

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN

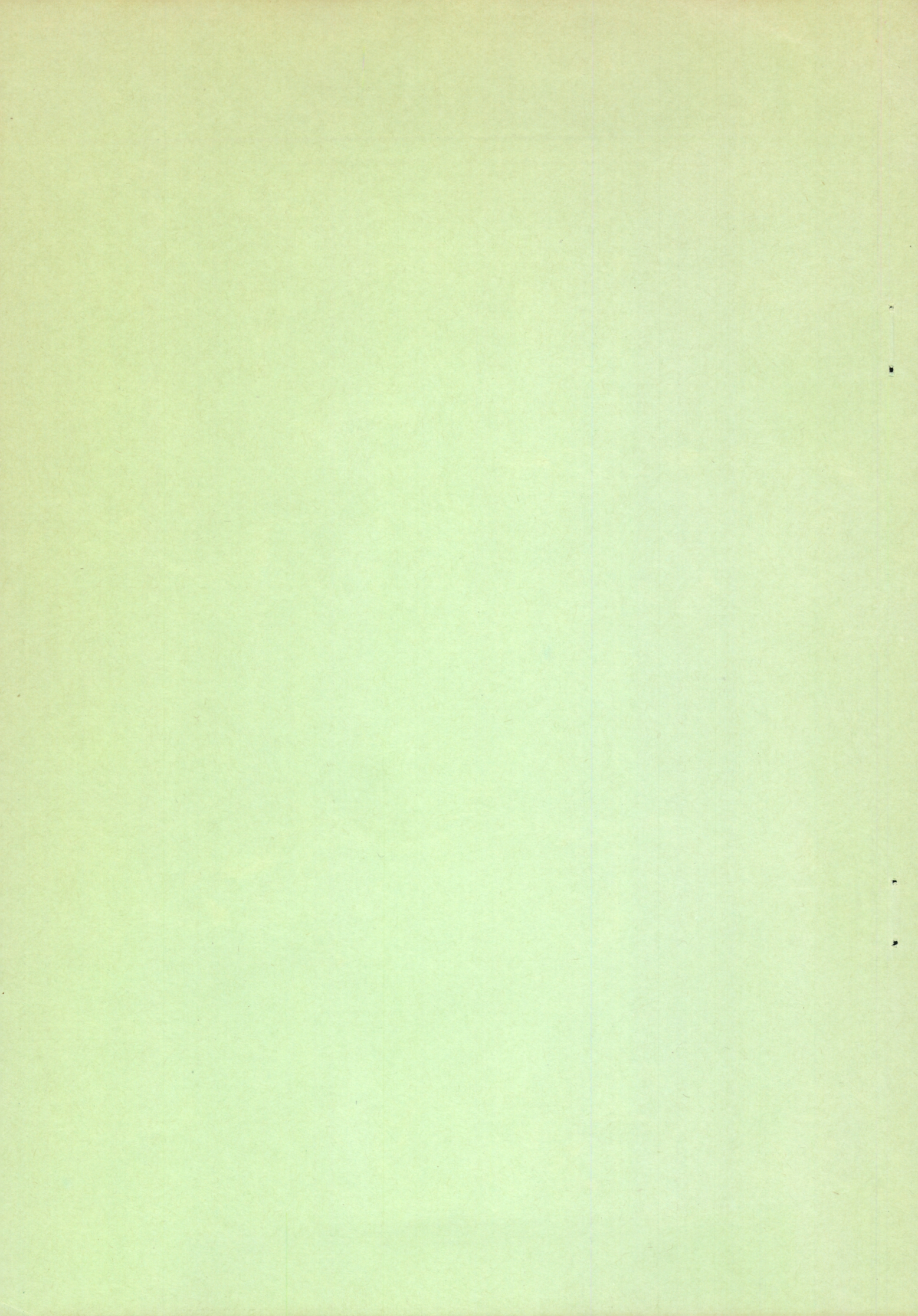
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

3/1979

Kasvuhäiriöprojektin sisäinen tiedotustilaisuus 28.11.1978

Yhteenveto esitelmistä

Kasvuhäiriöprojekti 1978



Kasvuhäiriöprojekti

Kasvuhäiriöprojekti on suontutkimusosaston, metsäpatologian tutkimussuunnan ja metsänarvioimisosaston yhteinen tutkimushanke, jonka tavoitteena on:

- kuvata puiden hivenravinnetaloutteen liittyvän kasvuhäiriön kehitys ja erottaa se muista puiden latvojen ja latvusten vaurioista (SUO+MSP)
- määrittää kasvuhäiriön laajuus ja esiintyminen Suomessa sekä sen metsätaloudellinen merkitys puuyksilön, metsikön ja valtakunnan metsien tasolla (SUO+ARI)
- kehittää menetelmiä kasvuhäiriön varhaiseksi toteamiseksi (SUO+MSP)
- selvittää kasvuhäiriön ja metsänparannustoimenpiteiden ym. metsien käsittelyn väliset syy-yhteydet (SUO)
- etenkin kehittää menetelmiä kasvuhäiriön torjumiseksi (SUO).

Projektin työskentely kohdistuu lähinnä turvemaiden nuoriin mäntyvaltaisiiin metsiköihin, mutta myös koivujen ja kuusen tuhot (myös metsitetyillä suopelloilla) ovat tutkimuksen kohteena.

Vuonna 1978 keskeinen tutkimuslinja oli kasvuhäiriön torjunta sekä tässä työssä tarvittavan perustiedon hankinta (diagnostiset, kasvifysiologiset ja metsäpatologiset tutkimukset). Suuri osa kenttätöistä tehtiin tutkimusasemien (KOL, PYH, PAR) kautta.

Vuonna 1979 tutkimusten painopiste tulee edelleen olemaan kasvuhäiriön torjunnassa. Perustutkimusten osalta pidetään tärkeänä kasvuhäiriöilmiön ravinnefysiologisia tutkimuksia sekä kasvuhäiriöalueiden turpeen fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien tutkimista.

Projekti on tarkoitus päättää v. 1981. Osatehtävistä metsänarvioimisen tutkimusosaston työ jatkuu kenttätöinä ja lopullisen yhteenvedon koostamisena vuoteen 1985 asti.

Tutkimus- I = suunnittelu/esitutkimus II = aineiston keruu
 vaiheet: III = aineiston käsittely IV = raportointi

Tärkeys	V a i h e			
	I	II	III	IV
Työohjelman tutkimusaiheluettelo (suontutkimusosasto)				
SUO 40-015 Kasvuhäiriöprojekti (Yht. PAR, Pyh). 1976-1981.				
1. Kasvuhäiriön torjunta				
	X	X	X	X
1.1. Hivenravinnekoheet maastossa. Huikari, Veijalainen. 1981.			X	X
1.2. Kasvihuonekoheet kasvuhäiriöalueen turpeella. Veijalainen, Kolari. 1979.			X	X
1.3. Tuhkalannoitus kasvuhäiriöalueilla. Veijalainen, Reinikainen. 1981.	X			
1.4. Kasvuhäiriön torjunta hivenravinneruiskutuksilla. Veijalainen 1981.	X			
1.5. Ylilannoitusoireet hivenlannoituskokeilla. Reinikainen, Silfverberg. 1981.	X			
2. Kasvuhäiriödiagnostiikka ja sen perusteet				
2.1. Kasvuhäiriöalueiden diagnostiset tunnuksat. Reinikainen, Veijalainen. 1979.			X	X
2.2. Pintakasvillisuus hivenravinnepuutosten ja kasvuhäiriöalttiuden ilmaisijana. Reinikainen, Utriainen. 1980.			X	
2.3. Kasvuhäiriön ajoittuminen ja kehitys. Silfverberg. 1979.				X
2.4. Kasvuhäiriö kuusella. Silfverberg. 1980.		X	X	
2.5. Kasvuhäiriö koivuilla. Raitio. 1980.	X	X		
2.6. Kasvuhäiriöpuiden biomassan ja tuotoksen jakautuminen ja sen kehitys. Reinikainen, Silfverberg. 1979.				X
2.7. Männyn kevät-paleltuminen, lannoitus ja kasvuhäiriöt Kivisuolla. Reinikainen. 1979.			X	
2.8. Männyn kasvuhäiriön kehitys Kivisuon lannoituskoe-kentällä 1965-75. Reinikainen. 1979.			X	
2.9. Hivenravinne-pitoisuuksien vuodenaikaisvaihtelu männyssä. Reinikainen. 1981.	X			
2.10. Turvemaiden metsäkasvupaikkojen hivenravinneravat ja lannoitustoleranssi. Reinikainen. 1981.	X			
2.11. Kasvuhäiriöalueiden turpeen fysikaalis-kemialliset ominaisuudet. Raitio. 1981.	X			
3. Kasvuhäiriön biologiset perusteet				
3.1. Männyn verson, juurten ja neulasten rakenteen ja niiden ravintilan välinen suhde kasvuhäiriöalueille. Raitio. 1979.		X	X	X
3.2. Kasvuhäiriöalueiden mäntyjen neulasten tärkkelys/sakkaroosipitoisuuksien ja vuosikasvain-ten aukiini-(IAA)pitoisuuksien suhde kasvuhäiriön kasvukauden aikana. Kolari. 1980.		X	X	

Tutkimus- I = suunnittelu/esitutkimus II = aineiston keruu
vaiheet: III = aineiston käsittely IV = raportointi

- 3.3. 6-P-glukonaatti-dehydrogenaasin aktiivisuus kasvuhäiriöalueen puissa. Pietiläinen. 1980.
3.4. Kasvuhäiriöalueen männyn päätesilmuvauriot. Pietiläinen. 1979.
3.5. Kasvuhäiriön aiheuttamiskokeet kasvuhormonilla (IAA) ja fenolijohdannaisilla. Pietiläinen. 1980.
3.6. Maaperän ja neulasten pH:n vaikutus männyn kasvuhäiriöön. Pietiläinen. 1979.

SUO 40-015 Kasvuhäiriöprojekti. 1976-1981.
ARI 10-001 Valtakunnan VII metsien inventointi. 1977-1985.

4. Kasvuhäiriön esiintyminen ja laajuus

- 4.1. Kasvuhäiriön esiintyminen Suomessa. Veijalainen. 1981.
4.2. Kasvuhäiriön kartoitusmenetelmät. Veijalainen, Reinikainen, Virtanen. 1981.
4.3. Metsien kasvuhäiriöpuiden inventointi. Salmiinen. 1985.

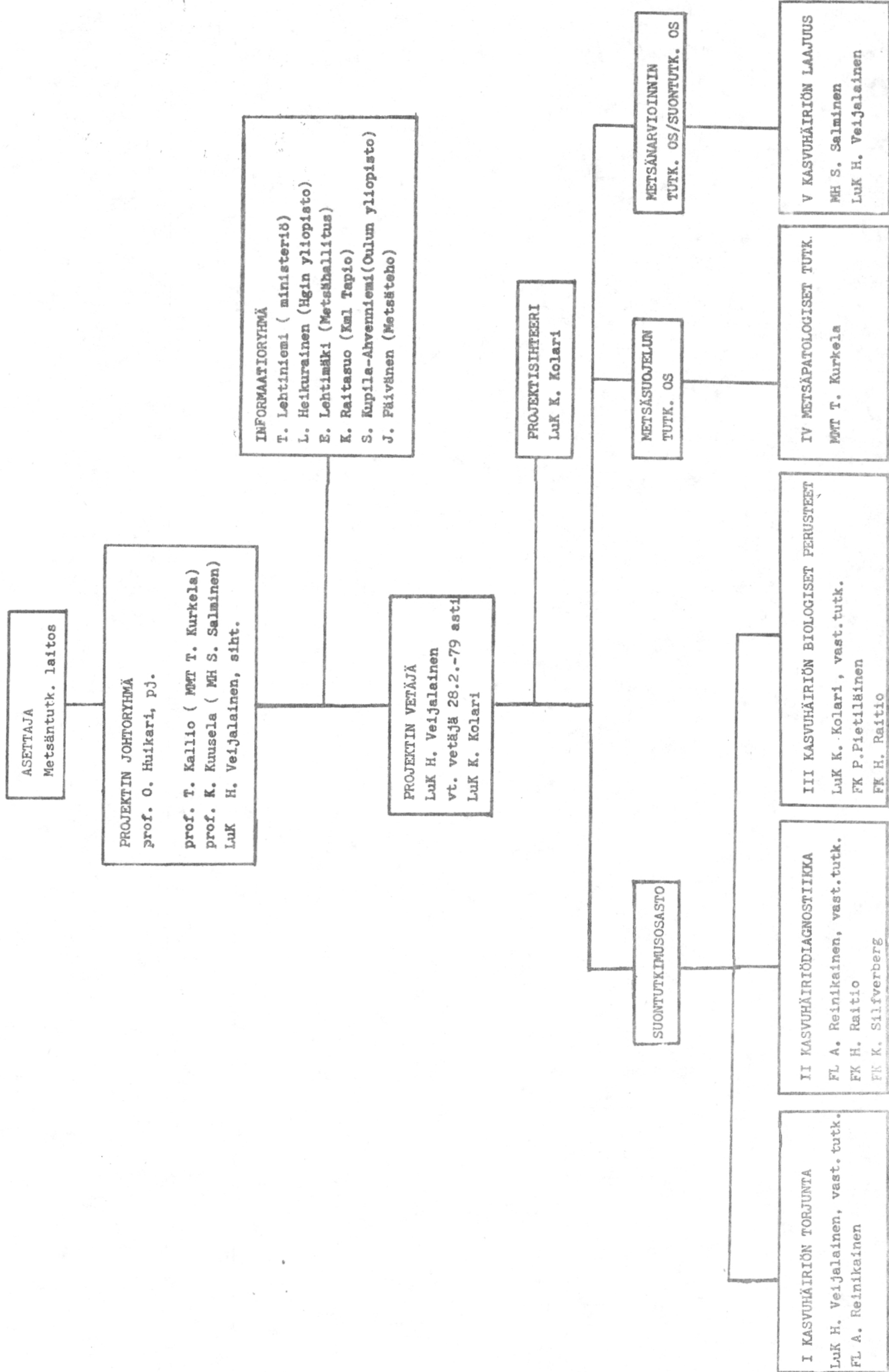
MSP 10-003 Kasvuhäiriöprojekti. 1977-1981.

5. Metsäpatologiset tutkimukset

- 5.1. Submikroskooppisten organismien esiintyminen kasvuhäiriöpuissa, eristäminen ja ymppääminen. Organismien patogeenisuus. Kurkela. 1979.
5.2. Kasvuhäiriön yhteydessä esiintyvät patogeeniset sienet, erityisesti *Scleroderris lagerbergii*, esiintymisen primaarisuus ja sienten aiheuttamat oireet. Kurkela. 1979.
5.3. Submikroskooppisten organismien leviäminen. Vektorit. Kurkela. 1980.
5.4. Kasvuhäiriöprojektin materiaallinen patogeeninen tarkastus. Kurkela, Laine. 1981.

Tärkeys	V a i h e			
	I	II	III	IV
			x	x
		x	x	
			x	x
			x	x
				x
		x	x	
	x			
		x	x	
				x
		x	x	
		x	x	
				x
			x	x
		x	x	

Kasvuhäiriöprojektin organisaatiokeavio v. 1978
kestoaika: 1976-1981



KASVUHÄIRIÖPROJEKTI

julkaisut vuoteen 1976 asti

+ = kasvuhäiriöprojekti

- + HUIKARI, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu 11: 24-25.
- + -"- 1975. Kasvuhäiriöstä metsissä. Metsä ja Puu 8:21.
- + JANSON, J. 1975. Undersökning av tallved, angripen av "eskimosis" (dieback). Centrallaboratorium Ab, Helsingfors. Rapport. 19s.
- + VEIJALAINEN, H. 1974. Makro- ja mikrolannoituskoe kuusen "eskimosis" alueella. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6/1974. Moniste 8s.
- + -"- 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsänojitusalueilla. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. Suo 26(5): 87-92.

julkaisut vuonna 1976

- + HUIKARI, O. 1976. Miksi puut kuolevat. Helsingin Sanomat 15.10.1976
- + KOSONEN, R. & SILFVERBERG, K. 1976. Havaintoja "eskimosis"-ilmiöstä männyllä Kivisuolla. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 8/1976. Moniste. 15s.
- + PAAVILAINEN, E. 1976. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated Carex globularis pine swamps. Folia For. 272: 1-16.

KASVUHÄIRIÖPROJEKTI

julkaisut v. 1977

+ = kasvuhäiriöprojekti

- + HUIKARI, O. 1977. Micro-nutrient deficiencies cause growth-disturbances in trees. *Silva Fennica* 11: 251-255.
- + KOLARI, K. 1977a. Boori kasvien fysiologiassa -kirjallisuuskatsaus. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1/1977. Moniste. 86s.
- + -"- 1977b. Näkökohtia mikroravinnepuutteiden (B,Zn,Cu ja Mn) vaikutuksista kasvien aineenvaihdunnassa. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 7/1977. Moniste. 7s.
- + -"- 1977c. Puiden booripuutosoireista. -kirjallisuuskatsaus. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 9/1977. Moniste. 28s.
- + -"- , PAAVILAINEN, E. & RAITIO, H. 1977. Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella. Summary: Pine root condition and growth disturbances. *Folia For.* 313: 1-16.
- + RAITIO, H. 1977. Tallarnas växtstörningar, markens näringsbalans och mikronäringsbrist. *Silva Fennica* 11: 255-257.
- + RAITIO, H. & RANTALA, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita - Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine -Description and interpretation. *Commun. Inst. Forest. Fenn.* 91(1): 1-30
- + VEIJALAINEN, H. 1977. Use of needle analysis for diagnosing micro-nutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravinnetilanteen määrittämisessä turvemilla. *Commun. Inst. For. Fenn.* 92.4

KASVUHÄIRIÖPROJEKTI

julkaisut v. 1978

+ = kasvuhäiriöprojekti

KAUNISTO, S. 1978. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus istutus-
taimien kehitykseen avosoilla. Välituloksia. Metsäntutkimus-
laitos. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7.

PAAVILAINEN, E. PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennako-
tuloksia. Summary: PK-fertilization on drained pine swamps in
Lapland. Preliminary results. Folia For. 343.

+ RAITIO, H. 1978. Pääravinnelannoituksen vaikutus männyn neulasten
rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla karulla avo-
suolla. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimusaseman tiedon-
antoja 7.

+ VEIJALAINEN, H. 1978a. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suo-
messa. Metsä ja Puu 2/1978

+ "- 1978b. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suo-
messa. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedon-
antoja 1/1978. Moniste 22 s.

+ "- 1978c. Kuparilannoitteiden vaikutus rauduskoivun
pituuskasvuun kasvuhäiriöalueen turpeella. Kasvihuonekoe. Esi-
tuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedon-
antoja 2/1978. Moniste 6 s.

KASVUHÄIRIÖPROJEKTI

Hivenravinnetalouteen liittyvät kasvuhäiriöt

Asia: selonteko projektin tutkimuksista

8.12.1978

Kasvuhäiriön torjunta (liitteet 1-2)

Kasvuhäiriön torjunta perustuu kemialliseen maa- ja neulasanalyysiin, jonka tulkintavaikeuksia on selvitetty hivenravinteiden osalta ja aiemmin myös makroravinteiden osalta.

Esikoetuloksina tiedetään kasvihuoneessa suoritettavista hivenravinnelajikokeista kasvuhäiriöalueen turpeilla seuraavaa: (1) Boorilannoituksessa, kuten myös kupari- ja sinkkisulfaattilannoituksessa on helposti vaarana myrkkyyvaikutus. (2) Ravinteilla on kasvualustaan sekoitettuna selvästi parempi vaikutus; myös nykyisiä kauppalannoitteita käytettäessä.

Maastokokeissa ei vanhoilla hivenravinne- ja tuhkalannoituskokeilla ole kasvuhäiriötä havaittu, huolimatta häiriöiden esiintymisestä ympäristössä. Puuntuhkalla on useissa kokeissa, samoinkuin hivenravinteilla saatu kasvuhäiriöoireet häviämään, Käytännön ohjeita ei kuitenkaan näiden osalta torjunnassa ole vielä voitu antaa. Tästä huolimatta on suometsien PK-lannoitteeseen lisätty jo booria (Kemira).

Torjunta tulisi suorittaa ennenkuin solukkovaurioita ilmaantuu puihin so. paljon ennen silminnähtävien makroskooppisten oireiden ilmaantumista puustoon. Latvakatojen esiintyminen pienessäkin osassa puustoa edellyttäisi välitöntä ryhtymistä torjuntaan.

Kasvuhäiriödiagnostiikka ja sen perusteet (liitteet 3-11)

Männyn kasvuhäiriölle tyypillisen oireyhtymän ulkoisina oireina ovat latvakasvaimen häiriöt näkyen selvimpänä vuosikasvaimen kärjen tai kärkisilmun kuolemisenä l. latvakatona. Tätä oiretta edeltää ja yhdessä sen kanssa esiintyy esioireina mm. seuraavia oireita: biomassan glituo-
tantua, runsasoksisuutta, runsasta neulastuotantoa neulashäiriöineen, epänormaalia paksuuskasvua, kasvainten nivelvälien lyhentymistä sykerö- ja "rotanhäntä"latvoineen sekä apikaalidominanssin heikentymistä latvuksessa.

Anatomisista oireista tunnetaan kasvuhäiriömännnyissä latvakasvainten ytimen solujen hypertrofia l. liikakasvu sekä ytimen onteloituminen. Vastaavia oireita on havaittu myös neulasten transfuusiosolukossa ja juurten keskuslieriössä.

Metsäpuiden hivenravinteiden puutetta käsittelevän laajan kirjallisuuskatsauksen perusteella männyn kasvuhäiriöoireet ovat lähinnä eri mäntylajeille ilmoitettujen boorin puutosoireiden kaltaisia muistuttaen vain vähän muille hivenravinteille ilmoitettuja mäntyjen puutosoireyhtymiä.

Männyn kasvuhäiriössä oireet ilmaantuvat alkukesällä, mutta selvimmät häiriöoireet tulevat esiin vasta latvakadon yhteydessä. Häiriön ilmene- mistapa on vuosina 1977-78 (ollut) samanlainen. Kasvuhäiriöalueiden terveennäköisten puiden häiriöityminen on ollut suuri; n. 30% ja todennäköisesti koko alueen puusto on häiriölle riskialtis. Puiden "pensastuminen" voi tapahtua jopa kolmessa vuodessa. Kasvuhäiriö iskeytyy enemmän alueen pienempiin kuin suuriin puihin (syy-seuraussuhde on tässä kohdin vielä epäselvä). Puiden neulasten ja versojen kehitys on sekä normaaleissa ja jo toipuvissa häiriöpuissa samankaltainen. Lisäksi alkukesän vähäsateisuus korreloi positivistisesti latvakatoisuuden kanssa.

Männyn kasvu ja biomassajakauma on kasvuhäiriöpuissa vinoutunut: (1) 2-5 vuoden latvakatoisen vaihe riittää aiheuttamaan huomattavan (20-50%) kasvutappion ja laatuluokan huonontumisen. Suuren runkopuuprosentin (>50%) saavuttanut puusto elpyy nopeammin kuin runsasoksainen nuori taimikko. (2) Runsasta oksamassan ja neulasten tuottoa sekä rungon vinoutunutta läpimitan ja pituuden suhdetta voidaan tietyin varauksin pitää kasvuhäiriön esioireina. Suuntaamalla kasvupotentiaalia hukkapuuhun ja huonontamalla runkomuotoa esioireet aiheuttavat kasvutappioita jo ennen latvakatovaihetta. (3) Tutkitussa häiriösekvenssissä (normaali → akuutti → krooninen → elpyvä) biomassajakauma muuttuu siten, että runkopuu -% pienenee ja etenkin oksien puuaineksen osuus kasvaa. Neulasmassan suhteellinen osuus kasvaa myös, mutta lievä neulaskato on ominainen akuutille tai krooniselle vaiheelle. Biomassajakauman normalisoitumista elpymisvaiheessa hidastaa kroonisessa vaiheessa syntynyt suuri uusien kasvupisteiden määrä (latvakatojen korjautumisyritykset).

Kasvuhäiriömäntyjen ravinnejakauma poikkeaa myös normaalista puustosta: (1) Neulasanalyttisessä tulkinnessa on voitu osoittaa boorin ja kuparin puutetta varsinkin suhteissa vuorovaikutteisiin pääravinteisiin (B/Ca, B/K, Cu/N ja Cu/P). (2) Ravinteiden jakautuma eri neulasvuosikertojen kesken poikkeaa kasvuhäiriöpuilla jonkin verran häiriöttömistä tapauksista; pää- ja hivenravinteita jää ylimäärin vanhoihin neulasiin (syyinä todennäköiset kulkeutumisvaikeudet). (3) Hivenravinteista boori ja

kupari kertyvät oksistoon. (4) Kasvuhäiriöpuut käyttävät kuiva-aineyksikön tuottamiseen poikkeuksellisen suuria ravinnemääriä. (5) Ravinteiden jakauma on kasvuhäiriöpuissa vielä biomassajauomaakin vinoutuneempi; tässä kohdin pääravinteiden painopiste on korostuneesti neulasistossa ja hivenravinteiden taas oksien puutuneessa aineksessa. (6) Hypoteettisten laskelmien mukaan täystiheän kasvuhäiriömetsikön ravinnesidonta on kasvualustan resursseihin nähden kestävämmällä pohjalla. (7) Kasvuhäiriön kehitysluokissa normaali - akuutti - krooninen - elpyvä ravinnejakaumavintoutumat ovat voimakkaimmillaan akuutissa vaiheessa ja jo kroonisessa vaiheessa esiintyy sisäisen ravinnebudjetin korjausyrityksiä.

Kasvuhäiriöalueiden pintakasvillisuutta tutkittaessa on hivenravinnepitoisuuksien havaittu vaikuttaneen merkittävästi kasvillisuuden kehitykseen, mutta toistaiseksi ei ole löydetty mitään helppokäyttöisiä hivenravinnetilanteen ilmaisijoita. Kasvuhäiriöllä on ojitetuilla turvemaidella eräitä seuralaiskasveja, jotka keskimääräistä useammin esiintyvät häiriöalueilla (rehevän ja rehevähkön kasvualustan lajistoa). Joukosta on mahdollisesti löydettävissä myös ravinne-ekologisia ilmaisijalajeja.

Kasvuhäiriön metsätaloudellisista syistä so. metsänparannus- ja hoitokäsittelyjen osuudesta kasvuhäiriön esiintymiseen tiedetään seuraavaa: (1) Ojituksen kasvua lisäävä vaikutus voi tietyissä tapauksissa johtaa sekä hivenravinteiden pitoisuuksien alenemiseen (ohentumisilmiö) että kasvuhäiriöihin. (2) Lannoitus on varsin usein (75-90%) syynä kasvuhäiriön puhkeamiseen. Liian runsas tai yksipuolinen peruslannoitus sekä voimakas jatkolannoitus lisäävät häiriöriskiä. (3) Muokkaus on kasvua parantaessaan lisännyt kasvuhäiriöriskiä karujen turvemaiden taimistoissa. (4) Istutustiheydellä on merkitystä häiriön puhkeamiselle ja tajuudelle ainakin riviviljelytekniikkaa käytettäessä. (5) Metsitetyt pelot kuukuvat luontaisesti rehevinä ja ravinnetaloudeltaan havupuille huonosti soveltuvina tärkeimpiin kasvuhäiriöriskialueisiin. (6) Puulajin ja alkuperän valinnalla voidaan häiriöalttiuteen vaikuttaa. Mm. huomattava osa männyn kasvuhäiriötapauksista sijoittuu ko. puulajille liian reheville, ja ennen muuta typpirikaille kasvualustoille. Esim. perinnöllinen taipumus runsaan oksamassan muodostamiseen taas voi jouduttaa häiriön esilletuloa kasvupaikoilla, joilla hivenravinteet ovat niukkuustekijänä.

Fosfori- ja kalilannoituksen on havaittu alentavan neulasten hivenravinnepitoisuuksia. Kasvuhäiriöalueilla on männnyissä havaittu neulasissa normaalia useammin korkeita fosforin jalkalin sekä toisinaan typen pitoisuuksia yhdessä normaalia alhaisempien booripitoisuuksien kanssa.

Myös kuparin ja sinkin pitoisuudet ovat olleet alhaisia. Luontainen ja ohentumisilmiön seurauksena syntynyt boorin puute näyttää useimmiten selittävän kasvuhäiriön ilmaantumisen, mutta ei läheskään aina.

Kasvuhäiriön biologiset perusteet (liitteet 12-15)

Alustavissa kasvuhäiriöpuiden aineenvaihduntaan liittyvissä kokeissa on havaittu häiriöluokkien välisiä eroja 1-vuotiaiden neulasten tärkkelyspitoisuuksissa, samoinkuin vuosikasvainten auksiinipitoisuuksissa. Tosin erot eivät pistokoeaineiston pienuudesta ja epätasaisuudesta johtuen ole merkitseviä, mutta suuntaa-antavia koskien häiriön boorinpuutehypoteesia. Männyn päätesilmuissa on 6-P-glukonaatti-dehydrogenaasi -entsyymin aktiivisuuden (mitattuna NADPH₂:n vapautumisena) havaittu olevan korkeampi NPK-lannoituksen saaneissa kasvuhäiriöalueen terveennäköisissä puissa kuin tuhkalannoituksen saaneiden puiden silmuissa. Nostamalla kasvuhäiriöalueen puiden silmujen liukoisen fraktion boorimääriä tuhkalannoituksen saaneiden puiden silmujen boorimääriä vastaavaksi on ko. entsyymin aktiivisuus saatu laskemaan tuhkalannoitettujen puiden silmujen tasolle, mikä viittaa kasvuhäiriöalueen puiden alhaisempiin booripitoisuuksiin sekä erilaiseen ns. pentoosifosfaatti-tien aktiivisuuteen solutasolla.

Kasvualustan (turpeen) pH:n ja kasvuhäiriön välillä on havaittu olevan myös yhteyttä. Kasvuhäiriötä esiintyykin usein laikuttain monien turvemaiden märimmissä kohdissa (rimpikuvioissa ja painanteissa). Ojitettujen rimpinevojen tasapinnoilla pH:n on todettu olevan 3.6, kun taas alueen jänteissä pH on ollut 4.5. Puuston kasvuhäiriöprosentit ovat alhaisimmat kasvualustan pH:n ollessa välillä 4.0-5.0. Edellä mainittua pH -väliä happamammilla ja emäksisimmillä alueilla kasvuhäiriötä on esiintynyt runsaammin.

Kasvuhäiriön esiintyminen ja laajuus Suomessa (liitteet 16-17)

Alustavan kyselytutkimuksen mukaan kasvuhäiriötä esiintyy maassamme koko metsäalueella laikuttain. 283 havainnosta 130 kunnan alueella suurin osa havaintokohteista sijaitsi Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa, kun taas pienin osa sijaitsi Vaasan ja Helsingin rannikkoseuduilla. Havainnoista oli: (1) alle 15 ha alueita 91.5%; (2) turvemaita 75.4%; (3) mättyvaltaisia puustoja 66.8%; (4) alle 8 metrin puita 80%; (5) PK- tai NPK -lannoitettuja 75% alueista. Arvioitu kokonaispinta-ala on kymmeniä tuhansia hehtaareja ja häiriö on kentältä tulevien ilmoitusten mukaan lisääntymässä.

Valtakunnan metsien 7. inventoinnissa kasvuhäiriö on mukana ns. moni-

latvaisuuskoodina. Kesällä 1977 arvioitujen Lounais-Suomen, Satakunnan ja Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakuntien alueiden osalta 7863 puusta löytyi 90 monilatvapuuta. Pinta-alakohtaisia tietoja ei ole merkitty, mikä viittaisi ryhmänjohtajien arviointien perusteella monilatvaisuuden rajoittuvan yksittäisiin puihin näillä alueilla.

Metsäpatologiset tutkimukset (liite 18)

Kuuden kasvuhäiriöalueen vioittuneista latvaversoista on eristetty sienirihmastoja ja tunnistettu viisi näistä. Kasvuhäiriöalueiden mäntyjen kasvavista versoista ja silmuista tehtyjen leikkeiden perusteella on havaittu nekroosin solukoissa alkavan silmun tai verson kärkikasvupisteestä tai kääpiöversojen aiheista, harvemmin ydinsolukosta. Ydinsolukko kasvupisteen alapuolella on ollut löyhää ja suurisoluvälistä. Useimmissa tapauksissa nekroottisista solukoista on myös löytynyt sienirihmastoja.

Lähes kaikkien projektiryhmien tutkimukset ovat edelleen pahasti kesken ja hidastuneet varojen puutteesta. Riittävän jatkorahoituksen turvaaminen on edellytys tilanteen parantamiseksi ja projektille asetettujen tehtävien toteuttamiseksi.

Kimmo K Kolari

vt. projektin vetäjä
projektsihtööri

KASVUHÄIRIÖN TORJUNTAMENETELMÄT

TORJUNTAA VOIDAAN YRITTÄÄ SEURAAVIN MENETELMIN

1. LANNOITUS

- 11. Makroravinnetasapainon oikaisu
- 12. Mikroravinnetasapainon oikaisu
- 13. Täysravinnelannoitteiden käyttö (esim. tuhka)
- 14. Haittavaikutusten neutralointi
- 15. Lannoitelajin valinta (myös lannoitusaika jne.)

Menetelmät: (+ = alustavia kokeita)

(++ = kokeita)

++ Kasvihuonekokeet kasvuhäiriöalueen turpeella

+ Injektiot: + neulasinjektio

+ oksainjektio

++ runkoinjektio

+ Ruiskutukset

++ Laikkulannoitus

++ Kaistalannoitus

++ Hajalannoitus

Tarkistukset yleisissä lannoitusohjeissa

2. VESITALOUDEN JÄRJESTELY

(Menetelmät: avoin)

3. METSÄNVILJELY JA PUULAJIVALINTA SEKÄ MYÖS PELLON METSITYS

(avoin)

4. METSÄPUIDEN JALOSTUS

(avoin)

5. RAIVAUS JA HARVENNUS

(avoin)

Kasvuhäiriöprojekti
Heikki Veijalainen
28.11.1978

Liite 2

KASVUHÄIRIÖN TORJUNTAMENETELMÄT

Tutkimus on pahasti kesken ja hidastunut varojen puutteen vuoksi.

Torjunta perustuu kemialliseen maa- ja neulasanalyysiin, jonka tulokintavaikkeitä on selvitetty hivenravinteiden ja aiemmin turvemaidilla myös makroravinteiden osalta.

Esikokeina on tehty kasvihuoneessa hivenravinnelajikokeita kasvuhäiriöalueen turpeella:

- kaupassa saatavat hivenlannoitteet eivät ole parhaita yhdisteitä
- boorilla saadaan helposti aikaan myrkkyyvaikutuksia, kuten myös kupari- ja sinkkisulfaattilla
- kasvualustaan sekoitettuna ravinteilla on moninkertainen vaikutus, myös nykyisiä kauppavalmisteita käytettäessä
- tuhkakokeet ovat vasta alussa.

Maastokokeita on perustettu 1960-luvulta lähtien kasvuhäiriöalueille. Paras tulos on saatu runkoon injektoidulla kuparikelaatilla (Muhos). Vanhoilla 1950 ja sen jälkeen perustetuilla hivenravinnelajikokeilla (kasvuhäiriöitä ympäristössä) ei tavata kasvuhäiriöitä.

Torjunta tulisi suorittaa ennenkuin solukkovaurioita ilmaantuu ja paljon aikaisemmin kuin silminnähtävät makroskooppiset oireet alkavat olla yleisiä kasvupaikalla.

Työ on kallista. Pelkkä neulasanalyysi maksaa n. 100 mk per näyte. Myös systemaattisten maastokokeiden teko on kallista eikä läheskään aina ole edes mahdollista (pienet kuviot jne.).

KASVUHÄIRIÖPUUN MAKROSKOOPPISET TUNTOMERKIT

I Suljetaan pois seuraavat primaariset syyt:

- A. Ei ole hyönteis- tai sienivaurio
- B. Ei ole muu biottinen tuho
- C. Ei ole makroravinnepuute
- D. Ei ole paleltumisesta, tuulesta, korkeasta pohjavesitasosta tms. aiheutuva vaurio.

II Yksi tai useampia seuraavista oireista on havaittavissa:

- A. Kaikissa tapauksissa
 - rehevä kasvutapa ennen oireiden ilmaantumista
 - pituuskasvun äkillinen vähentyminen
- B. Kasvuhäiriön eri vaiheissa
 - päätesilmun vinoutuminen, joskus pihkoittuminen
 - päätesilmun kuoleminen, joskus osittain
 - latvaverson ruskettuminen, usein kärjestä alkaen
 - latvaverson neulasten poikkeava lyhyys, kierteisyys, erimittaisuus ja epälukuisuus
 - latvaverson halkeaminen, litistymisen tai pullistuminen
 - latvaverson neulasten väli jää lyhyeksi (ruusukkeisuus tai rotanhäntämäisyys)
 - latvaverson apikaalidominanssi siirtyy sivuversoille ja syntyy yksi tai useita ohituskasvaimia
 - latvus on pyöreä tai tasainen
 - latvus on elävien ja kuolleiden oksien rykelmä
 - latvus on kuollut kokonaan
 - puu on pensasmaisen ja tukevarunkoinen
 - puu on kuollut kasvuhäiriöön

Uusia tuntomerkkejä ilmaantuu edelleen: kuvaus on vielä keskeneräinen.

Hannu Raitio

28.11.1978

MÄNNYN KASVUHÄIRIÖ METSITETYLLÄ SUOPELLOLLA.

Tutkimuksessa kuvattiin eräällä metsitetyllä suopellolla ilmenneen männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita sekä verrattiin näin saatua aineistoa vastaavista puista tehtyihin ravinneanalyysituloksiin.

Kasvuhäiriön makroskooppisia oireita olivat silmuissa havaitut erilaiset tasapainohäiriöt, silmujen kuoleminen ja runsas pihkavuoto, kasvainten erilaiset käyristymät, halkeamat, epänormaalit paksuntumat, apikaalidominanssihäiriöt, kasvainten haarautumien, tupsumuodostumat, sykeröt, kasvainten kehityshäiriöt sekä kasvainten kuoleminen. Neulaset olivat usein kasvaimen kärkiosassa erittäin paksuja, lyhyitä, sirppimäisiä tai eri tavalla kierteisiä.

Mikroskooppisista oireista huomattavimpia olivat silmujen, versojen ja neulasten onteloituminen, solukkojen epäjärjestys ja solujen liikakasvu. Tässä tutkimuksessa uusina oireina ilmenivät neulasten transfuusiosolukon sklerenkyymien soluseinien ohut sekundaarisoina sekä johtojänteiden epämuodostumat.

Ravinneanalyysit osoittivat, että kasvuhäiriöiden syynä on mahdollisesti maaperän niukan boori- ja mangaanipitoisuuden vallitessa runsaan kalium- ja osin kali- ja rautapitoisuuden indusoima boorin ja mangaanin puute. Makro- ja mikroskooppiset oireet tukivat tätä käsitystä.

Hannu Raitio

28.11.1978

PÄÄRAVINNELANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN NEULASTEN RAKENTEeseen JA RAVINNEPITOISUUKSIIN OJITETULLA KARULLA AVOSUOLLA (RAITIO 1978)

Tutkimuksessa selvitettiin männyn neulasten anatomisia fosforin puutosoireita sekä pääravinnelannoituksen vaikutuksia neulasten anatomiaan ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla karulla avosuolla.

Fosforin puutteen ensimmäisiä oireita neulasissa olivat sklerenkyymien solujen ohut sekundaariseinä sekä erilaiset johtosolukoiden vauriot. Edellä mainittujen oireiden lisäksi tavattiin varsinkin ankarissa puustiloissa ontelonmuodostusta tukisolukossa ja mesofyllissä.

Neulasten rakenteen ja ravinnepitoisuuksien avulla määritettiin eräiden ravinteiden ja ravinnesuhteiden puutos-, optimi- ja maksimipitoisuuksia.

Pääravinnelannoituksen todettiin alentavan eräitä neulasten hivenravinnepitoisuuksia. Tämän merkitys korostuu eritoten jatkolannoituksen yhteydessä, sillä mm. tässä koetapauksessa typpi-jatkolannoitus ojitetulla karulla avosuolla lisäsi voimakkaasti kasvuhäiriöiden määrää.

HAVAINTOJA ESKIMOOSIS-ILMIÖSTÄ MÄNNYLLÄ KIVISUOLLA 1976: (KOSONEN ja SILFVERBERG 1976):

- alkukesän vähäsateisuus korreloi positiivisesti latvakatoisuuden kanssa
- kasvuhäiriön esiintyminen eri lannoituskäsittelyillä oli VEIJALAISEN (1975) mukainen
- neulasten ja verson kehitys oli samanlainen sekä normaaleissa puissa että toipuneissa kasvuhäiriöpuissa.

KASVUHÄIRIÖN ALKUKEHITYS JA AJOITTUMINEN:

- häiriöoireiden muodostuminen tapahtuu alkukesällä
- selvät häiriöoireet ilmaantuvat useimmiten vasta latvakadon yhteydessä
- kasvuhäiriön ilmenemismuoto on ollut sama vuosina 1977 ja 1978
- vuotuinen puuston häiriöisyys voi olla suuri (n. 30%) ja usein koko alueen puusto on häiriöriskille alttiina
- pensastuminen voi tapahtua kolmessa vuodessa
- tiheä (varjostava ja vettä pidättävä) riviviljely kaistalannoituksineen on saattanut olla juuristolle haitallinen ja lisätä kasvuhäiriötä
- torjuntatoimet olisi tehtävä, jos pienikin osa puustosta on latvakatoista
- kasvuhäiriö on iskeytynyt enemmän pieniin kuin suuriin puihin (syy-seuraus -suhde on tässä epäselvä vielä).

28.11.1978

KASVUHÄIRIÖN VAIKUTUS MÄNNYN KASVUUN JA BIOMASSAJAKAUMAAN

Kolmella erityyppisellä kasvuhäiriöalueella on mitattu runkopuun kasvun kehitystä ja määritetty maanpäällinen biomassajakauma seuraavien tutkimusongelmien selvittämiseksi: (1) häiriön aiheuttamat kasvutappiot, (2) häiriön esioireiden ilmeneminen biomassajakau-
man muutoksina, (3) biomassajakau-
man muutos ravinnetaloudellisen häiriön aiheuttajana, ylläpitäjänä ja korjaajana.

Tulokset: (1) Runkopuun kasvutappio kehittyi esioireiden (kasvu-
vinoutuma) ja kroonisen latvakatovaiheen keston sekä häiriön metsikkökohtaisen taajuuden funktiona. Elpymisvaihe vaikuttaa hitaasti runkopuun kasvun normalisoitumiseen. 2-5 vuoden latvakato-
katoineen vaihe riittää aiheuttamaan huomattavan kasvutappion (20-50%) ja laatuluokan huononemisen. Suuren runkopuuprosentin (> 50 %) saavuttanut puusto elpyy nopeammin kuin runsasoksa-
sainen nuori tai-
mikko.

(2) Runsasta oksamassan ja neulasten tuottoa sekä rungon vinou-
tunutta läpimitan ja pituuden kehityksen suhdetta voidaan tie-
tyin varauksin pitää kasvuhäiriön esioireina. Suuntaamalla kasvu-
potentiaalia hukkapuuhun ja huonontamalla runkomuotoa esioireet
aiheuttavat kasvutappioita jo ennen latvakatovaihetta.

(3) Tutkitussa häiriösekvenssissä (normaali → akuutti → krooni-
nen → elpyvä) biomassajakauma muuttuu siten, että runkopuu -%
pienenee ja etenkin oksien puuaineksen osuus kasvaa. Neulasmas-
san suhteellinen osuus kasvaa myös, mutta lievä neulaskato on
ominainen akuutille tai krooniselle vaiheelle. Biomassajakau-
man normalisoitumista elpymisvaiheessa hidastaa kroonisessa vaihees-
sa syntynyt suuri uusien kasvupisteiden määrä (latvakatojen
korjautumisyritykset). Puun ravinnebudjetin kannalta todetut
biomassajakautuman muutokset voivat merkitä esim. kriittisten
hivenravinteiden kohdalla sellaista sitoutumista biomassaan
ja sellaisia kulkeutumisvaikeuksia, jotka voivat vaikuttaa ko-
ravinteiden saatavuuteen latvuksen kasvupisteissä.

28.11.1978

KASVUHÄIRIÖMÄNTYJEN RAVINNEJAKAUNA

Biomassatutkimuksesta johdetun hypoteesin pohjalta on analysoitu pää- ja hivenravinteiden pitoisuudet maanpäällisen biomassan seuraavista fraktioista: runko kuorineen, oksien puuaines kuorineen sekä uudet, 1 v. ja 2 v. neulasat. Häiriöluokkien (normaalit, akuutit, kroonikot ja elpyvät) vertailussa on pitoisuuksien lisäksi käytetty seuraavia ravinteiden käytön tunnuslukuja: pitoisuusuhteet, ravinteiden kokonaiskäyttö/kuivapainoyksikkö, ravinteiden jakauma eri biomassafraktioiden kesken sekä ravinteiden sitoutumisen ja biomassan muodostuksen suhdetta kuvaavaa suuretta % ravinteista/ % biomassasta.

Tulokset: (1) Konventionaalisisessa neulasanalyytisessä tulkin- nassa voidaan näissäkkin tapauksissa osoittaa selvää boorin ja kuparin puutetta varsinkin suhteissa vuorovaikutteisiiin pääravinteisiin (B/Ca, B/K, Cu/N, Cu/P). Myös sinkin relatiivinen puute näyttää Zn/P-suhteen valossa mahdolliselta.

(2) Ravinteiden jakauma eri neulasvuosikertojen kesken poikkeaa kasvuhäiriöpuilla jonkin verran häiriöttömistä tapauksista; sekä pää- että hivenravinteita jää ylimäärin vanhoihin (1- ja 2 v.) neulasiin.

(3) Puutuneiden biomassafraktioiden ravinnepitoisuuksissa havaitaan erikoispiirteenä kriittisten hivenravinteiden (B ja Cu) poikkeuksellista kertymistä oksistoon.

(4) Kuiva-aineyksikön tuottamiseen kasvuhäiriöpuut käyttävät poikkeuksellisen suuria ravinnemääriä.

(5) Ravinteiden jakauma kasvuhäiriöpuissa on vielä biomassajakaumaakin vinoutuneempi; tässä kohden pää- ja hivenravinteet käyttäytyvät eri tavoin. Pääravinteiden painopiste on korostuneesti neulasistossa ja hivenravinteiden oksien puutuneessa aineksessa.

(6) Hypoteettiset laskelmat osoittavat, että täystiheän kasvuhäiriö- metsikön ravinnesidonta on kasvualustan resursseihin nähden kestä- mättömällä pohjalla.

(7) Useimmissa em. tarkasteluissa käy ilmi, että kehitysluokissa No → A → Kr → E vinoutumat ovat voimakkaimmillaan A-vaiheessa, ja että jo Kr-vaiheessa esiintyy sisäisen ravinnebudjetin korjautu- misyrityksiä.

KASVUHÄIRIÖALUEIDEN DIAGNOSTISET TUNNUKSET

Pintakasvillisuuden erikoispiirteet

Tutkimuksessa pyritään soveltamaan perinteistä pintakasvillisuuteen perustuvaa kasvupaikkaluokittelua ja lannoitustarpeen määrittämissä menetelmää otsikossa mainittuun ongelmakenttään. Käytännössä toimitaan kahdella tasolla: (1) kasvillisuustutkimuksia suoritetaan hivenainelannoituskoekentillä, joissa puuston kasvu, kehitys ja kasvuhäiriöiden esiintyminen tunnetaan, ja (2) kerätään kasvillisuusmateriaalia mahdollisimman monenlaisilta kasvuhäiriöalueilta.

Kivisuon hivenlannoituskoekentältä on saatu tuloksia, joiden perusteella voidaan sanoa hivenainekäsittelyn vaikuttaneen merkittävästi kasvillisuuden kehitykseen ja kasvuhäiriöruusauden jossain määrin vaihtelevan pintakasvillisuuden mukaan. Erot kasvillisuudessa ovat kuitenkin niin vähäisiä, ettei toistaiseksi ole löydetty mitään helppokäyttöisiä hivenainetilanteen ilmaisijoita.

Kasvuhäiriöalueiden kasvillisuuden yleinen tarkastelu viittaa siihen, että kasvuhäiriöllä on ojitetuilla turvemilla eräitä seuralaisia, lajeja, jotka keskimääräistä useammin esiintyvät häiriöalueilla. Ne edustavat enimmäkseen rehevän tai rehevähkön kasvualustan lajistoa. Osittain tässä näkyy häiriöriskin riippuvuus luonnontilaisen suon pinnanmuotojen ja turvelajin vaihtelusta. Joukosta on kenties löydettävissä myös ravinneekologisia ilmaisijalajeja. Näiden kasvien levinneisyyden tarkastelu ja hivenainetalouden analyysi voi johtaa päätelmiin kasvuhäiriöalttiuden syistä ja kytkeytymisestä tiettyihin kasvupaikkoihin.

KASVUHÄIRIÖN METSÄTALOUDELLISET SYYT

Metsätaloudellisilla syillä tarkoitetaan mp- ja hoitokäsittelyjen osuutta kasvuhäiriön esiintymiseen. Niihin on kajottu jo VEIJALAINEN esityksessä.

1. Ojituksen kasvua lisäävä vaikutus voi tietyissä tapauksissa johtaa sekä hivenravinteiden pitoisuuksien alenemiseen (VEIJALAINEN 1977) että kasvuhäiriöihin (HUIKARI 1977).

2. Lannoitus on varsinkin usein syynä kasvuhäiriön puhkeamiseen. Liian runsas tai yksipuolinen peruslannoitus sekä voimakas jatkolannoitus lisäävät häiriöriskiä. Puutostila voi syntyä joko ravinnetasapainottomuuden tai ylinopean kasvun kautta. Levitystasaisuus on varteenotettava tekijä. Hyvän kuivatustehon ja voimakkaan lannoituksen vaikutuksesta syntyy ns. "ojanvarsieskimosis".

3. Muokkaus on kasvua parantaessaan lisännyt kasvuhäiriöriskiä karujen turvemaiden taimistoissa (KAUNISTO 1978).

4. Istutustiheydellä on merkitystä häiriön puhkeamiselle ja taajuudelle ainakin riviviljelytekniikkaa käytettäessä.

5. Metsitetyt pellot kuuluvat luontaisesti rehevinä ja ravinnetaloudeltaan havupuille huonosti soveltuvina tärkeimpiin kasvuhäiriöriskin alueisiin.

6. Puulajin ja alkuperän valinnalla voidaan häiriöalttiuteen vaikuttaa. Huomattava osa männyn kasvuhäiriötapauksista sijoittuu ko. puulajille liian reheville, ennen muuta typpirikaille kasvualustoille. Esim. perinnöllinen taipumus runsaan oksamassan muodostamiseen taas voi jouduttaa häiriön tuloa kasvupaikoilla, joilla hivenravinteet ovat niukkuustekijänä.

Kasvuhäiriön yleistymisen on osoitus mp- ja hoitotoimien intensiivisyydestä kohoamisesta. Samalla siinä kuvastuu mm. voimassa olevien lannoitusohjeiden ja lannoituskäytännön ylimalkaisuus.

Kasvuhäiriöprojekti
Heikki Veijalainen
28.11.1978

Liite 11

KASVUHÄIRIÖN RAVINNEFYSIOLOGISET SYYT (VEIJALAINEN 1978)

Lannoitus fosforilla, kalilla ja ehkä typellä alentaa puiden neulasten hivenravinnepitoisuuksia: ns. ohentumisilmiö.

Puiden kärsiessä makroravinteiden puutteesta hivenravinnepitoisuudet voivat olla normaalia suuremmat.

Kasvuhäiriöalueilla on todettu normaalia useammin korkeita fosforin, kalin ja joskus typen pitoisuuksia sekä samanaikaisesti varsin usein normaalia alhaisempia boorin pitoisuuksia. Havaintoja kuparin ja sinkin erittäin alhaisista arvoista sekä turpeessa että neulasissa on myös kertynyt. Monissa tapauksissa mangaanin arvot ovat voimakkaasti kohonneet.

Luontainen ja ohentumisilmiön seuraksena syntynyt boorin puuternäyttää useimmiten selittävän kasvuhäiriön ilmestymisen, mutta ei läheskään aina.

Tutkimus on vielä kesken. Kuusen ja koivun osalta tutkimukset ovat vasta alkamassa.

Kasvuhäiriöprojekti
Kimmo K Kolari
28.11.1978

Liite 12 (1)

KASVUHÄIRIÖN KUVAUS MIKROTASOLLA: aineenvaihdunta (KOLARI 1977b)

1. MENETELMÄT

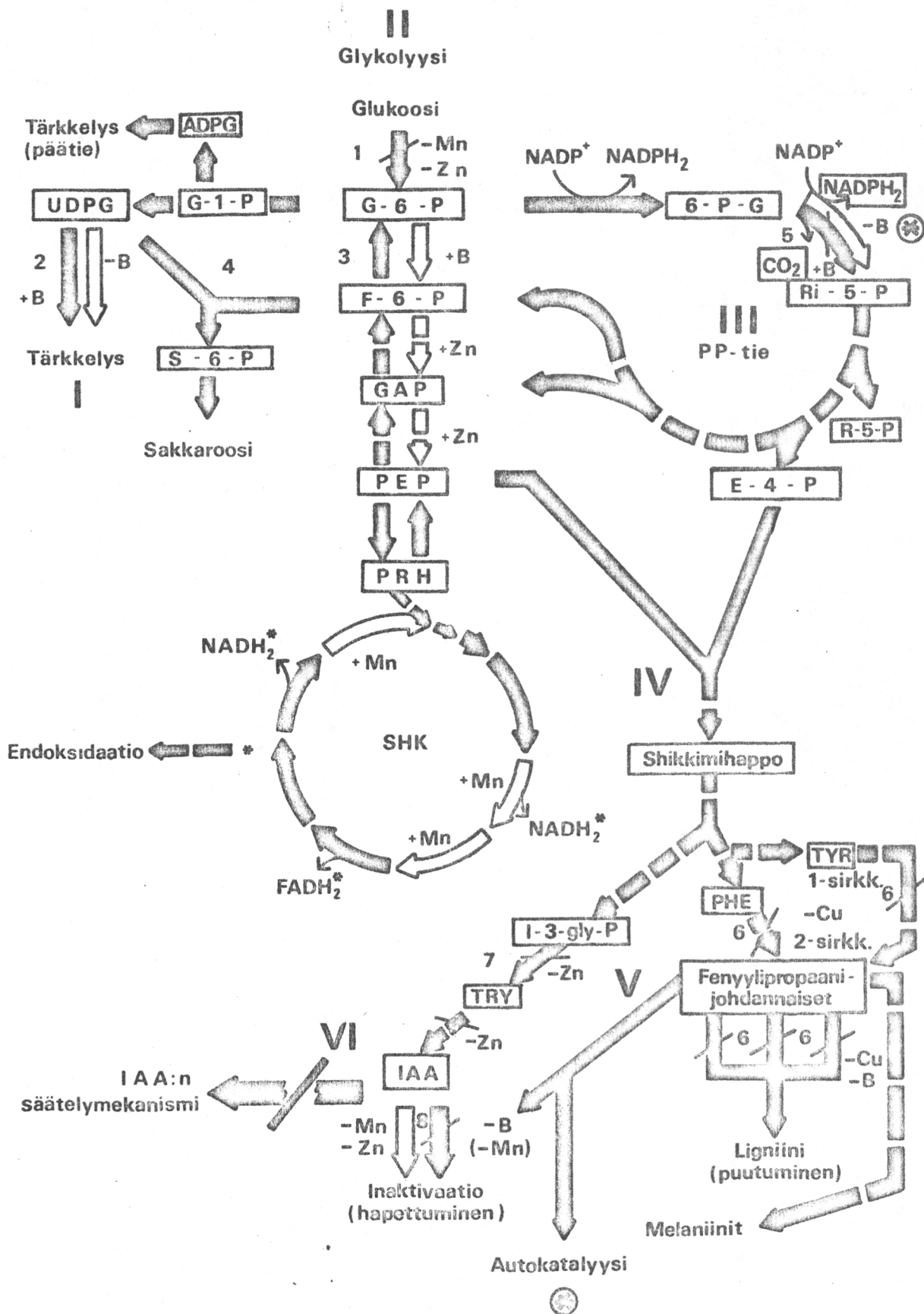
1.1 Karkea taso: väli- ja lopputuotteet

- tärkkelys, sokerit
- aromaattiset aminohapot, fenolijohdannaiset, ligniini, indoli-
etikkahappo (IAA)

1.2 Hieno taso: entsyymiaktiivisuudet

- tärkkelys-syntaasi, sakkaroosi-fosfaatti-syntaasi, sakkaroosi-
syntaasi
- glukoosi-6-fosfaatti- ja 6-fosfo-glukonaatti-dehydrogenaasi
- polyfenolioksidaasi
- tryptofaani-syntaasi
- IAA-oksidaasi

YKSINKERTAISTETTU KAAVIO :



Selitykset kaavioon:

- = mikroravinteen puute
- + = mikroravinnetta läsnä

- Entsyymit: 1) heksokinaasi
 2) tärkkelys-syntaasi
 3) glukoosi-fosfaatti-isomeraasi
 4) sakkaroosi-fosfaatti-syntaasi
 5) fosfoglukonaatti-dehydrogenaasi
 6) polyfenoli-oksidaasi
 7) tryptofaani-syntaasi
 8) IAA -oksidaasi (koostuu us. oksidaasientsyymistä)

Lyhenteet: B:(B(OH)₄): boraatti-ioni/boori

Cu:(Cu⁺): kupari-ioni.

E-4-P: erytroosi-4-fosfaatti

F-6-P: fruktoosi-6-fosfaatti

FADH₂: flaviiniamidi-adeniini-dinukleotidi

GAP: glyseraldehydi-3-fosfaatti

G-6-P: glukoosi-6-fosfaatti ; G-1-P: vrt. edellä

IAA: indoli-3-etikkahappo

I-3-gly-P: indoli-3-glyseriinifosfaatti

Mn: (Mn⁺⁺ ja Mn⁺⁺⁺) mangaani-ioni

NADH₂: nikotiiniamidi-adeniini-dinukleotidi (pelkistynyt)

NADPH₂: -- " -- " -- " -- -fosfaatti ("--)

NADP⁺: ----- " ----- (hapettunut)

PEP : fosfoenoli-palorypähappo

6-P-G: 6-fosfoglukonihappo

PHE: fenylalaniini

PP-tie: pentoosifosfaatti-tie

PRH: palorypähappo

R-5-P: riboosi-5-fosfaatti

Ri-5-P: ribuloosi-5-fosfaatti

SHK: sitruunahappokierto

S-6-P: sakkaroosi-6-fosfaatti


TRY: tryptofaani

TYR: tyrosiini

UDPG: uridiini-difosfaatti-glukoosi ; ADPG; adeniini --"--

Zn: (Zn⁺) sinkki-ioni

kaikki nuolet: reaktion suunta

 reaktiota estävä vaikutus

 -- " -- edistävä -- " --

 useita välireaktioita

KASVUHÄIRIÖN RAVINNEFYSIOLOGISTEN SYIDEN TULKINTA HIVENRAVINTEIDEN
OSALTA (KOLARI 1977 a,b)

1. Tulosten tulkintamahdollisuudet (karkeasti) yhdessä neulasanalyysien kanssa

1.1 Tärkkelys ja sokerit

- tärkkelyksen kasautuminen → boorin puute
- tärkkelyssynteessin heikentyminen → kuparin, mangaanin ja sinkin puute
- heikentynyt sakkaroosisynteesi; runsaasti glukoosia ja fruktoosia → boorin puute
- raffinoosi ja stakyoosi-synteessin heikentyminen (heikentyneen sakkaroosi-6-fosfaatti-synteessin kautta) → boorin, kuparin, mangaanin ja sinkin puute (paleltuminen)

1.2 Glykolyysi ja pentoosi-fosfaatti-tie (PP-tie)

- PP-tien liikatoiminta aktiivisen kasvun aikana → boorin puute
- glykolyysin osareaktioiden aktiivisuuksien heikentyminen → mm. mangaanin ja sinkin puute
- sitruunahappokierron osareaktioiden heikentyminen → mm. mangaanin puute

1.3 Aromaattiset aminohapot ja sekundaariaineenvaihdunta

- eri aromaattisten ah:jen kasautuminen → eri hivenravinteiden puutteet
- fenolijohdannain kasautuminen; heikentynyt ligniinisynteesi → boorin puute
- polyfenoli-oksidaasientsyymin heikentynyt aktiivisuus; heikentynyt ligniinisynteesi → kuparin puute
- indoli-etikkahapon (IAA) kasautuminen; IAA-oksidaasin toiminnan estyminen → boorin puute
- IAA-synteessin heikentyminen → sinkin puute

Kasvuhäiriöprojekti

Liite 14

Pekka Pietiläinen

28.11.1978

6-P-GLUKONAATTI-DEHYDROGENAASI -ENTSYYMIN AKTIIVISUUS KASVUHÄIRIÖ-
ALUEEN PUISSA (välituloksia)

Männyn päätesilmun luikoisessa fraktiossa olevan 6-P-glukonaatti-dehydrogenaasin aktiivisuus voidaan mitata NADPH₂:n (nikotiiniamidi-adeniini-dinukleotidi-fosfaatin) vapautumisena reaktiossa, jossa po. entsyymien toiminnan tuloksena 6-P-glukonaatista saadaan ribuloosi-5-fosfaattia.

Kasvuhäiriöalueen NPK-lannoituksen saaneiden terveennäköisten puiden silmuissa on edellä mainitun entsyymireaktion aktiivisuus ollut korkeampi kuin vertailualueen tuhkalannoitettujen puiden silmuissa. Nostamalla kasvuhäiriöalueen puiden silmu-uutteen booripitoisuutta tuhkalannoitettujen puiden silmujen booripitoisuuksia vastaavaksi on 6-P-glukonaatti-dehydrogenaasin aktiivisuus saatu laskemaan tuhkalannoitettujen puiden silmu-uutteen tasolle. Tulos viittaa ensiksi siihen, että kasvuhäiriöpuiden silmujen booripitoisuudet ovat solutasolla alhaisempia kuin tuhkalannoitetuilla ja toiseksi siihen että boori säätelee männyllä pentoosi-fosfaatti-tien aktiivisuutta silmuissa (ks. KOLARI 1977a ja liite 12 (2)).

Pekka Pietiläinen

28.11.1978

MAAPERÄN JA NEULASTEN pH:N VAIKUTUS MÄNNYN KASVUHÄIRIÖÖN

Rimpinevoilla, jotka ovat ennen ojitusta olleet luontaisia pintavesien virtausalueita, kasvuhäiriöt keskittyvät rimmille. Jännteillä kasvuhäiriöitä ilmenee yksipuolisesti pääravinteilla lannoitetuilla alueilla. Rimpien kasvuhäiriöitä on ennalta pystytty torjumaan pääravinnelannoituksilla yhdessä hivenravinneseoksella sekä myös tuhalla.

Ojitettujen rimpinevojen tasapinnoilla pH on ollut keskimäärin 3.6, kun taas alueiden jännteillä pH on ollut keskimäärin 4.5. Puuston kasvuhäiriöprosentit olivat pienimmät kasvualustan pH:n ollessa välillä 4.0-5.0. Tätä pH-väliä happamammilla tai emäksisimmillä kasvualustoilla kasvuhäiriöitä esiintyi runsaammin.

Kasvuhäiriöprojekti
Heikki Veijalainen
28.11.1978

Liite 16 (1)

KASVUHÄIRIÖN ESIINTYMINEN SUOMESSA

Alustava kyselytutkimus osoitti, että kasvuhäiriötä esiintyy Suomessa koko metsäalueella laikuittain.

Yhteenveto tuloksista:

- 283 havaintoa 130 kunnan alueelta, joista eniten havaintoja Pohjois-Pohjanmaalta ja Kainuusta, vähiten rannikkoseuduilta Vaasan ja Helsingin piirimetsälautakunnista
- kuusen latvakatohavaintoja oli eniten Järvi-Suomessa
- havainnoista oli alle 1 ha alueita 20.4 %
- " " - 4 ha alueita 63.8 %
- " " - 15 ha alueita 91.5 %
- havainnoista oli turvemaita 75.4 %
- havainnoista oli mäntyvaltaisia puustoja 66.8 %
- puustoja alle 2m oli 22 % havainnoista
- " " - 8m oli 80 % havainnoista
- alueista oli PK- tai NPK-lannoitettuja 75 %
- kasvuhäiriöitä on myös todettu koivuissa, pajuissa ja katajissa.

Uusia kasvuhäiriöilmoituksia saapuu edelleen suontutkimusosastolle ja metsänsuojelun tutkimusosastolle yksityisiltä metsänomistajilta, yhtiöiltä ja valtion metsistä,

Kasvuhäiriölaikkujen ympäristön terveennäköiset puut on todettu anatomialtaan ja ravinteisuusfysiologialtaan sairiksi.

Arvioitu kasvuhäiriön kokonaispinta-ala on kymmeniä tuhansia hehtaareja ja häiriö on lisääntymässä.

Esiintymistä käsittelevä tutkimus jatkuu projektissa yhteistyössä metsänarvioimisen tutkimusosaston kanssa.

KASVUHÄIRIÖESIINTYMÄT KASVUPAIKOITTAIN

	<u>Havainnot</u>	<u>Hehtaarit</u>
Ojitettu suo	51.3 %	44.0 %
Metsitetty pelto (81.5 % turvemaita)	19.4 %	50.8 %
Kivennäismaa	22.6 %	5.2 %
Ei tietoa	6.7 %	-
	<u>100.0 %</u>	<u>100.0 %</u>

Kankaat

Lehtokangas	1.9 %
Ruoho -"-	18.8 %
Mustikka -"-	43.4 %
Puolukka -"-	34.0 %
Varpu -"-	1.9 %

Rämeet

lettoräme	59.3 %
ruoho-	7.0 %
suursara-	
piensara-	18.6 %
tupasvilla-	32.8 %
rahka-	3.5 %

Puulajisuhteet

Mäntyvaltaisia	66.8 %
Kuusi -"-	15.3 %
Koivu -"-	3.7 %
Sekapuustoja	<u>14.2 %</u>
	100.0 %

TUHOERITTELYT VALTAKUNNAN METSIEN 7. INVENTOINNISSA

Valtakunnan metsien 7. inventoinnissa tehdään joitakin havain-
toja myös metsiä kohdanneista tuhoista. Tuhoerittely kohdistuu
toisaalta tuhon kohteeksi joutuneiden pinta-alojen selvittelyyn
ja toisaalta puukohtaisiin tuohavaintoihin.

Kasvuhäiriö ei ole mukana omalla koodinaan pinta-alaselvitte-
lyssä. Sen sijaan puukohtaisena koodina on ns. monilatvaisuus-
koodi, jonka kuvaus on seuraavat:

- Puussa on havaittavissa monilatvaisuutta, jonka alkuperäinen
syy ei ole tuoreen latvan katkeaminen, vaan latvan kuolemi-
nen (ei tervarosoa). Latvus on elävien ja kuolleiden latvo-
jen rykelmä, pensasmäinen. Tämä luokka muodostunee lähinnä
ns. eskimosis-puista.

Kesällä 1977 arvioitiin Lounais-Suomen, Satakunnan ja Uuden-
maan-Hämeen piirimetsälautakuntien alueet. Täältä löydettiin
90 monilatvapuuta, kun luettuja puita oli kaikkiaan 7 863 kap-
paletta. Osa näistä puista lienee ns. eskimosis-puita. Ei ole
kuitenkaan enää inventoinnin ryhmänjohtajien ammattitaidolla
selvitettävissä, mikä on ollut eri puilla monilatvaisuuden
aiheuttaja. Millekään niistä koealoista, joilta on mitattu
monilatvapuuta, ei ole merkitty pinta-alakohtaista tuhoa. Tämä
osoittaa, että monilatvaisuuden on kesällä 1977 arvioiduilla
alueilla katsottu rajoittuneen yksittäisiin puihin.

Eri ryhmänjohtajilla esiintyy monilatvatuhon hyvin epätasai-
sesti. Erot voivat olla todellisiakin, mutta ilmeisesti koulu-
tusta on jatkettava, jotta ryhmänjohtajat nykyistä paremmin
oppisivat erottamaan kasvuhäiriön aiheuttaman monilatvatuhon
muista latvatuhon.

Tähänastiset työt ja tulokset

Kuuden eri kasvuhäiriöalueen vioittuneista latvaversoista eristetty sienirihmastoja. Männyllä yleisimmät sienet ovat olleet (järjestys ei tarkistettu):

Aureobasidium pullulans

Scleroterris lagerbergii

Sclerophoma sp.

Ophionectria sp.

Cenangium ferruginosum

+ lukuisa joukko toistaiseksi tunnistamattomia sieniä

7 runsaimmin esiintyneellä sienellä tehtiin ympäyksiä männyn versoihin Alkkiassa.

Kasvuhäiriöalueiden mäntyjen kasvavista versoista ja silmuista on tehty paraffiinimikrotomileikkeitä. Leikkeistä on pyritty paikallistamaan nekroosin alkamiskohta sekä aika, jolloin se voimakkaimmin laajenee. Edelleen leikkeistä on tarkistettu sienirihmastojen läsnäolo nekroottisissa soluissa.

Yleisimmin nekroosi on alkanut silmun tai verson kärkikasvupisteestä tai kääpiöversojen aiheista, harvemmin ydinsolukosta. Ydinsolukko kärkikasvupisteen alla on ollut löyhää sisältäen suuria soluvälejä. Useimmissa tapauksissa nekroottisesta solukosta on löytynyt myös sienirihmastoja.

