. Tamm.

sen ollessa luonnon siemennyksestä todeta, että parhaita maita lukuun ottamatta maa vaatii joitakin vuosia tekeytyäkseen l. kypsyäkseen. Etupäässä tämä koskee paksuhkon humuskerroksen peittämiä maita; kuivilla kankailla maan pitempiaikainen aukeana olo nähtävästi johtaa taimettumisvaikeuksiin.

Toinen ja ehkä merkittävämpikin todento on, että vanhaa metsää on vaikeampi saada luontaisesti uudistumaan kuin nuorempaa, vaikka

siementymisessä niiden välillä ei olisi mainittavaa eroa. Erityisesti näyttää näin olevan kuivissa kangasmetsissä. Uudistumisen kannalta katsoen on siis yleensä lyhyt kiertoaika edullinen.

Siirrymme sitten toimenpiteisiin ja keinoihin, joita metsänhoidossa voidaan käyttää niiden haittojen poistamiseksi tai lieventämiseksi, joita kangashumus tuottaa metsän uudistumiselle. Tällaisina on suositeltu paljaaksihakkausta, sekametsiköiden kasvatus, harvennushakkuuta, alikasvoksen hankkimista, humuspeitteen poistamista tai repimistä tai sekoittamista kivennäismaahan, maan syvämuokkausta, polttoa, kalkitusta ja muuta lannoitusta sekä märillä mailla, — jotka



Kuva 4. Metsätön painanne kuivalla kankaalla.

jäävät tämän tarkastelun ulkopuolelle, — ojitusta ja sen lisäksi muita edellä mainittuja keinoja.

Jos ensin ajattelemme kuivimpia kangasmetsiä, on selvää, että niiden kasvatuksessa on ennen kaikkea pyrittävä maan vesivarojen säilyttämiseen ja mikäli mahdollista lisäämiseen. Olkoon, että syynä taimien heikkoon kasvuun olisi käyttökelpoisen tyyppien puute, joka tapauksessa taimettuminen helpottuu, jos voidaan parantaa maan kosteussuhteita. Suuria mahdollisuuksia tähän ei ole, mutta ainakin voidaan pitää ohjeena, että koetetaan säilyttää maan vähäiset humusvarat ja niitä kartuttaa sikäli kuin se on mahdollista. Esim. poltto ei näin ollen ole suositeltavaa, ja hakkuutähteet olisi niin tarkoin kuin mahdollista jätettävä ja levitettävä hakkuualalle. Mikäli humuskerrosta tavalla tai toisella voidaan kartuttaa, on se sekoitettava kivennäismaahan; muuten on humus enemmän haitaksi kuin hyödyksi.

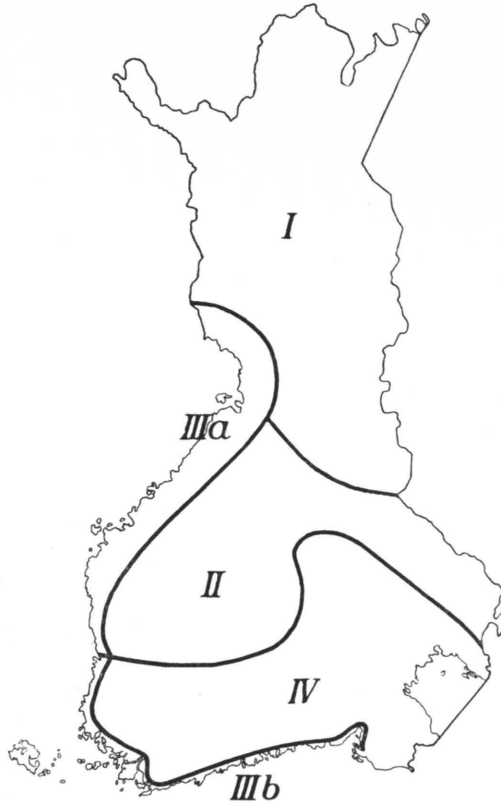
On syytä huomauttaa, että tämä koskee hiekka- ja muita huonosti vettäpidettäviä maita. Pohjois-Suomessa näet on sellaisiakin jäkälärikkaita kankaita, jotka maansa puolesta ovat rinnastettavissa sikäläisiin tuoreisiin kangasmetsiin muuten paitsi että niiden humuskerros on ohuempi ja ne siten ovat verraten helposti taimettuvia.

Kuten useat esimerkit osoittavat, on laajoja, aukeiksi menneitä kuivia kankaita vaikeaa saada uudelleen metsitetyksi. Pääsyinä tähän lienevät maan kuivuus ja voimakas haihdunta sekä sivuilmionä usein vielä maan routiminen, jota edistää heikko kasvipeite. Tunnettua on myöskin, että notkopaikat kuivilla kankailla, varsinkin ns. harjukuopat, pysyvät jatkuvasti metsättöminä. Eräiden tutkimusten mukaan johtuisi tämä ilmiö paikallisilmastollisista syistä, mutta mahdollista on, että pääsyy sittenkin on joissakin toistaiseksi tuntemattomissa maan epäsuotuisissa ominaisuuksissa. — Kuivan hiekkamaan kosteussuhteita voitaisiin ainakin jossain määrin parantaa jyräämällä tai levittämällä kiviä maan pinnalle, mutta tällaisten keinojen ellei ehdottajaa niin ainakin käyttäjää pidettäisiin jo nöyräpäisenä.

Kuivista kangasmetsistä on pitkä hyppäys lehtometsiin, mutta ne ovat tässä yhteydessä toisiaan lähellä sikäli, että lehtometsissäkin humus ei ole minään huomattavana uudistumisen vaikeuttajana. Kuten tunnetaan, uudistuvat ainakin kuusi ja lehtipuut verraten helposti myöskin käenkaalimustikkatyypin maassa. Sen humuspeite on näet yleensä heikko ja löyhä. Pahemmin ovat asiat sitävastoin tuoreissa kangasmetsissä ja eritoten Pohjois-Suomen paksusammalkuusikoissa.

Tavalliset tuoreet kangasmetsät maamme eteläpuoliskossakin ovat ilmeisesti taimettumisensa puolesta jossain määrin eriarvoisia ilmastollisten vaihteluiden takia. Niiden ennakkotietojen perusteella, mitä nykyisin on olemassa maan huuhtoutumisesta l. podsoloitumisesta valtakunnan eri osissa, on eteläisin osa heikoimmin podsoloitunutta. Raja seuraa suunnilleen 62. leveysastetta l. sen voi vetää Porista Sortavalaan muuten paitsi, että Savon kohdalla se tekee mutkan pohjoiseen päin. Voimakkaimmin podsoloituneita ovat siten Suomen-selkä, itäiset rajaseudut ja koko Pohjois-Suomi. Kuten jo mainitsin, merkitsee maan podsoloituminen samalla organisten jätteiden hajonnan hidastumista, ts. kangashumuksen ja kuntan syntymistä ja tällä tavalla metsän uudistumisen vaikeutumista. Sama l. saman niminen metsätyyppi saattaa siten esiintyä podsoloitumiseen nähden erilaisella maalla ja siksi tuoreet kangasmetsät ovat, kuten mainitsin, taimettumisensa puolesta eriarvoisia maan eteläpuoliskossakin. Meillä ei ole mitään alueittaista tilastollista selvitystä metsiemme uudistumisesta yleensä ja vaikka sellainen olisi olemassakin, olisi silti vai-

keaa päätellä, missä määrin mahdolliset vaihtelut johtuvat maan ominaisuuksista, koska siemennys on runsaampaa etelämpänä, mutta tästä huolimatta otaksuisin, että se raja, jota edellä hahmoittelin, edustaa jonkinlaista rajaa myöskin maan taimettumiskykyyn nähden.



Kuva 5. Podsoliaalueet. Alueiden I, II ja IV maa on vanhaa; I ja II ovat voimakkaasti podsoloituneita, IV heikommin. Rannikkoalueet (III a, III b) ovat nuorempaa maata; huuhtoutunut kerros I. A-horisontti on paksumpi kuin vanhassa maassa, mutta se on heikommin huuhtoutunut.

Se taistelu kangashumusta vastaan, josta tässä on kysymys, tulee siis kysymykseen etupäässä tämän rajan pohjoispuolella.

Luettelin jo edellä keinoja, joita on käytetty ja suositeltu kangashumuksen aisoissa pitämiseksi. Ne ovat osaksi välillisiä, osaksi suoria. Edellisiin kuuluvat menettelytavat, joissa hakkuiden, puulajin valinnan ja muiden metsikön kasvatukseen kuuluvain toimen-

piteiden avulla pyritään pitämään maa — niinkuin sanotaan — terveenä, ts. sellaisena, että siinä organisten jätteiden hajonta sujuu normalisti. Jälkimmäisiin kuuluu välitön maan käsittely, kuten sen muokkaus, poltto ja lannoitus.

Pohjois-Suomessa sekä naapurimaassamme Ruotsissa sikäläisissä Norrlandin vanhoissa kuusikoissa, jotka taimettumisensa puolesta ovat rinnastettavissa Pohjois-Suomen paksusammaleisiin kuusikkoihin, on ehdotettu käytettäväksi paljaaksihakkausta joko polton seuraamana tai ilman sitä, riippuen siitä, miten vaikeasti aktivoituvaa humuspeite on. Ehkäisevänä keinona huonolaatuisen humuksen syntyä vastaan on suositeltu kuusikon kasvatusta koivun sekaisena.

On kyllä ilmeistä, että kangashumus hajooa helpommin avomaalla kuin metsikössä, olkoon siihen sitten syynä mikä hyvänsä, mutta muutostapahtumat humuskerroksessa ovat avomaallakin hyvin hitaita, joten yksistään paljaaksihakkauksen avulla ei paljoa voiteta. Mitä lehtipuiden, lähinnä koivun sekoitukseen tulee, on senkin merkitys jokseenkin kyseenalainen, kun maa on kerran voimakkaasti podsoloitunut. Ajateltaessa esim. Pohjois-Suomen paksusammaleisia kuusikoita on myöskin otettava huomioon, että koivu kasvaa niissä huonosti ja on laadultaan ala-arvoinen, lumituhojen ja sienien pilaama. En tarkoita täällä, että koivua olisi pyrittävä hävittämään, vaan sitä, ettemme näissä metsissä voi siihen panna suurtakaan toivoa, kun kysymyksessä on maan säilyttäminen taimettumiskuntoisena tai saaminen sellaiseksi. Vaikka paksusammalkuusikot muutettaisiin pelkiksi koivikoiksi tai männiköiksi, ei kuntan ylivaltaa saada niissä horjutetuksi missään mainittavassa määrässä. Paksusammaltyyppi on ennen kaikkea ilmastollisten olojen tuote ja sen kunta on ennen kaikkea maan pintakasvillisuuden tuote. Mitään ainakaan p y s y v ä m p ä ä m u u t o s t a humuskerroksen laadussa, typen mobilisatioissa ym. ei siis käsittäakseni voida saada aikaan hakkuilla, puulajien valinnalla ja muilla tavallisilla metsänhoidollisilla toimenpiteillä. Tarvitaan tehokkaampia keinoja.

Entä poltto l. kulutus?

Kuten tunnetaan, ovat metsiemme historiassa kulot näytelleet erittäin huomattavaa osaa. Ne ovat hävittäneet metsiä ja saaneet aikaan uusia, suorittaan tehtävänsä molemmissa suhteissa hyvällä menestyksellä. Kulon ja kulutuksen vaikutus maahan on ilmeisesti ainakin tuoreissa ja paksusammaleisissa maissa useassa suhteessa uudistumiselle edullinen. Poltossa vapautuu humuskerroksesta ja kasvipeitteestä huomattava määrä kivennäisaineita taimien ravinnoksi, maan happamuus pienentyy, tyyppiyhdistysten mineralisatio vilkastuu jne. Tosin kulo vain niin sanoakseni lämmittää ohimenevästi, sillä

vähitellen olot taas palautuvat entiselleen, mutta juuri uudistumisvaiheessa kulon maassa aikaansaamat muutokset vaikuttavat täydellä tehollaan. Se typen häviö, mikä poltosta johtuu, ei nähtävästi ole niin merkittävä, että se pelottaisi polttoa käyttämästä. Kulotuksen teho saattaa kuitenkin paljon vaihdella riippuen siitä, missä määrin humuskerros todella on palanut; jos tämä esim. on tuorehko ja vain sen pintaosat sekä kasvipeite kärventyvät, on kulotuksesta paksun humuskerroksen peittämässä maassa tuskin mitään hyötyä. Siitä saattaa olla tällaisessa tapauksessa haittaakin, sillä humuskerroksen pinnalle voi syntyä karstamainen kerros, jonka takia maa taimettuu entistäkin huonommin. Kulotuksen teho riippuu siten sääsuhteista, maan kosteudesta, hakkuutähteiden määrästä ym. vaihtelevista tekijöistä. Kokemukset hankikylvöstä kulotettuun maahan osoittavat, miten erilaisia tulokset saattavat olla.

Kulotus, vaikkapa se onnistuisikin, merkitsee kuitenkin vain puollitaista ja verraten pian ohimenevää parannusta. Sellaiset maat, joista tässä on kysymys, ovat jo perusparannuksen tarpeessa, ts. niissä on maan muokkaus välttämätön, jos otetaan pitempi sihti. Kivennäismaan profiilissa on 5—10 cm paksu, valkea A-horisontti, joka aikoinaan on ollut hyvin kivennäisrikasta maata, mutta nyt on, kuten analyysit osoittavat, melkein puhdasta kvartsia, siis kasvien ja taimien ravinnonsaannin kannalta arvotonta. Taimien on elettävä kokonaan humuskerroksen varassa ja pääosaltaan on isompienkin puiden laita samalla tavalla, sillä niiden juuret sijaitsevat etupäässä humuskerroksen ja A-horisontin rajalla. Humuksesta taas on sen vaikean hajaantumisen takia ravintoaineita, niin tyypeä kuin kivennäisaineitakin, saatavissa hyvin vähän. A-horisontin alla on 20—40 cm paksu B-horisontti. Se on jotakuinkin säilyttänyt alkuperäisen kivennäiskokoomuksensa ja sitäpaitsi siihen on kerääntynyt ylempää huuhtoutuneita suoloja sekä kolloidisia aineita, varsinkin aluminaa, rautaa ja humusta. Maan 20—30 cm paksun pintakerroksen muokaus ja sekoitus humuskerroksen kanssa muuttaisi taimettumismahdollisuudet perusteellisesti. Luonnon useita tuhansia vuosia kestänyt laihdutuskuuri olisi melkein mitätöity ja sen jatkumiselle pantu sulkua ainakin muutamaksi sadaksi vuodeksi. Meillä on tässä edesämme sama problema ja tehtävä kuin Pohjois-Saksassa, Hollannissa, Tanskassa ym., missä metsämaan muokkausta on jo kauan harjoitettu. Ero on vain siinä, että meikäläinen maa on luonnostaan huomattavasti parempaa ja että meillä on kysymyksessä vain maan 20—30 cm paksu pintakerros, kun muualla on mentävä 2 à 3 kertaa syvemmälle mikäli asia enää on autettavissa yksistään sitenkään eli muuten kuin samalla lannoittamalla.

Saksassa ym. on käytännössä monia erilaisia maan käsittely- ja muokkaustapoja. Niiden selostaminen ei ole tässä mahdollista eikä tarpeellistakaan. Mainittakoon vain, että paikoin tyydytään ainoastaan humuskerroksen poistamiseen, paikoin maa kynnetään nurin 1/2 m syvälti ja syvemmällekin, jolloin humuskerros jää alle ja pohjamaa tulee pinnalle. Myöskin käytetään saroittaista käsinkuokintaa; ennen sitä humuskerros kuoritaan pois, sitten maa kuokitaan ja sekoitetaan muutaman 10 cm:n syvyyteen 1—1 1/2 m levyisinä sarkoina. Tavalla tai toisella paljastettuun maahan yleensä kylvetään tai istutetaan ja sitä ennen maa vielä usein kalkkitaan ellei anneta muitakin



Kuva 6. Maa valmistettu istutusta varten saroittain kuokkimalla. Saksa, Herzögl. Forstamt Wiesau, Saganin lähellä.

kivennäislannoitteita. Maat ovat yleensä kivettömiä ja siten helposti muokattavia.

Meidän kivisissä metsämaissamme eivät tietenkään koneelliset muokkausmenetelmät yleensä vetele. Työ on suoritettava kuokan tai lapion avulla parhaiten ehkä 1—1 1/2 m levyisinä sarkoina, joihin sitten on kylvettävä tai istutettava ellei luonnon siemennys ole riittävä tai mahdollinen. Paras tulos epäilemättä saavutettaisiin, jos hakkuu-ala ennen muokkausta kulotettaisiin, jolloin tuhkakkin sekoittuisi maahan. Saroittaisen muokkauksen asemasta voidaan tietenkin metsänviljelyksen ollessa kysymyksessä menetellä niinkin, että vain kylvö- tai istutuskohdat perusteellisesti muokataan, mutta tätä ei enää voi pitää varsinaisena maan perusparannuksena, johon kuitenkin olisi pyrittävä. — On mahdollista, että sellaisessa maassa, josta tässä on kysymys, B-horisontin runsas alumini- ja rautapitoisuus osoittautuisi taimille haitalliseksi. Maan sekoituksen johdosta tämä ei tosin tunnu

todennäköiseltä, mutta kasvukokeet eri horisonttien maassa olisivat asian selvittämiseksi suotavia.

Edellä sanottu kohdistuu siis etupäässä niihin seutuihin, joissa maa on voimakkaimmin podsoloitunutta l. sellaiseen maahan, jossa on ainakin 4—5 em paksu, humuskerroksesta selvästi erottuva, valkea A-horisontti. Heikommin podsoloituneissa maissa syvämuokkaus ei ole yhtä välttämätön. Näissä riittää pintamuokkaus l. humuskerroksen tavalla tai toisella tapahtunut repiminen ja sekoittaminen kivennäismaahan.

Mikäli luontaista uudistumista käytetään, olisi esittämäni maan käsittely saatava yleiseen käytäntöön kangasmaiden metsänparannustöissä. Se on ainakin yhtä tärkeä kuin hakkausalojen ns. raivaukset, taimiston perkaukset, harvennukset ym. Nykyisenä virtaviiva-aikana ei enää riitä yksistään hakkausalan siementyminen; on saatava takeet myöskin riittävästä ja nopeasta taimettumisesta. Kysymyksen tulevat työt merkitsevät tietenkin huomattavia kustannuksia, ja epäilen, että menee vielä pitkä aika, ennenkuin metsämaatamme muokataan muuta kuin ehkä kokeeksi jokin laikku siellä täällä, mutta sille ei maantutkija mitään mahda.