

*M a a t a l o u d e n  
t u t k i m u s k e s k u k s e n  
j u l k a i s u j a*

S A R J A A

45

*Matti Luostarinen  
Ahti Reijonen  
Mailis Mäkinen  
Juha Pirkkamaa*

## **Öljypellavan kuidun hyödyntäminen**

*Matti Luostarinen, Abti Reijonen,  
Mailis Mäkinen ja Juha Pirkkamaa*

---

# **Öljypellavan kuidun hyödyntäminen**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-528-6

ISSN 1238-9935

*Copyright*

Maatalouden tutkimuskeskus

Matti Luostarinen, Ahti Reijonen, Mailis Mäkinen  
ja Juha Pirkkamaa

*Julkaisija*

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 7502, telekopio (03) 418 8339

*Painatus*

Vammalan Kirjapaino Oy, 1998

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

---

Luostarinen, M.<sup>1)</sup>, Reijonen, A.<sup>2)</sup>, Mäkinen, M.<sup>2)</sup> & Pirkkamaa, J.<sup>3)</sup> 1998. Öljypellavan kuidun hyödyntäminen. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisu. Sarja A 45. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 50 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-528-6.

<sup>1)</sup> Maatalouden tutkimuskeskus, luonnonvarojen tutkimusyksikkö, 31600 Jokioinen, [matti.luostarinen@mtt.fi](mailto:matti.luostarinen@mtt.fi)

<sup>2)</sup> Tampereen teknillinen korkeakoulu, tekstiili- ja vaateustekniikan laitos, PL 589, 33101 Tampere, [mmakinen@cc.tut.fi](mailto:mmakinen@cc.tut.fi)

<sup>3)</sup> Agropolis Oy, 31600 Jokioinen, [juha.pirkkamaa@agropolis.fi](mailto:juha.pirkkamaa@agropolis.fi)

---

# Tiivistelmä

---

*Avainsanat: pellava, pellavakuitu, kebruutekniikka, nonwoven-tuotteet, tuotekehittely, swot-analyysi, verkostotalous*

---

Pellavasta on lyhyessä ajassa tullut yksi varteenotettava laji suunniteltaessa peltojemme uskäyttöä. Taustalla on talouden integroituminen sekä uusien tuotantovaihtoehtojen ja teollisten prosessien etsintä. Pellavaraaka-aineen soveltuvuutta tuotedifferointiin sekä verkostotaloudessa hyödynnettäväksi halutaan tutkia. Tätä varten on käynnistetty usean tutkimusprojektin kokonaisuus, jossa mukana on eri alojen tutkijoita tutkimuslaitoksista, korkeakouluista ja yliopistoista, sekä öljy- ja kuitupellavan jalostuksesta vastaavia yrityksiä, viljelijöitä ja alueellisia projektiorganisaatioita. Koko tuotantoketjun hallinta edellyttää usean ongelmakohdan poistamista. Tässä tutkimuksessa haetaan ratkaisua öljypellavan kuidun hyödyntämiseksi.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää menetelmät, joilla öljypellavan varren kuitu voitaisiin hyödyntää teollisesti joko kehuussa tai kuitukangas- eli nonwoven-tuo-

tannossa. Tutkimuksen alussa selvitetään pellavan historiaan ja tuotantoon liittyvät lähtökohdat sekä nelikenttäanalyysin tulokset eli tuotantoon liittyvät vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat.

Öljypellavan ja kuitupellavan välillä ei ole olennaisia eroja kuidun hienoudessa, lujuudessa ja venymässä. Pituudeltaan öljypellavan kuitu on lyhyempää kuin kuitupellavan, mutta soveltuu kuitukangastuotannon raaka-aineeksi. Kehruuta ja joitakin neulattuja tuotteita ajatellen ongelmana on kuitumateriaalin puhdistaminen päistäreistä. Käyttötarkoitukseen sopivien tuotantokoneiden suunnittelu edellyttää vielä lisätutkimuksia. Teollinen toiminta on mahdollista aloittaa esimerkiksi puutarhojen kasvualustoista. Öljypellava ei kilpaile kuitupellavan kanssa. Sen sijaan kuitupellavan käsittelyssä syntyvä jätekuitu voidaan hyödyntää öljypellavan kuitua jalostavissa prosesseissa.

---

Luostarinen, M.<sup>1)</sup>, Reijonen, A.<sup>2)</sup>, Mäkinen, M.<sup>2)</sup> & Pirkkamaa, J.<sup>3)</sup> 1998. Utilization for linseed flax fibre. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 45. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 50 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-528-6.

<sup>1)</sup> Agricultural Research Centre of Finland, Resource Management Research, FIN-31600 Jokioinen, Finland. [matti.luostarinen@mtt.fi](mailto:matti.luostarinen@mtt.fi)

<sup>2)</sup> Tampere University of Technology, Fiber, textile and clothing science, PL 589, FIN-33101 Tampere, Finland, [mmakinen@cc.tut.fi](mailto:mmakinen@cc.tut.fi)

<sup>3)</sup> Agropolis Oy, FIN-31600 Jokioinen, Finland, [juha.pirkkamaa@agropolis.fi](mailto:juha.pirkkamaa@agropolis.fi)

---

## Abstract

---

*Keywords: flax, flaxfibre, spinning techniques, nonwoven, product development, swot analysis, network economics*

---

Within a short time, flax has considerably increased the alternative use of our fields in Finland. In the background of this development lie economic integration, a search for new production alternatives and, simultaneously, the start-up of new industrial processes in order to achieve multiproduct benefits, product diversification and the advantages of network economics. A comprehensive entity of several research projects has been initiated to organise the process, involving researchers from various research institutes and universities, companies that process linseed flax and fibre flax, flax growers and regional project organisations. To be able to control the entire production chain, many problems need to be solved, one of which is associated with this research project in search of a solution for the utilisation of flax fibre.

The aim of this research was to find methods for the industrial utilisation of oil-

seed flax fibre either in spinning or in non-woven production. The report starts with a review of the history and production of flax as well as a fourfold table analysis weighting the strengths, weaknesses, opportunities and risks in production.

Fibre test indicated that there are no essential differences in fibre fineness, strength and elongation between linseed flax and fibre flax. The fibre length of linseed flax is shorter as compared to fibre flax, but it is a suitable raw material for nonwoven production. Separating the shives from the fibre is a problem in view of using the fibre material for spinning or in certain needled felt products. The choice of suitable production machinery is also difficult. Industrial production could be initiated, e.g., by producing growth bases for gardens. Linseed flax does not compete with fibre flax, but the waste fibre from fibre flax can be utilised in linseed processes.

# Alkusanat

Öljypellavan kuidun hyödyntämismahdollisuuksia on tutkittu osana niitä pellavaan liittyviä tutkimushankkeita, joita on johtanut Maatalouden tutkimuskeskuksen luonnonvarojen tutkimusyksiköstä (MTT/LVA) erikoistutkija, FT Matti Luostarinen ja koordinoanut maaseudun ja elintarviketalouden kehittämissyhtiö Agropolis Oy:stä yritysasiainmies, agronomi Juha Pirkkamaa. Tarvittavat kuitututkimukset on tehnyt Tampereen teknillisen korkeakoulun tekstiili- ja vaateustekniikan laitoksella (TTKK/TEVA) dipl.ins. Mailis Mäkinen professori Ahti Reijosen ohjauksessa. Tutkimuksen on rahoittanut Maa- ja metsätalousministeriö. Pellavayritys Elix Oil Oy on monin tavoin tukenut työtä hankkimalla mm. tarvittavan koemateriaalin.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää menetelmät öljypellavan varren kuidun hyödyntämiseksi teollisen tuotannon raaka-aineena kehuussa tai kuitukangas- eli nonwoven-tuotannossa. Öljypellavan kuitua on tutkittu sekä Suomessa että ulkomailla varsin vähän. Tämä tutkimus päätettiin käynnistää siinä vaiheessa, kun öljypellavan viljely meillä oli saavuttanut n.

1 000 ha laajuuden ja oli odotettavissa synergiaetuja kasvin sekä siemen- että varsi-osan kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä. Perusteita tutkimukselle oli esitetty muutenkin sekä Suomessa mm. maa- ja metsätalousministeriön non-food tutkimuksen työryhmässä (Työryhmämuistio MMM 1995:11) että muualla (Industrial Fibre Crops, European Commission, 1994).

Tämän julkaisun osan I (Pellavayrittäjyyden mahdollisuudet Suomessa) on kirjoittanut Matti Luostarinen, osan II (Öljypellavan kuitututkimukset) Mailis Mäkinen ja osan III (Johtopäätökset öljypellavan kuidun soveltuvuudesta nykyaikaiseen teollisuustuotantoon) Ahti Reijonen. Julkaisun on koonnut projektikoordinaattori Juha Pirkkamaa.

Tutkimus on edellyttänyt projektiryhmältä runsaasti kanssakäymistä muiden tutkijoiden, viljelijöiden sekä alan yrittäjien kanssa niin Suomessa kuin myös Englannissa, Pohjois-Irlannissa, Saksassa ja Ranskassa. Esitämme parhaat kiitoksemme kaikille yhteistyötahoille.

Jokioisilla 30.3.1998

*Matti Luostarinen*

*Ahti Reijonen*

*Mailis Mäkinen*

*Juha Pirkkamaa*

# Sisällys

Tiivistelmä . . . . .	3
Abstract . . . . .	4
Alkusanat . . . . .	5
I Pellavayrittäjyyden mahdollisuudet Suomessa ( <i>Matti Luostarinen</i> ) . . . . .	9
1 Yleistä . . . . .	9
2 Pellavan historiaa . . . . .	10
3 Pellavan uusi tuleminen . . . . .	11
4 Pellavayrittäjyyden lähtökohdat . . . . .	13
4.1 Vahvuudet . . . . .	13
4.2 Heikkoudet . . . . .	15
4.3 Mahdollisuudet . . . . .	15
4.4 Uhat . . . . .	16
II Öljypellavan kuitututkimukset ( <i>Mailis Mäkinen</i> ) . . . . .	18
1 Taustaa . . . . .	18
2 Tavoitteet . . . . .	18
3 Aineisto ja menetelmät . . . . .	19
3.1 Yleistä . . . . .	19
3.2 Kuituhienouden, murtolujuuden ja -venymän määrittäminen . . . . .	20
3.3 Kuitusaanto ja kuitupituusjakautuma . . . . .	21
3.4 Koeajot . . . . .	21
3.4.1 Norrholmin pellavatila . . . . .	21
3.4.2 Pellavallinen Oy . . . . .	21
3.4.3 Suupohjan Kehruutehdas Oy . . . . .	21
3.4.4 MC-Konerakennus Oy . . . . .	21
3.4.5 Temafa Textilmaschinenfabrik Meissner, Morgner & Co. Gmbh . . . . .	21
3.4.6 Oskar Dilo Maschinenfabrik KG . . . . .	22
3.4.7 Tampereen teknillinen korkeakoulu . . . . .	22
4 Tulokset ja tulosten tarkastelu . . . . .	22
4.1 Öljypellavan kuituhienous, murtolujuus ja venymä . . . . .	22
4.2 Kuitusaanto ja kuitupituusjakautuma . . . . .	23
4.3 Koeajot . . . . .	26
III Johtopäätökset öljypellavan kuidun soveltuvuudesta nykyaikaiseen teollisuustuotantoon ( <i>Abti Reijonen</i> ) . . . . .	27
1 Tavoitteet . . . . .	27
2 Yleistä öljypellavan käsittelystä . . . . .	27
2.1 Yleistä . . . . .	27
2.2 Pellavan jatkokäsittely . . . . .	29

2.3 Käytännön realistiset tavoitteet . . . . .	30
3 Millainen on suomalainen öljypellavakuitu? . . . . .	31
4 Temafalla ja Dilolla tehtyjen kokeiden arviointia ja niistä syntyneitä kehitysajatuksia . . . . .	32
5 Millä tuotteilla ja missä järjestyksessä tästä eteenpäin? . . . . .	37
6 Lyhyt yhteenvedo projektista . . . . .	40
7 Tärkeimmät suositeltavat jatkotoimenpiteet ja tarvittavat lisäselvitykset . . . . .	40
7.1 Työnjako . . . . .	40
7.2 Yhteistoimintaverkko . . . . .	42
7.3 Neulatut tuotteet . . . . .	42
7.4 Lihtaus . . . . .	42
7.5 Täydentävyys . . . . .	42
7.6 Eri laitteistovaihtoehdot . . . . .	43
7.7 Materiaalivirta . . . . .	43
7.8 Laatu luokitus . . . . .	43
7.9 Narut . . . . .	43
8 Öljypellavan kuiduista saatavia tuotteita . . . . .	43
8.1 Neulaamalla valmistetut tuotteet, niiden ominaisuudet ja laatuvaateet . . . . .	45
8.1.1 Kasvualustat . . . . .	45
8.1.2 Kasvimaiden suojakankaat . . . . .	45
8.1.3 Lämmöneristeet . . . . .	45
8.1.4 Rakennus- ja sisustuslevyt . . . . .	46
8.1.5 Sivelypohjat . . . . .	46
8.1.6 Neulatut geotekstiilit . . . . .	46
8.1.7 Kuitukangaspohjaiset verhoilukankaat . . . . .	46
8.1.8 Pakkausten suojausmateriaalit . . . . .	46
8.1.9 Äänen, värinän ja iskunvaimennuslevyt, suodattimet . . . . .	46
8.1.10 Kokolattiamattojen ja parkettien alusmatot . . . . .	46
8.1.11 Kattohuopien aluskangas . . . . .	47
8.2 Langat . . . . .	47
8.2.1 Kutomojen ja neulomojen langat . . . . .	48
8.2.2 Käsityölangat ja ns. neulelangat . . . . .	48
8.2.3 Narut . . . . .	48
8.2.4 Tiivistenaumat . . . . .	48
8.3 Öljypellavakuitupohjaiset komposiitit . . . . .	48
Kirjallisuus . . . . .	50



# I Pellavayrittäjyyden mahdollisuudet Suomessa

Matti Luostarinen

*Maatalouden tutkimuskeskus, luonnonvarojen tutkimusyksikkö, 31600 Jokioinen*

## 1 Yleistä

Pellavasta on lyhyessä ajassa tullut yksi varteenotettavimmista viljeltyjen peltojemme uuskäyttöön soveltuvista lajeista. Sen käytön vahvuuksina on pidettävä aikaisempaa kansallista osaamistamme alkaen viljelyn historiasta ja edeten viljely- ja jalostusketjun eri osajien yhteistyöhön. Pellava on kilpailukykyinen kasvi ja se tarjoaa uuden mahdollisuuden sekä tuotanto- että ympäristökasvina.

Pellavalla on ekologisia vahvuuksia ja se tarjoaa laajat mahdollisuudet tuotedifferointiin. Monituote-edut olisivat kuitenkin hyödyttömiä ilman korkean osaamisen taustalla olevaa kansallista perinnettä. Ilman viljelyhistoriaa siitä ei käytäisi nyt minäänlaista keskustelua maassamme.

Pellavan historiaan liittyvät myös sen vaikeimmat ongelmat, eli yleistyä ja kilpaila sekä viljelykasvina että laajemmin ketjuuntuneen tuotannon raaka-aineena. Pellavaan liitetään sekä viljelyssä että jalostuksessa mielikuvia yhtäältä merkantilismin ajalta sekä toisaalta pula-ajalta sotavuosien muistona. Kasvin monipuolisen käytön teknologinen viive on syntynyt vuosikymmenten saatossa ja siihen liittyy vanhakanlaisia uskomuksia mm. käsittelytavoista. Myös terminologia on perinteistä. Lihtaus

ja häkilöinti rohtimiseen ovat samaa historiallista perua kuin kirkut ja ruuhet tai ag-raariyhteiskunnan koko se historiallinen välineistö, jota kotiseutumuseumme ovat tulvillaan. Merkantilismin traditio näkyy pellavan massatuotannon teknologiassa, jossa tuoteominaisuudelle ja -differoinnille ei ole ollut sijaa. Niinpä pellava joutuu kilpailemaan asemansa takaisin tilanteessa, jossa kansallisesti joudumme ottamaan kiinni vuosikymmenten kehityskaaren. Tämä koskee pellavaa sekä kuitu- että öljykasvina ja sen varaan rakentuvaa koko tuotannon, tuotekehittelyn ja markkinoinnin ketjua.

Samalla pellava on erityisen kiintoisa kasvi haettaessa uusin mahdollinen osaaminen sekä viljelytekniikkaan, jalostukseen, tuotteistamiseen ja tuotekehittelyyn että lopulta yrittäjien ketjuunnuttamiseen uutta osuustoimintaa tai verkostotalouden periaatteita soveltaen. Yhteistyönä voi syntyä sekä kansallisesti että kansainvälisesti merkittäviä monialaisen tutkimuksen ja tieteen sovelluksia. Mukana on biologista, teknistä, taloudellista, hallinnollista ja kaupallista osaamista sekä niiden ketjuunnuttamista. Tässä julkaisussa on käsitelty erästä keskeistä tuotannon ja tuotekehityksen pullonkauloista, ratkaisua öljypellavan kuituominaisuuksien kaupalliseen käyttöön.

**Taulukko 1.** Öljypellavan viljelyalat EU:n alueella ha vv. 1995–97.

Maa	1995	1996	1997
Ranska	3531	3749	4930
Italia	220	95	64
Saksa	54544	82528	96175
Tanska	1765	2887	4154
Englanti	54338	48256	78086
Irlanti	1209	781	–
Belgia	129	48	47
Hollanti	28	10	3
Espanja	4853	20492	–
Portugali	60	1444	–
Itävalta	1377	2020	3071
<i>Suomi</i>	1015	2084	2207
Ruotsi	4228	6862	10410
Yhteensä	127313	171357	199147

Lähde: EU, DG VI, 1998

## 2 Pellavan historiaa

Pellava on vanhin tunnettu kuitukasvi. Tätä Vähä-Aasiasta kotoisin olevaa kasvia käytettiin kankaiden valmistukseen jo ainakin 5000 vuotta sitten; mm. foinikialaiset laivasivat Egyptistä pellavakankaita kaikkiin Välimeren maihin ja perustivat kehräämöjä ja kutomoja.

Myöhemmin roomalaiset oppivat pellavan käytön kreikkalaisilta ja roomalaisten mukana pellava levisi myös Alppien pohjoispuolelle (Niini 1978, Seppälä 1982, Luostarinen 1996). Nokkoskasvin rinnalla linum-pellava tuli jo esihistoriallisena aikana tutuksi suomalaisille tai oikeammin suomalais-ugrilaisille esi-isillemme.

Todennäköisesti uutta tulokasta pidettiin aluksi nokkoskasvina, ja lisäksi kaksi kulttuurista kohtasivat toisensa sekä viljelytekniikassa että kuitukasvien käsittelytaidoissa.

Alkujaan Egyptissä pellava oli silkkiäkin merkittävämpi Kleopatran aurinkopliiseerattujen pukujen sekä faaraoitten, ylipappien ja korkeimpien virkamiesten lannevaatteiden ja muumioiden käärinliinojen raaka-aine, mutta Pohjolan kansat käsittelivät sitä karkeammalla tekniikalla.

Euroopassa pellavan viljely kuitukasvina yleistyi 1300-luvulla ja Flanderista muodostui myöhemmin pellavanjalostuksen tärkein kansainvälinen keskus. Pitkäkuituinen kuitupellava ei kuitenkaan levinnyt merkittävästi Euroopan ulkopuolelle. Sen sijaan öljypellavan johtavat tuottajamaat ovat aina olleet pääosin Euroopan ulkopuolella, erityisesti Intiassa, Argentiinassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Oikeastaan vasta viime vuosina öljypellavasta on alkanut tulla myös eurooppalainen viljelykasvi. Sitä viljellään varsinkin Saksassa ja Englannissa (taulukko 1). Pohjoismaissa ja myös Suomessa viljeltävä pellava on nykyisin toisin kuin sotavuosina - pääosin öljypellavaa. Pellavaa hyödynnetään siis toiseen tarkoitukseen ja toisentyypisellä tekniikalla kuin aiemmin. Tämä koskee niin viljelyä, viljelytekniikkaa ja sadon käyttöä kuin tuotteiden monipuolisuuttakin. Pellavan käyttö muuna kuin kuitukasvina ja tekstiiliteollisuuden raaka-aineena on ollut eurooppalaisille ja myös suomalaisille uusi asia. Kuitenkin nykyään pellavan viljelyalasta lähes 70 % on öljypellavaa ja Euroopan osuus tästä alasta on vain muutaman prosentin luokkaa. Pellava ei ole siten tänään eurooppalainen viljelykasvi, vaikka sen viljelyalat ovatkin jyrkässä nousussa. Kuitupellavan tärkeimmät tuottajamaat ovat kuitenkin edelleen Euroopassa lähinnä entisen Neuvostoliiton alueilla sekä muualla Itä-Euroopassa. Länsi-Euroopassa Ranska, Belgia, Espanja ja Iso-Britannia ovat huomattavia kuitupellavan tuottajia. (taulukko 2).

Suomessa pellavaa käytettiin 1500-luvulla mm. veronmaksuvälineenä. Varhaisimmat tekstiililöydöt ajoittuvat nuoremmalle rautakaudelle. Pellavaa viljeltiin mahdollisesti jo ajanlaskumme ensimmäisinä vuosisatoina, jolloin käsite ”pellava” lii-

**Taulukko 2.** Kuitupellavan viljelyalat EU:n alueella ha v. 1995–97.

Maa	1995	1996	1997
Ranska	54673	44556	45400
Italia	20	10	–
Saksa	3271	4595	1362
Tanska	149	61	57
Englanti	16897	20219	19080
Irlanti	5	3	42
Belgia	10948	10522	11000
Hollanti	4420	3808	4051
Espanja	11497	46613	48000
Portugali	22	135	1125
Itävalta	1370	1102	787
Suomi	104	383	944
Ruotsi	5	3	–
Yhteensä	103385	131998	131848

Lähde: EU, DG VI, 1998

tettiin maassamme vielä nokkoskasveihin.

Merkantilismin kulta-aikoina 1700-luvulla pellava saavutti Suomessa kukoistuskautensa ja Ruotsi-Suomen vallankäyttäjät markkinoivat maata pellavamaana. Kankureiden ammattikunta oli maan mahtavin, ja yksistään Porvoosta vietiin ulkomaille vuosittain runsas 100 000 metriä pellavapalttinaa. Koulutus oli korkeatasoista etenkin Turun, Porvoon, Hämeenlinnan ja ennenkaikkea Otavalan pellavanviljely- ja kehruukouluissa. Kansainvälistä koulutusta suomalaiset opettajat saivat erityisesti ranskalaisilta mestareilta Vadstenassa.

Tuttuja olivat jo tuolloin valtionavustukset, tuontikiellot, vientipalkkiot jne. Lahjoilla ja etuuksilla kankureita ja käsityöläisiä pyrittiin ohjaamaan silloisiin kaupunkeihimme, ja ulkomaan kaupasta vastaavia keskuksia suosittiin. Maaseudulla kudottiin lähinnä vain omaan käyttöön ja mm. aateliskartanoilla, suurimmilla pitäjillä ja ruukeilla oli omat kankurinsa. Suomen Talousseura levitti pellavanviljelyä aina Pohjois-

Pohjanmaalle ja Kainuuseen saakka.

Visio Suomesta pellavamaana oli ylioptimistinen. Jo 1700-luvulla olivat näkyvissä ensimmäiset merkit taantumasta ja Porvoon palo vauhditti pellavalle kielteistä kehitystä. Taloudellinen lama rahanarvon laskuineen, jalostuksen keskittämisineen, puhdistuslaitoksineen ja puoluepoliittisine vehkeilyineen lakkautti kehruukoulun toisensa jälkeen. Raaka-aineen hankinta siirtyi maan rajojen ulkopuolelle.

Valtiopäivien pyrkimys edistää kansallista tuotantoa ja jalostusketjua määräyksin, kielloin ja avustuksin ei enää toiminut merkantilismin vaihtuessa liberalismiin. Osaamisketjuihin tuli suuria aukkoja ja niiden palauttaminen oli myöhemmin mahdollista. Samaan aikaan kun elintarviketuotanto hyötyi lukuisista tuki- ja suojamuurijärjestelmistä, tekstiiliteollisuus kävi kilpailua avoimilla markkinoilla ja maataloustuotanto suuntautui elintarviketuotannon varmistamiseen. Maaseudulle ja maatalouteen syntynyt tukijärjestelmien kudelma siirsi pellavapellot nurmi-, vilja- ja öljykasveille.

Sotien aikana pellava elpyi vielä uudelleen, mutta välittömästi sotien jälkeen uudet tuottoisimmat viljelykasvit (sokerijuurikas ja rypsi) sivuuttivat pellavan viljelyn sen ydinalueilla. Niinpä, kun pellavan viljelyala kohosi sota-aikana yli 10 000 hehtaariin, väheni se vuoteen 1950 tultaessa 1000 hehtaariin ja 1970-luvun alussa Suomessa tilastoitiin pellavan viljelyalaksi enää runsas yksi hehtaari. Tampella lopetti Finlaysonin ohella pellavakankaiden tuotannon, Messukylän liotuslaitos lopetti toimintansa jo vuonna 1944, Hankalan loukku vuonna 1956 ja kotimaisen raaka-aineen vastaanottamisen Tampella lopetti vuonna 1971. Tekokuidut näyttivät päättävän lopullisesti pellavan tarinan Suomessa.

### 3 Pellavan uusi tuleminen

Innostus pellavan viljelyyn alkoi viritä uudelleen 1980-luvulla. Ylä-Savoon perustet-



**Kuva 1.** Pellava tarjoaa vaihtoehdon synteettisille kuiduille mm. autojen sisustuksessa. (Kuva: Juha Pirkkamaa.)

tiin yliopistojen osaamista verkostoiva alueen kuntien osaamiskeskus, jonka ensimmäinen projekti oli Sukevan pelloilla viljelty pellava (Kanta-Oksa 1992). Kuitenkin vasta EU:n myötä pellavanviljelystä tuli vakavasti otettava haaste suomalaisille viljelijöille ja samalla kiintoisa vaihtoehto peltojen uuskäytölle.

Aikaansa seuraavat tilat ovat varautuneet kotimaisen pellavan uushyödyntämiseen ja tuotekehittelyssä on käynnistynyt eri puolella Suomea innovatiivisia hankkeita. Näistä osa liittyy edelleen kuitupellavan hyödyntämiseen, mutta ehkä tärkeimmät kuitenkin öljypellavaan ja sen käytön tehostamiseen sekä öljy- että kuitukasvina. Pisimmälle on ehditty Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) ydinalueilla Lounais-Hämeessä ja Varsinais-Suomessa eten-

kin Somerolla. Täällä on viety eteenpäin tutkimuksen, tuotekehittelyn ja yritystoiminnan yhteisiä hankkeita ja koordinoitu samalla koko kansallista pellavaosaamistamme. Tavoitetta noin 5000 viljellystä peltohehtaarista voidaan pitää realistisena jo lähivuosina keskittymällä tuotekehittelyssä öljypellavan öljyn jalostuksen ohella lyhytkuidun käsittelyyn ja käyttöön rakennuseristeenä, kasvuvalustana tai teknisenä tekstiilinä (kuva 1 ja kuva 2).

Tampereen teknillisen korkeakoulun kanssa käynnistetty tutkimus on erityisen merkittävä haettaessa ratkaisua öljypellavan kuituraaka-aineen käsittelylle ja käytölle. Tämän rinnalla on menossa tutkimuksia, joiden tuloksiin palataan myöhemmin ja jotka liittyvät lyhytkuidun jatkojalostukseen, lajikejalostukseen sekä siemen-

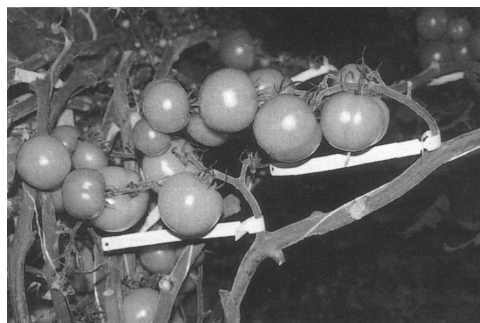
ten käyttöön öljynä ja rouheena (ks. kuva 3). Samalla haetaan ratkaisuja viljelytekniisiin kysymyksiin sekä eräisiin lähinnä bioteknisiin sovelluksiin ja myös pellavan lääketieteelliseen käyttöön (Santti 1994, Susiluoma 1996). Yritysten mukanaolo ja viljelijä- renkaat ovat osa eräänlaista uusosuustoiminnallista verkostoitumista tuotannon ydinalueelle. Uusia sovellutusalueita ovat niin ikään kestumuoviset jatkuvakuitu- komposiitit (Suokas 1989, 1996) sekä Oulun integroitu tuotanto (Vilppunen 1994). Ehkä perinteisempää kuitupellavan käyttöä edustavat Etelä-Pohjanmaan, Pohjois-Savon ja Lammin pellavahankkeet ja pitkän kuidun hyödyntäminen.

## 4 Pellavayrittäjyyden lähtökohdat

Pellavanviljely- ja tuotekehittelyprojekti käynnistettiin nelikenttäanalyysillä (Swot-analyysi). Tässä haettiin pellavan uuden tulemisen vahvuudet ja heikkoudet sekä mahdollisuudet ja uhat. Vuonna 1995 tehtyä analyysiä (Luostarinen 1996) on täsmennetty kertyneen kokemuksen pohjalta.

### 4.1 Vahvuudet

- 1) Ensimmäisenä vahvuutena on syytä korostaa edelleen kansallista osaamistamme alkaen pellavan viljelytaidon historiasta ja jatkuen ketjuuntuvaan eri osaamisalueiden yhteistyöhön. Kokemuksen mukaan osaamisen erityisalueet on mahdollista integroida sekä eri laitosten tutkimustyössä että uusmuotoisessa yritys- ja osuustoiminnassa. Näistä jälkimmäinen liittyy vahvemman perinteeseen kuin edellinen.
- 2) Toinen vahvuus on pellavan kilpailukyky uudessa taloudellisessa tilanteessa. Tämä näkökulma on edelleen vahvistu-

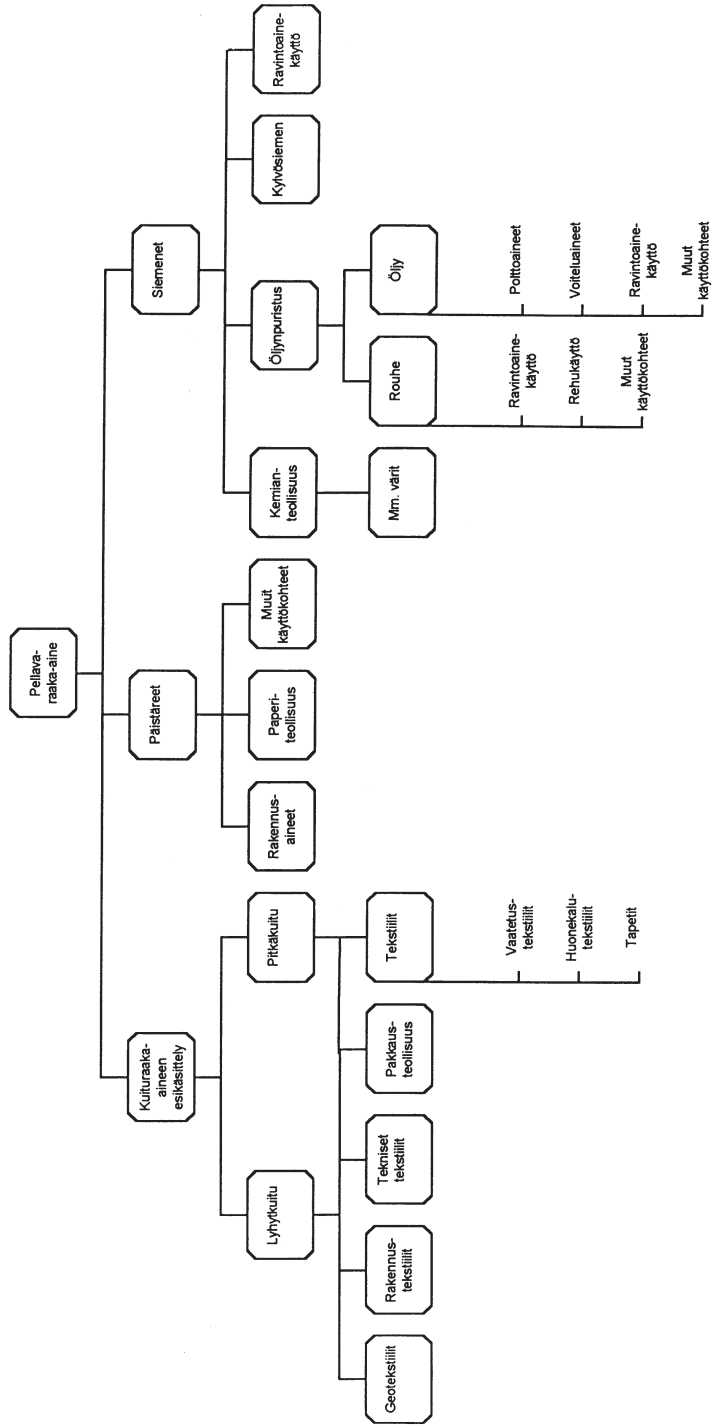


**Kuva 2.** Pellavan lyhyen kuidun eräs käyttömahdollisuus on lasinalaisviljelyn kasvualustoissa. (Kuva: Marianna Soini.)

nut sekä käytännön viljelyssä että yritys- toiminnassa. Pellava on pienekin kokemuksen jälkeen viljelijälle kilpailukykyinen kasvi sekä tuotanto- että ympäristönäkökulmasta tarkasteltuna. Viljelyalan tasaiseen kasvattamiseen on kaikki edellytykset ja tutkimus, tuotekehitys sekä yritystoiminta tukevat kehitystä.

- 3) Kolmas vahvuus on pellavan ekologisuus. Tämä on etenkin Keski-Euroopan markkinoilla tärkein vahvuus ja sellaisena se tulisi nähdä myös Suomessa. Tätä imagoa on vahvistettu sekä kuitu- että öljypellavan uusien innovatiivisten tuotteiden kohdalla. Kokemukset tuotannosta mm. Elix Oil Oy:ssä vahvistavat käsitystä ja uusia yrityksiä on syntymässä (Hongisto 1996)
- 4) Neljäntenä vahvuutena ovat pellavan omat tuoteominaisuudet. Pellava on luonnonsilkin ohella ensimmäisiä teknisesti käytettyjä tekstiilejä. Pellavalla on hyvä absoluuttinen lujuus, alhainen venymä, hyvä mitta- ja muotopysyvyys, voimakas kiilto, hyvä kosteuden imu- ja siirtokyky sekä viileyden tuntu (ei hios- ta).
- 5) Viides vahvuus on yhteiskunnallisissa arvoissa tapahtuva polarisoituminen ja

# Pellavan käyttömahdollisuuksia



Kuva 3. Pellavan käyttömahdollisuuksia.

kulutustottumukset. Pellavalle on etua myös pitkällä aikavälillä nykyisestä ympäristökasvatuksesta ja sen vaikutuksista kilpaileviin öljyteollisuuden tuotteisiin. Lisäksi kansainvälinen historiallinen perinne edellyttäisi sen käytössä korkeaa high tech -osaamista, vaikka Suomessa pellavaan liittyy erilaisia traditioita. Pellavasta käytyä keskustelua leimaa vieläkin sotavuosien rasite sekä markkinoinnin kannalta väärä arvo maailma.

## 4.2 Heikkoudet

- 1) Ensimmäisenä heikkoutena ovat pellavan tuotantoon liittyvät taloudelliset rasitteet tai riskit. Käytännössä rasite liittyy koko maaseudun kehittämistä vaikeuttavaan taustaan, jossa juuret ovat syvällä merkantilismin rakenteissa, massatuotannossa ja heikossa uusyrityshäviön ilmapiirissä. Muutokset tässä syntyvät hitaasti ja harvojen osajien kautta.
- 2) Toinen heikkous liittyy alan teknologian vähäiseen innovatiivisuuteen Suomessa. Jo pellavaan liittyvän terminologiainkin juuret ovat kaukana agrariiyhteiskunnan perinteissä. Funktionaalisiin elintarvikkeisiin ja uusiin ruokailutottumuksiin, lääketieteelliseen ja bioteknisiin innovaatioihin, entsyymaattiseen liotukseen ja muovin aineisiin on vaikea liittää lihtausta ja häkilöintiä rohtimineen. Kotiseutumuseot ja lääketieteellisuuden laboratoriot olisi kyettävä pitämään erillisinä - kumpaakaan kuitenkaan väheksymättä.
- 3) Kolmas heikkous on hankkeen käynnistämisaikajankohta. Laman vaikeimpina vuosina, 90-luvun alussa, oli tavattoman vaikea käynnistää ja toteuttaa sellaisia hankkeita, joiden merkitys on enemmän tuoteominaisuuksissa kuin massatuotannossa. Uuden teknologian sisäänajo on aina hidasta eikä meillä ole maataloudessa verkostotalouden perinteitä osuustoiminnan ulkopuolella. Lisäksi osuustoiminta oli jo saavuttanut sellaisen kypsyyden, jossa yksityinen viljelijä oli ikään kuin osa massatuotannon raaka-aineita tuottavaa koneistoa. Etäännyminen osuustoiminnan juurilta oli tapahtunut.
- 4) Neljäntenä heikkoutena ovat henkiset esteet. Pellava koettiin pula-ajan korvikkeena lamavuosien Suomessa. Siihen liitettiin samoja arvoja kuin pettureipään tai kahvin korvikkeisiin. Alan innovatiivinen uusyrityshäviö joutui Suomessa kilpailemaan tilanteessa, jossa kilpailijamaillo oli vuosikymmeninen etu tuotekehittämissä. Meillä uutta tuotantoa käynnistettiin ikään kuin ”viruskulttuurin” varjossa. Jotkut yrittivät ammentaa tästä voimavaran (turismi, luontaistuotteet), mutta menettivät samalla mahdollisuuden kehittää nykyäikaista yritystoimintaa.
- 5) Pellavalla on kuitu- ja öljykasvina heikkouksia, joiden korjaaminen on aiemmin jäänyt vähälle huomiolle mm. jalostustyössä. Nykyisin niitä on korjattu ja tästä työstä raportoidaan erikseen. Pellavayrittäjillä on edessään samoja ongelmia kuin esim. luomutuottajilla. Kriittisen massan saavuttaminen on ehkä suurin ongelma. Kansallisten hankkeiden yhdistäminen ja koodinointi on ollut välttämätöntä jalostusasteen nostamiseksi ja monipuolistamiseksi, viljely- ja korjuumenetelmien hoitamiseksi sekä yhteisen logistiikan suunnittelemiseksi.

## 4.3 Mahdollisuudet

- 1) Pellava on oloissamme hyvin menestyvä pitkän päivän kasvi. Kasvi on myös saatoisuudeltaan kilpailukykyinen EU:n kilpailijamaihimme verrattuna.

- 2) Pellavan käyttömahdollisuudet ovat tavattoman laajat alkaen tekstiili- ja rakennusteollisuudesta ja edeten elintarviketalouteen, lääketeollisuuteen ja muoviteollisuuteen. Pellavan jatkojalostukseen kuuluu pitkälle viety fraktiointi ja ketjuuntunut osaaminen (esim. Reijonen 1996, Susiluoma 1996).
- 3) Verkostotalouden periaatteiden toteuttaminen on pellavan kohdalla kansallinen haaste. Alueellinen erikoistuminen, viljelijöiden uusosuuskunnat, alueelliset käsittelylaitokset, raaka-aineiden yhteismarkkinointi ja tuotantoyhtiöt, siementuotannon omavaraisuus, yksittäisten tilojen erikoistuminen jatkojalostuksessa, alihankintarenkaat osana pellavaa käyttävää monialaista teollisuutta jne. edellyttävät myös korkeaa liiketaloudellista osaamista.
- 4) Pellavan kokonaistaloudellinen merkitys kytkeytyy sellaiseen tuotantotapaan ja -organisaatioon, jossa uusi tuotantotekniikka palvelee yritysten välisiä suhteita ja työvoiman käyttöä, ja jossa tiedon merkitys kasvaa. Joustavat tuotantomallit ovat pellavan kohdalla mahdollisia ja liittyvät tietoyhteiskunnan uusiin organisaatiomalleihin. Tällaisten mallien rakentaminen voi olla jopa merkityksellisempää kuin yksittäiset kehitysaskleet pellavan tuotannossa ja tuotantoteknologiassa.
- 5) Massatuotannon korvaaminen joustavalla taloudella näyttäisi antavan pella-  
valle mahdollisuuksia
  - a) tuotedifferointiin, jossa esiteollisen ajan (fordismi) rakenteet tai merkantilismista perityvät mielikuvat eivät ole esteenä.
  - b) kaukoympäristön ohjausjärjestelmien hyväksikäyttöön toisin kuin muualla maataloudessa.  
Pellavan kohdalla myös pienyrittäjyy-

teen kohdistuva tutkimus ja tuotekehitys on välttämätöntä liittää kansainväliseen liiketaloudelliseen osaamiseen. Suomessa viljelyn täydellisellä loppumisella sotien jälkeen on ollut myös omat etunsa uuden sukupolven kasvattamisessa.

- c) tieteen, tekniikan ja telematiikan hyödyntämiseen. Osaamisympäristöjen verkottaminen näyttäisi pellavan kohdalla onnistuvan paremmin kuin yleensä materiaalien valmistuksessa ja käytössä. Alussa uuden tiedon omaksuminen ja vanhojen rakenteiden purkaminen ei ole pellavan kohdalla niin oleellista kuin oppimiskyvyn lisääminen ja uuden tiedon löytäminen valtavasta tiedon tulvasta.
- d) uusosuustoimintaan ja verkostoitumiseen. Keskenään verkostoituvat uudet alan yrittäjät voivat integroida tietoa ohi suurteollisuuden sekä toimia joustavasti myös uusien innovaatioiden vastaanotossa ja siirrossa.
- e) välittäviin agentteihin, alueellisiin kehitysyhtiöihin ja osaamisympäristöihin. Pellavaosuuskunnat voivat parhaiten toimia välittävien agenttien kautta joko alueellisten kehitysyhtiöiden (esim. Ylä-Savo) tai osaamiskeskusten (esim. Oulu ja Lounais-Häme) avulla. Välittäviä alueita ovat Suomessa etenkin luonnolliset talousalueet (= seutukunnat).

#### 4.4 Uhat

- 1) Alueellinen edunvalvonta on kansalliselle hankkeelle uhka. Regionalismi asettaa rajansa ja vie hankkeet nurkkakuntaisiksi ja erilleen ydinalueen osamisesta.
- 2) Jos tuotanto keskitetään liian nopeasti suuriin yksiköihin, syntyy kotimaisesta raaka-aineesta pulaa. Tampellan ja Mesukylän sekä Hankalan loukun puhdis-



tuslaitoksilla oli aiemmin kohtalokas merkitys pellavan tuotannon loppumiseen maassamme toiminnan keskittämisen ja alueellisesta tuottajasta irtautumisen seurauksena.

Viljelyalan tulisi yhtäällä ylittää tietty kriittinen massa, ja toisaalla verkostoitumalla tulisi varmistaa kaikille alueellisille hankkeille haettava lisäarvo varoen keskittämistä.

- 3) Kotimaisen raaka-aineen laatu ja puhdistus eivät korvaa vaatimatonta korjuu- ja jalostustekniikkaa, korkeaa hintaa ja tuotannon pienimuotoisuutta. Tähän haetaan parhaillaan korjauksia.
- 4) Ulkoa ohjautuvuus on uhkakuva kaikessa sellaisessa toiminnassa, jossa reu-

na-alueet ovat vastakkain tuotannon ydinalueiden kanssa. Kriittisen massan saavuttaminen ja kansallisen tuotannon tukeminen on kansallinen ongelma EU:n sisällä. EU:n suuret pellavatuottajamaat pyrkivät varmistamaan omaa asemaansa luomalla kiintiön koko EU:n alueelle. Ongelma on yhteinen maataloustuotannon miltei kaikilla sektoreilla.

- 5) Pääomien vähyys on maaseudun ja uusyrityshäviön yleisin uhka myös pellavan kohdalla. Myös rahoitusrakenteet usein etäännyttävät päätöksenteon tuotantoalueilta. Pellavan tuotanto elää EU:n sisällä herkkää vaihetta ja pienetkin heilahtelut näkyvät tuotannon reuna-alueilla, kuten Suomessa.

# II Öljypellavan kuitututkimukset

Mailis Mäkinen

*Tampereen teknillinen korkeakoulu, tekstiili- ja vaateustekniikan laitos,  
PL 589, 33101 Tampere*

## 1 Taustaa

Vaikka öljypellavan kuitu ei kilpailekaan kuitupellavan kuidun kanssa, öljypellavan kuidulle on olemassa laajat markkinat. Sitä käytetään nonwoven-tuotteisiin sekä lujite-materiaaliksi rakennuslevyihin ja muoveihin, kierrätettäviin paperituotteisiin ja muihin komposiitteihin. Matot, joiden raaka-aineena on käytetty öljypellavan kuitua, ovat sopivia mm. eristeiksi, suodattimiin, huonekalupehmusteiksi, sisustuspaneeliksi, lattiapäällysteiden pohjiksi, parkettien alustakankaiksi, eroosion hallintaan ja kasvualustoiksi puutarhoihin. Öljypellavakuiduista ja polypropeenista valmistetuista matoista tehdyt paneelit ja muottiin valettavat tuotteet voisivat olla sopivia hygieeniin käyttötarkoituksiin esim. meijereissä, teurastamoissa ja elintarvike-teollisuudessa. Tällaiset komposiittirakenteet ovat lujia, eivätkä ime kosteutta.

Sekä teknologiapuolella että markkinoinnissa on esteitä kehitettäessä pellavakuitujen käyttöä teollisuustuotteissa. Öljypellavakuitujen fysikaalisista ominaisuuksista ei tiedetä riittävästi. Teollisuusyrityksillä, jotka voisivat käyttää pellavakuitua esim. neulatuissa nonwoven-tuotteissa, on vain vähän tai ei ollenkaan kokemusta tai tietoa pellavakuiduista. On myös aukkoja varsinkin kuidun laadun suhteen (Gilbertson 1996) tuottajien ja jatkojalostuksen välillä.

Jotta pellavakuitu pystyisi kilpailemaan muiden kuitujen kanssa, on pellavaa ensinnäkin tuotettava riittävä määrä vuosittain. Näin tuotantoon ei tule katkoksia eivätkä pääomakulut nouse kohtuuttoman suuriksi laitteiden alhaisen käyttöasteen takia. Päistäreiden poiston on tapahduttava tehokkaasti ja taloudellisesti ja koko tuotantoprosessin pitää olla kilpailukykyinen muihin teollisiin prosesseihin verrattuna. Lisäksi kaikkiin käyttötarkoituksiin on määriteltävä tarkat laatuvaatimukset (Domier 1996).

Kehruuta ja eräitä neulattuja tuotteita ajatellen ongelmana on materiaalin täydellinen puhdistaminen päistäreistä. Aina ei kuitenkaan ole välttämätöntä pyrkiä täydelliseen puhdistamiseen, sillä joissakin käyttötarkoituksissa on hyväksyttävää jättää kuitujen sekaan myös ei-kuitumaisia ainesosia aina 10–20 % asti.

## 2 Tavoitteet

Tämän projektin kuitututkimusten alkupe- räisenä tavoitteena oli selvittää taloudelliset ja kilpailukykyiset menetelmät öljypellavan kuidun hyödyntämiseksi teollisesti, joko kehruutekniikalla tai muulla soveltuvalla tekniikalla.

Projektin alkuvaiheessa, keväällä 1996, Oy Scanwoven Ab testasi kuitu- ja öljypel-

lavan kuitua nonwoven- eli kuitukangas- tuotannossa lämmöneristeiden ja kasvu- alustatuotteiden koetuotannossa. Kokeilun perusteella päätettiin projektia painottaen enemmän kuitukangastuotannon tarjoami- en mahdollisuuksien selvittämiseen.

## 3 Aineisto ja menetelmät

### 3.1 Yleistä

Tämän tutkimuksen kannalta tärkeimmät selvitettävät fysikaaliset ominaisuudet ovat kuituhienous, kuitupituus ja sen jakautuma sekä kuidun venymä- ja lujuusominaisuu- det sekä kuitusaanto. Tutkimusten tavoit- teena ei ole ollut öljypellavakuidun ominai- suuksien perusteellinen selvitys, vaan tiet- tyjen kuituominaisuuksien vertailu öljy- ja kuitupellavan välillä. Kuitupellavan kui- dun eri ominaisuuksien vaihteluvälit löyty- vät kirjallisuudesta (esim. Sundquist 1977, Vaarna 1969).

Kuituhienous on tärkeä kehruun ja lan- gan ominaisuuksien kannalta. Se määrää kehruun menetelmästä riippuen kehrurajan eli kuinka hienoa lankaa kuidusta voidaan kehrätä. Langan poikkileikkauksessa tulee olla tietty minimimäärä kuituja, jotta lanka yleensä saataisiin syntymään. Lisäksi kuitu- hienous määrää omalta osaltaan kehruussa tarvittavan kierremäärän sekä avauksessa ja karstauksessa käytettävät päällystetyypit (koskee myös nonwoven-tuotteiden valmis- tusta). Kuituhienous vaikuttaa olennaisesti myös langan ja siitä valmistettujen kankai- den tuntuun, esim. jäykkyyteen, karkeu- ten, siliävyyteen, kimmoisuuteen, viiley- teen ja kosteuden siirtokykyyn.

Kuitupituus ja sen jakautuma on toinen tärkeä tekijä niin langan kuin kuitukan- kaankin valmistuksen kannalta. Ensinnä- kin kuituhienouden ja -pituuden välillä tu- lee olla tietty suhde.

Kuituhienouden lisäksi riippuu myös kuitupituudesta, paljonko langassa on olta-

va kierrettä ja kuinka lujaa lankaa siitä voi- daan valmistaa. Samoin kuitupituus vaikut- taa siihen, millaisia avaus- ja esikehruuko- neistoja ja koneasetuksia on käytettävä. Pellavan kuitupituudella on ratkaiseva merkitys sille, voidaanko kuitua käyttää ai- vinalangan valmistukseen. Periaatteessa mitä pidempää kuitu on, sitä lujempaa ja ta- saisempaa lankaa siitä saadaan korkeam- malla hyötysuhteella ja alhaisemmalla kier- remäärällä. Nykyisellä teollisella kehruu- tekniikalla tämä pätee aina 20 cm kuitupi- tuuteen saakka. Sitä pidemmät kuidut aihe- uttavat kehruteknisiä ongelmia, eikä kui- tupituuden lisäyksestä ole enää hyötyä lu- juuden ja langan tasaisuuden kannalta. Tä- hän perustuvat uudet pellavan kehruuko- neistot, ns. muunnetut villakampakehruu- laitteistot. Niissä liian pitkät kuidut katko- taan venytyskoneessa venyttämällä. Näin saadaan sekä kehruteknisesti että langan laadun kannalta parempi tulos kuin leik- kaamalla. Sama maksimipituus pätee myös neulaukseen meneville kuiduille.

Edelleen tärkeä tekijä on kuitupituusja- kautuma. Mitä tasaisempi pituusjakautu- ma on, sen parempi. Korkealaatuisen lan- gan valmistamiseksi tiettyä mittaa lyhyem- mät kuidut kammataan pois, mikä aivina- kehruussa on häkilöinnin tehtävänä. Kun lyhyiden kuitujen määrä langassa ylittää tietyn rajan, langan lujuus ja tasaisuus puto- avat jyrkästi. Erityisesti rohdinkehruussa kuidun jäykkyys ja kuitupituusjakautuma yhdessä määräävät langan minimikierre- määrän, jäykkyyden, pörröisyyden ja tun- nun. Myös neulaamalla valmistettuihin nonwoven-tuotteisiin käytettävältä kuidul- ta vaaditaan tietty minimipituus sekä tietty osuus riittävän pitkiä kuituja tuotteen sito- miseksi ja lujuuden antamiseksi niin pi- tuus-, leveys- kuin poikkisuunnassakin.

Kuidun vetolujuudella on tärkeä merki- tys. Venymä taas vaikuttaa tuotteen jous- to-ominaisuuksiin, mittapysyvyyteen ja si- liävyyteen. Pellava on muihin luonnonkui- tuihin ja useimpiin tekokuituihin verrattu- na suhteellisen venymätön ja mittapysyvä. Käyttötarkoituksesta riippuen tämä voi olla joko etu tai haitta.

**Taulukko 3.** Kuituhienouden sekä murtolujuuden ja -venymän testaamiseksi käytettyjen öljypellavanäytteiden lajikkeet ja liotusmenetelmät.

Näyte	Lajike	Liotusmenetelmä
1	Helmi	Koottu heti puinnin jälkeen. Ei liotettu.
2	Norlin	Koottu heti puinnin jälkeen. Ei liotettu.
3	Martta	Koottu heti puinnin jälkeen. Ei liotettu.
4	Helmi	Peltoliotus / 7 vrk
5	Norlin	Peltoliotus / 7 vrk
6	Martta	Peltoliotus / 7 vrk
7	Helmi	Ei liotettu.
8	Helmi	Peltoliotus / 7 vrk
9	Helmi	Peltoliotus / 14 vrk
10	Helmi	Peltoliotus / 21 vrk
11	Helmi	Kylmävesiliotus / 3 vrk
12	Helmi	Kylmävesiliotus / 6 vrk
13	Helmi	Kylmävesiliotus / 12vrk
14	Helmi	Entsymiliotus / 4,5 vrk / Primafast RFW
15	Helmi	Entsymiliotus / 4,5 vrk / Cytolase M102

Langan valmistuksessa karkeammat kuidut pyrkivät asettumaan langan pintaan suuremmalla todennäköisyydellä kuin hienot kuidut. Samoin lyhyemmät kuidut asettuvat langan pintaan herkemmin kuin pitkät. Tämä seikka on tärkeää ottaa huomioon sekoitelankoja valmistettaessa.

Pellavasekoitelangan vetorasituksessa suhteellisen venymätön pellava kantaa kuormituksen alkuvaiheessa usein koko kuorman. Muut komponentit (esim. puuvilla, villa, akryyli, polyamidi) venyvät, eivätkä ota osaa kuormituksen kantamiseen. Muut kuidut tulevat mukaan vasta silloin, kun venymättömän komponentin kuidut ovat katkenneet. Määrätyissä tapauksissa lujemman kuidun sekoittaminen heikompaan tuottaa heikomman langan kuin heikompi kuitu yksin. Toisaalta saman kuitulaadun suuret hienous-, pituus- ja lujuusjakautumat heikentävät langan lujuutta.

### 3.2 Kuituhienouden, murtolujuuden ja -venymän määrittäminen

Tampereen teknillisen korkeakoulun tekstiili- ja vaateustekniikan laitoksella (TTKK/TEVA) tehtiin öljypellavan kuitunäytteillä alustavia laboratoriokeiteita syk-

syllä 1995. Kuidun hienouden, murtolujuuden ja -venymän määrittämiseksi käytetty testausmateriaali oli koottu kasvukaudella 1995 Maatalouden tutkimuskeskusten Kasvintuotannon tutkimuslaitoksen (MTT/KTL) lajikekokeista Jokioisilta ja maanviljelijä Jorma Hämäläisen tilalta Somerolta. Kuitusaannon ja kuitupituusjakautuman määrittämiseen sekä koeajoihin käytettiin kasvukauden 1996 öljypellavaa (Helmi-lajike). Elix Oil Oy toimitti pellavapaalit, jotka olivat peräisin Somerolta samalta tilalta kuin edellisen vuoden kokeissa käytetyt.

Erilaisia öljypellavanäytteitä oli yhteensä 15. Tiedot näytteistä on koottu taulukkoon 3. Jokioisten näytteet 1–6 korjattiin koeruutuleikkuupuurilla. Osa näytteistä koottiin heti puinnin jälkeen ja osa liotettiin 7 vuorokautta pellolla. Korret kuivattiin kangassäkeissä lavakuivurissa puhallusilmalla, jonka lämpötila oli + 30 °C.

Somerolta kootut näytteet 7–15 puitiin tavallisella leikkuupuurilla, paalattiin puinnin jälkeen pienpaaleiksi (n. 10 kg) ja liotettiin joko pellolla tai kylmävesialtaissa (300 l ja 400 l, veden lämpötila + 12–15 °C). Käsittelyjen jälkeen paalit kuivattiin MTT:n lavakuivurissa puhallusilmalla (lämpötila + 34 °C).

Kuitujen irrottamiseksi näytteet loukuttettiin käsikäyttöisellä loukulla ja häkilöitiin harvapiikkisellä häkilällä. TTKK:lla kuidut ilmastoitiin vakiokoeolosuhteissa (SFS 2600). Kuituhienous määritettiin mitaamalla kuidut yksitellen Lenzing AG:n Vibroskop-mittauslaitteella. Kuituhienoudella tarkoitetaan tässä yhteydessä peruskuiduista muodostunutta kuitukimpun hienoutta. Murtoisuus ja -venymä mitattiin Alwetron TCT 10 -vetokojeella (SFS 4639).

### **3.3 Kuitusaanto ja kuitupituusjakautuma**

Puidun, liottamattoman öljypellavan paa-leista otettiin 10 kpl korsikimppuja, jotka ilmastoitiin ja punnittiin. Näytteet kuivatettiin ja kuidut erotettiin. Erotetut kuidut ilmastoitiin uudelleen ja punnittiin. Näin määritettiin öljypellavan kuitusaanto.

Samasta koemateriaalista otettiin näytteet myös kuitupituusjakautuman selville saamiseksi. Kuidut erotettiin ja niistä otettiin 1000 kappaleen otos mitattavaksi. Kuitupituudet mitattiin lisäksi myös käsin nyhdytystä öljypellavasta (loukutus ja lihtaus Norrholmin Pellavatilalla Närpiössä), sekä loukutetusta, avatusta ja karstatusta näytteestä (loukutus Pellavallinen Oy:ssä Ilmajoella, avaus Suupohjan Kehruutehdas Oy:ssä Teuvalla, karstaus MC-Konerakennus Oy:ssä Turussa) ja vielä Temafalla (Bergisch Gladbach, Saksa) muokatusta ja hienoavatusta näytteestä.

## **3.4 Koeajot**

### **3.4.1 Norrholmin Pellavtila**

Norrholmin tilalla Närpiössä kokeiltiin öljypellavan loukutusta ja lihtausta perinteisin menetelmin van Hauwaertin valmistamalla loukku-lihta-linjalla. Paaleista otettujen näytteiden ajo ei onnistunut, koska korret olivat liian lyhyitä koneelliseen käsitelyyn. Korren minimipituuden tulee olla

60 cm. Nyhdytyn, liottamattoman näytteen loukutus ja lihtaus onnistui ja saatu kuitumateriaali oli puhdasta päistäreistä.

### **3.4.2 Pellavallinen Oy**

Leikkuupuitua ja paalattua öljypellavan kortta loukutettiin Pellavallinen Oy:ssä Ilmajoella venäläisvalmisteisella MLKU-6A-loukutuskoneella, jossa oli kuusi valssi-paraia. Korsimateriaali ajettiin valssien läpi neljä kertaa.

### **3.4.3 Suupohjan Kehruutehdas Oy**

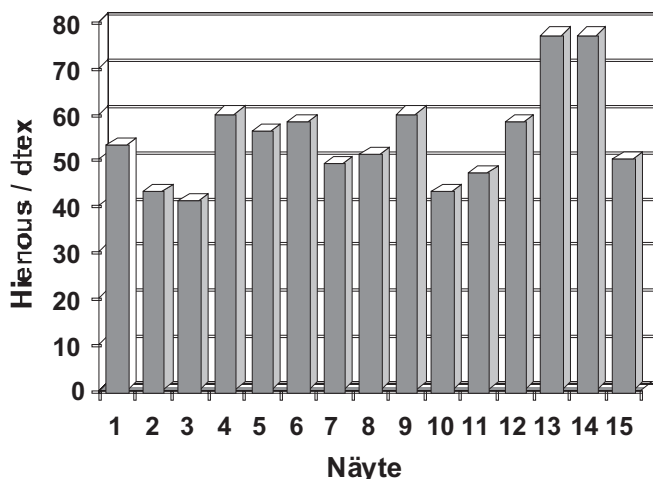
Pellavallinen Oy:ssä loukutettu materiaali avattiin Teuvalla sijaitsevassa Suupohjan Kehruutehtaassa. Pellavamateriaali käsiteltiin karstasudella, jota tehdas käyttää villan avaukseen. Karstaus on piikitykseltään karkea valssiavaaja, jossa imu vetää roskat alas rostiin ja kuitumateriaali puhalletaan ulos.

### **3.4.4 MC-Konerakennus Oy**

MC-Konerakennus Oy:ssä Turussa tehtiin koeajot karstaavalla laskostajalla (prototyyppi) sekä 100 % öljypellavalle että öljypellavan ja kuitupellavan lihtarohntimen seokselle (50 %/50 %). Käytetty öljypellava oli loukutettu Pellavallinen Oy:ssä ja avattu Suupohjan Kehruutehdas Oy:ssä.

### **3.4.5 Temafa Textilmaschinenfabrik Meissner, Morgner & Co. Gmbh**

Temafan tehtaan (Bergisch Gladbach, Saksa) yhteydessä sijaitsevassa koelaitoksessa (Technikum) koeajettiin Somerolta peräisin olevaa leikkuupuitua ja paalattua öljypellavaa projektiryhmämme Englantiin, Pohjois-Irlandiin ja Saksaan suuntautuneen opintomatkan yhteydessä huh-



Kuva 4. Taulukon 3 öljypellavanäytteiden kuituhienouskeskiarvot.

kuussa 1997. Esikäsitteilyvaiheessa materiaali ajettiin paalinavaajan (bale opener) jälkeen kuuden valssiparin läpi eli korret murskattiin loukuttamalla. Loukutussyksikköjen (breaking units) välillä materiaali kulki ravistelijan (shaker) kautta päistäreiden erottamiseksi. Kuidun puhdistusvaiheessa lihtausyksiköt (scutching units) puhdistivat materiaalia päistäreistä. Lopuksi tehtiin avaus karkeille kuiduille tarkoitettulla avaajalla (LIN-opener) ja hienovaajalla (Fine opener).

### 3.4.6 Oskar Dilo Maschinenfabrik KG

Dilon tehtaalla (Eberbach, Saksa) tutkimuskeskuksessa koeajettiin marraskuussa 1997 kahdenlaisia näytteitä: 100 % öljypellavaa sekä pellavan (90 %) ja polyesterin (10 %) seosta. Koeajoissa käytettiin laboratorio-karstaa ja -neulauskonetta, jossa neulaus tapahtui sekä ylä- että alapuolelta. Neulaus tehtiin kahteen kertaan. Neulojen iskunopeus oli 120 iskua/min ja syöttönopeus ensimmäisessä neulauksessa oli 60 cm/min ja toisessa neulauksessa 80–180 cm/min. Ensimmäisen neulauksen neulaustiheys oli 17 iskua/cm<sup>2</sup> ja toisen 5–12 iskua/cm<sup>2</sup>.

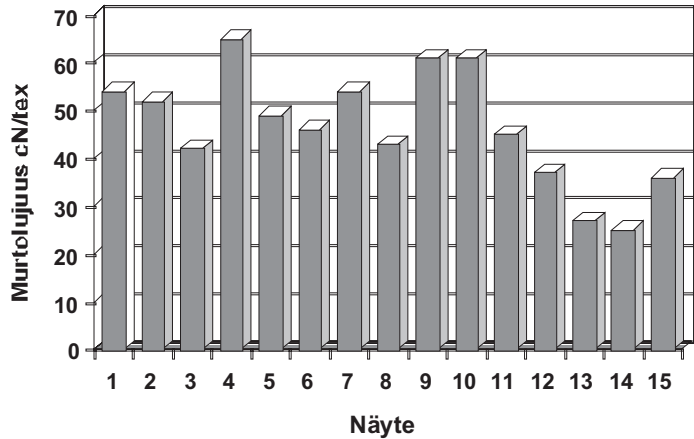
### 3.4.7 Tamreen teknillinen korkeakoulu

Tampereen teknillisen korkeakoulun tekstiili- ja vaatetustekniikan laitoksella tehtiin koeneulauksia laboratorion neulauskoneella. Neulauskoneen neulaustiheys on 1 neula/cm<sup>2</sup> ja neulausalueen pituus on 30 cm. Vetävän valssin nopeus on noin 60 cm/min. Neulauksia tehtiin sekä 100 % öljypellavalle että öljypellavan ja kuitupellavan lihtarohntimen seoksille. Osa näyttemateriaaleista karstattiin laboratorion villakarstalla ennen neulausta.

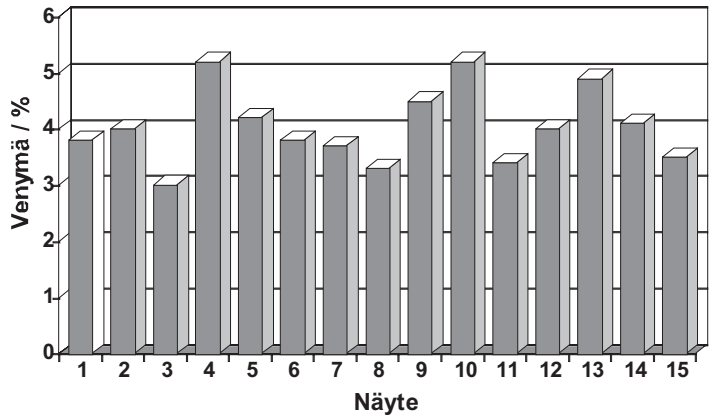
## 4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 4.1 Öljypellavan kuituhienous, murtolujuus ja venymä

Pellavalle ja muille runkokuiduille on tyyppillistä, että niiden hienous vaihtelee. Tämä johtuu siitä, että peruskuidun muoto, pituus ja lukumäärä kuitukimpussa vaihtelevat. Myös käytetty jalostusmenetelmä vaikuttaa kuidun hienouteen. Tehdyissä



**Kuva 5.** Taulukon 3 öljypellavanäytteiden murtolujuuskeskiarvot.



**Kuva 6.** Taulukon 3 öljypellavanäytteiden murtovenymäkeskiarvot.

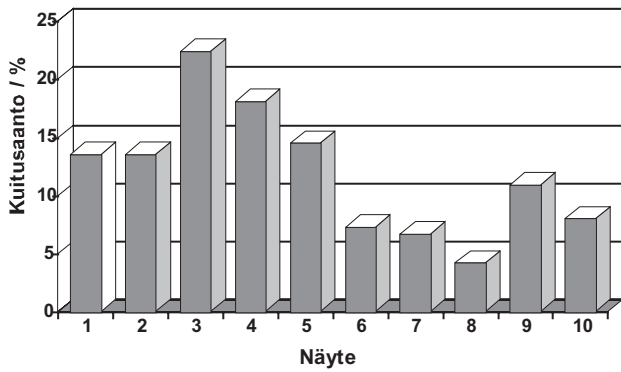
mittauksissa öljypellavan keskimääräiseksi hienoudeksi saatiin 55 dtex (kuva 4) ja halkaisijat olivat samaa suuruusluokkaa kuin kuitupellavallakin eli 0,1–0,2 mm (Sundquist 1977, Vaarna 1965).

Parhaat öljypellavanäytteiden murtolujuudet (kuva 5) mitattiin peltoliotetuilla ja liottamattomilla näytteillä (42–65 cN/tex) ja huonoimmat vesi- ja entsyymiliotetuilla (25–45 cN/tex). Kuitupellavan murtolujuudeksi löytyy kirjallisuudesta vaihteluväli 50–60 cN/tex (Sundquist 1977).

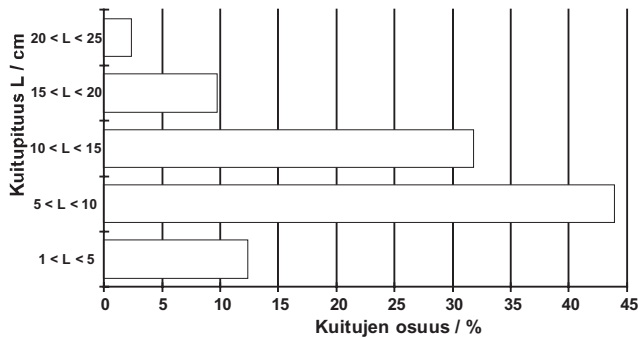
Öljypellavan murtovenymäkeskiarvoksi saatiin 4 % (kuva 6). Kuitupellavalla vastaava arvo on 1,5–3 % (Sundquist 1977).

## 4.2 Kuitusaanto ja kuitupituusjakautuma

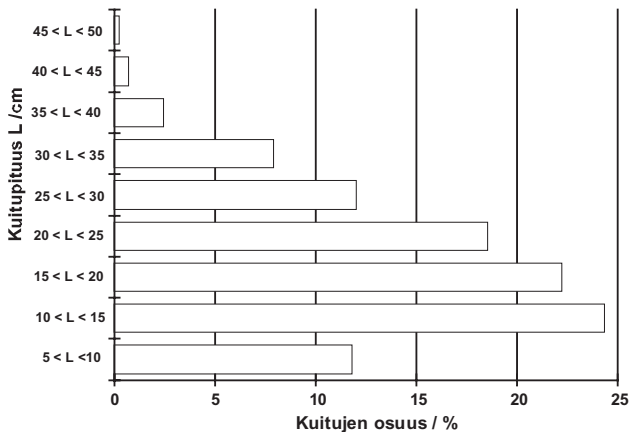
Öljypellavan keskimääräiseksi kuitusaannoksi (kuva 7) saatiin 12 %, eli mikäli hehtaarilta saatava korsimassa on 1000 kg, kuitua saadaan 120 kg/ha. Kuitupellavan rohkittuja varsia saadaan hehtaarilta n. 4500 kg, josta kuitusaanto (lihdattu kuitu ja lihtarohkimet) on n. 900 kg eli 20 % korsimassasta (Kuusinen 1992). Tässä yhteydessä on otettava huomioon, että öljypellava ei ole nyhdettyä, vaan leikkuupuimurilla puitua, jolloin korren alaosan poisjäänti pienentää saantoa. Pohjois-Irlannissa tehdyissä tutki-



**Kuva 7.** Öljypellavan kuitusaanto leikkuupuidusta korsimassasta.



**Kuva 8.** Kuitupituusjakautuma perusmateriaalista (öljypellavan leikkuupuitu ja paalattu kuitu).



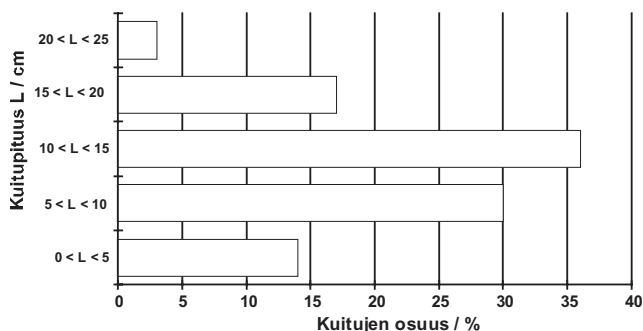
**Kuva 9.** Kuitupituusjakautuma nyhdetystä, loukuttetusta ja lihdattusta öljypellavanäytteestä. Loukutus ja lihtaus Norrholmin Pellavatilalla.

muksissa kuitupellavan kuitusaannoksi olisaatu 1300–2300 kg/ha ja öljypellavalla vastaavasti 400–500 kg/ha (Easson, The Agricultural Research Institute of Northern Ireland, Hillsborough, 7.4.1997).

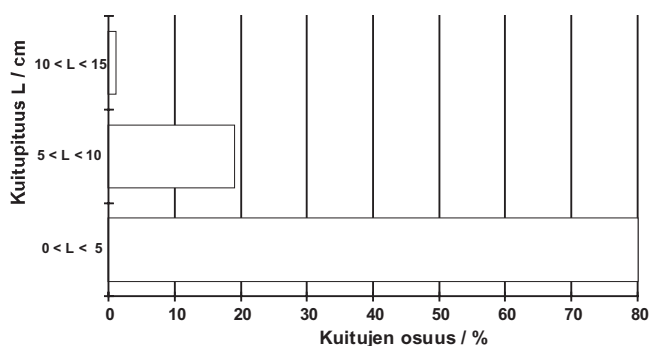
Käytetty prosessimenetelmä vaikuttaa kuidun pituuteen. Perusmateriaaliin verrattuna karstauskäsittelyt lyhensivät kuitupituutta (kuvat 8 ja 10). Kuitupituus muuttui myös oleellisesti verrattaessa näytteitä



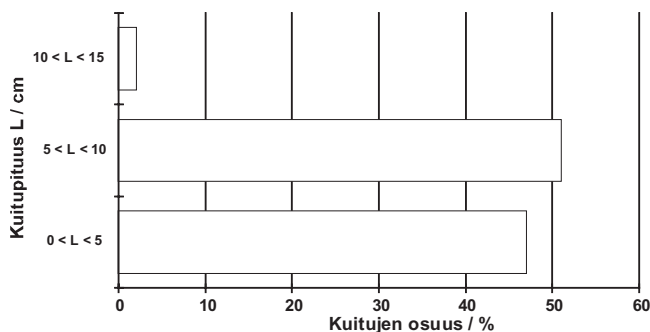
**Kuva 10.** Kuitupituusjakautuma loukutetusta, avatusta ja karstatusta öljypellavanäytteestä. Loukutus Pellavallinen Oy:ssä, avaus Suupohjan Kehruutehdas Oy:ssä ja karstaus MC-Konerakennus Oy:ssä (öljypellavan leikkuupuitu ja paalattu kuitu).



**Kuva 11.** Kuitupituusjakautuma Temafan esikäsitteily- ja puhdistusvaiheen jälkeen (öljypellavan leikkuupuitu ja paalattu kuitu).



**Kuva 12.** Kuitupituusjakautuma Temafan hienoavauslinjan jälkeen (öljypellavan leikkuupuitu ja paalattu kuitu).



ennen Temafan avausta ja sen jälkeen (kuvat 11 ja 12).

Koeajoissa käytetyt menetelmät olivat liian kovakouraisia, koska päällysteiden piikitys ei ollut rakenteeltaan pellavalle oikea. Neulattavia tuotteita ajatellen kuitupituudesta vähintään 25 % tulisi olla välillä 8–20

cm (Kunath, Dilo, Eberbach 11.4.1997).

Vertailun vuoksi kuvassa 9 on esitetty kuitupituusjakautuma nyhdytystä, loukutetusta ja lihdatusta öljypellavanäytteestä. Lisäksi taulukkoon 4 on koottu yhteenvertaileva vertailu öljy- ja kuitupellavan ominaisuuksista.

**Taulukko 4.** Öljypellavan ja kuitupellavan ominaisuuksien vertailu.

Ominaisuus	Öljypellava	Kuitupellava
Murtolujuus	30–60 cN/tex	50–60 cN/tex
Murtovenymä	3–5 %	1,5–3 %
Korsimassa	1000 kg/ha	4500 kg/ha
Kuitusaanto	12 %	20 %
Siemensato	1300–1500 kg/ha	700–900 kg/ha

### 4.3 Koeajot

Öljypellavan kuitua, joka oli loukutettu perinteisellä loukulla ja avattu karstasudella, karstattiin sekä MC-Konerakennuksen karstaavalla laskostajalla että TTKK:n vil-lakarstalla. 100 %:lla öljypellavalla ei onnistuttu saamaan aikaan kuitumattoa kum-mallakaan koneella. Syynä lienee käytetyn materiaalin liian lyhyt kuitupituus sekä ros-kaisuus. Kun lisättiin kuitupellavan lihta-rohdinta (50 %) öljypellavan (50 %) jouk-koon, saatiin kuitumatto syntymään.

TTKK:n neulauskoneella neulattiin näytteet sekä 100 % öljypellavasta että öljy- ja kuitupellavan 50 %/50 %-seoksesta. Käytettävissä olleella laitteistokokoonpa-nolla saatiin neulaus onnistumaan, kun

käytettiin kuitukangaspohjaa kuitumateri-aalin syöttämiseksi neulausyksikköön.

Saksassa Temafalla avattua öljypellava-kuitua karstattiin Dilon laboratoriokarstal-la. Karstaharson muodostuksessa oli Dilol-lakin vaikeuksia. Näytteellä, joka sisälsi 10 % polyesterikuitua, se onnistui parhaiten.

Laskostajaa ei voinut käyttää, vaan ker-rosket ladottiin käsin neulausta varten. 100 % pellavaa ladottiin 15 kerrosta ja siitä saa-tiin neulauksen jälkeen noin 5 cm paksu tuote, joka painoi noin 67 kg/m<sup>3</sup>. Polyeste-riä sisältävää kuituharsoa ladottiin 26 ker-rosta, jolloin saatiin paksuudeltaan 7 cm tuote, joka painoi 125 kg/m<sup>3</sup>. Pölyä ja muu-ta jätettä syntyi karstatessa 20–35 %. Avat-tua kuitua syötettiin myös suoraan neula-ukseen, jolloin saatiin noin 8 cm paksuinen tuote, joka painoi 60 kg/m<sup>3</sup>. Kokeiden pe-rusteella voidaan päätellä, että kuitupituu-desta johtuen öljypellava ei sellaisenaan so-vellu kuohkeisiin tuotteisiin, vaan sen jouk-koon on sekoitettava pitempää kuitua. Joh-topäätösten tekoa vaikeuttaa kuitenkin se, että tässä projektissa ei ollut mahdollista tehdä useampia koeajoja kuidun alku-muokkaukseen ja avaukseen soveltuvilla laitteistokokoonpanoilla, esim. Temafan valmistamalla.

# III Johtopäätökset öljypellavan kuidun soveltuvuudesta nykyaikaiseen teollisuustuotantoon

Ahti Reijonen

*Tampereen teknillinen korkeakoulu, tekstiili- ja vaateustekniikan laitos,  
PL 589, 33101 Tampere*

## 1 Tavoitteet

Projektin alkuperäisenä tavoitteena oli selvittää taloudelliset ja kilpailukykyiset menetelmät öljypellavan kuidun hyödyntämiseksi teollisesti, joko kehräämällä tai muulla soveltuvalla tekniikalla.

## 2 Yleistä öljypellavan käsittelystä

### 2.1 Yleistä

Mitä öljypellavan kuituosan käyttöön tulee, liikutaan melko vähän tutkitulla alueella. Asia on uusi niin tutkimuslaitoksissa kuin pellava-alan tekstiilikoneiden rakentajienkin keskuudessa. Projektista saatujen tulosten perusteella kirjallisuudesta löytyvät niukat tiedot öljypellavan kuidusta ovat sitä vähätteleviä. Ainoa luotettava tieto öljypellavan kuidun käytöstä on 1940-luvulta USA:sta (Bendure & Pfeiffer 1947), jonka mukaan sitä on käytetty vähäisessä määrin puuvillaan sekoitettuna. Teoksen mukaan öljypellava on niitetty, ei nyhdetty ja sie-

menkodat on leikattu pois. Sen jälkeen korret on liotettu. Puuvillakehruuseen kelpaavaan muotoon pellava on saatu venytyskatkomisella.

Tämän projektin yhteydessä tehtyjen tehdaskäyntien perusteella konevalmistajat eivät ole ajatelleet öljypellavaa mahdollisena raaka-aineena kehruu- ja kuitukangaspuoletta. Tähän lienee syynä se, että kuitupellavaan verrattuna hehtaarisato on oleellisesti pienempi. Kuitupellavalla kuitusato (siis varsinaisesti jatkojalostukseen käyttökelpoinen sato) vaihtelee 800–1200 kg/ha ja öljypellavalla 100–250 kg/ha. Lisäksi öljypellavalla siemen ja siitä saatavat tuotteet ovat joka tapauksessa pääasia, eikä kuidun hyödyntämismahdollisuuksiin ole juuri kiinnitetty huomiota. Ajateltaessa asioita kokonaisuutena, antaa kuitu lisätulomahdollisuuden niin viljelijälle kuin jatkojalostuksellekin samalla kun kasvin hyödyntämis- ja jalostusarvo lisääntyy. Tämä tulisi olla tavoite kaikessa raaka-aineen käytössä.

Toisaalta tämän raportin kuitututkimusten tulosten mukaan eivät öljypellavan kuidun hienous- ja lujuusarvot ole niin huonoja kuin kirjallisuuslähteet – jotka ovat yli 30 vuotta vanhoja – ovat antaneet ymmärtää. Kuidun potentiaalista käyttöarvoa ovat lisänneet viimeisten 30 vuoden aikana ta-

pahtunut kehitys kuitukangaspuolella ja ns. muunnettujen villakehruujärjestelmien tulo pellavapuolelle. Varsinaisen pellavakehruukoneiston tekninen kehitys on ollut hidasta. Lisäksi perinteiset pellavakehruämöt eivät aloita prosessiaan useinkaan enää alusta, loukutetuista ja lihdatuista pellavista, vaan valmiiksi häkilöidystä hahtuvanauhasta ja rohdinpuolella karstatusta hahtuvanauhasta, josta on mahdollista kampaamisen ja venytyksen avulla saada myös aivina-tyyppistä lankaa. Liikumme alueella, joka kansainvälisesti ajatellen on melko tuntematonta ja olemme tavallaan uranuurtajien kaidalla polulla.

Tämän projektin korsiäynteistä kuituja käsin erottamalla, käsin karstaamalla ja lopuksi käsin kehräämällä saatava lanka on todella lujaa ja syntyy melko juoheasti. Näin ollen kuitumateriaali olisi teollisuustakaaavassa helposti kehruukelpoista, jos se ensin käsitellään kehruukelpoiseen kuntoon. Perusajatuksena on oltava, että kuitumateriaalin käyttö perustuu teollisuustakaaavaiseen tuotantoon, ei käsiverstasnäpertelyyn. Esim. Someron seudulla on keskitetysti jo nyt niin suuri öljypellavan viljelyalue, että sieltä pystytään saamaan 180–200 t kuitua vuodessa ja lähivuosina 250–300 t/v. Tätä määrää pidän kehräämön taloudellisen kannattavuuden minimirajana teollisena tuotantona – pätee myös esikehruuseen.

Maassamme ei ole kuin yksi pellavakehruämö, jonka kapasiteetti aivinan käyttäjänä on n. 800–1000 t vuodessa. Uuden kehräämön perustaminen olisi niin suuri investointi (30–40 Mmk), että se tuntuu epärealistiselta. Lisäksi sen tuotantovalmiiksi saattaminen veisi oman aikansa. Kuitukankaita neulaamalla valmistavia yrityksiä, jotka pystyisivät hyödyntämään pellavaa, on useita ja niiden kapasiteetti on oleellisesti suurempi. Myöhemmät käynnit alan koneenrakentajien luona ja eri tutkimuslaitoksissa osoittivat, että öljypellavan kuidun jatkojalostus on heille vieras asia. Öljypellavan kuidusta on hyvin vähän julkaistua tietoa niin fyysikaalisten ominaisuuksien kuin jatkojalostuksen suhteen. Kuitupellavan

ominaisuuksista on olemassa pitkiltä ajoilta tutkittua ja luotettavaa tietoa myös Suomessa kasvatetuista lajikkeista. Samoin pellavalankojen ja -kankaiden perusominaisuudet ovat myös kuluttajien tiedossa.

Ölly- ja kuitupellavan vertailuksi riittää lujuusominaisuuksien, kuitupituuden ja hienouden selvittäminen. Kuva 13 esittää suomalaisen kuitupellavan saantoa professori Eero Häyrisen, entisen Tampereen pellavakehruämön johtajan mukaan. Kuten kaaviosta ilmenee, kuituhävikki kehrussa on melko suuri niin lihdatulla kuin rohdinpellavalla. Lihdatusta pellavasta saadaan lankaa yhteensä noin 63 % ja rohdinpellavasta 50 %. Kehruuprosessissa hävikki on 60 % kokonaiskuitumäärästä. Kuitukangastuotannossa saanto on varmasti oleellisesti suurempi. Lisäksi voidaan hyödyntää pääosa kehruun jätekuiduista. Osa ns. rohdinkuiduista voitaisiin käyttää sidenarujen materiaalina.

Kuvassa 14 on esitetty arvio öljypellavan saannosta. On oletettu, että korsimasasta puhdistamalla saadun kuidun hehtaarisadoksi jäisi 150 kg ja siemensadoksi 1500 kg. Lähtökohtana on puitu pellava. Loukutuksessa, avauksessa ja/tai lihtauksessa tulisi 100 kg:sta varsia kuitusaannoksi varovasti arvioiden 13–17 kg, päistäreitä 55–60 kg sekä pölyä ym. hävikkiä noin 30 kg. Hävikin suhteellinen määrä voi olla oleellisesti pienempi, koska sadonkorjuu tapahtuu leikkuupuimurilla eikä nyhtämällä, jolloin varsien mukana tulee jonkin verran multaa, pieniä kiviä ja kasvijätteitä. Myös liotushävikit jäävät pois. Näin ollen on oletettavissa, että hävikin osuus on pienempi ja päistäreiden suurempi. Todettakoon, että kuitupellavalla liotushävikki on noin 30 %, josta osa on ligniiniä (ympäristöongelma). Kuituosuuteen liotuksen poisjäänti voi vaikuttaa saantoa lisäävästi, mutta ei suuresti. Puhdistus ja avaus tapahtuisi loukuttamalla ja sen jälkeen joko lihtaamalla tai erityisellä avauskoneistolla (esim. Larocheen valmistama). Loukutusta, avaus ja puhdistus voidaan yhdistää yhdeksi prosessiksi samoin kuin lihtaus ja loukutusta. Jos lihtataan, koneen tulee olla sellainen, että se pystyy erotta-



**Kuva 13.** Miksi pellavatuotteet ovat kalliita? Kaavio osoittaa, että 100 kg:sta pellan varsia saadaan vain 3,2 kg aivinalankaa, 2,5 kg rohdinlankaa sekä 2 kg rohdinlankaa säkkikangasta varten. Raaka-aineen käsittelyhäviöt ovat siten 92,5%. Tämän lisäksi kustannuksia lisäävät monet käsittelyvaiheet jo ennen kuitujen kehruukuntoon saattamista, vaatiin esim. puuvillaan verrattuna paljon enemmän ihmistyövoimaa ja aikaa.

maan aivanaksi lyhyempää kuitua kuin kuitupellavalla. Toisaalta lihtauksessa syntyvä lyhyt rohdinkuitu ja vastaava on avattava ja puhdistettava erikseen ennen tarvittavaa karstausta. Samaa avaus- ja puhdistuskoneistoa voidaan hyödyntää myös kuitupellavan lihtauksessa ja häkilöinnissä syntyvälle lyhyelle kuidulle. Eräs mielenkiintoinen mahdollisuus olisi kokeilla kuivattujen öljypellavan varsien ajoa tavallisen leikkuupuurin koneiston läpi useampaan kertaan, kuten jotkut viljelijät Suomessa ovat tehneetkin. Periaatteessa leikkuupuimurin ”ytimen” toimintaperiaate on sama kuin karstasuden tai puuvillan ns. lyöjävaajien.

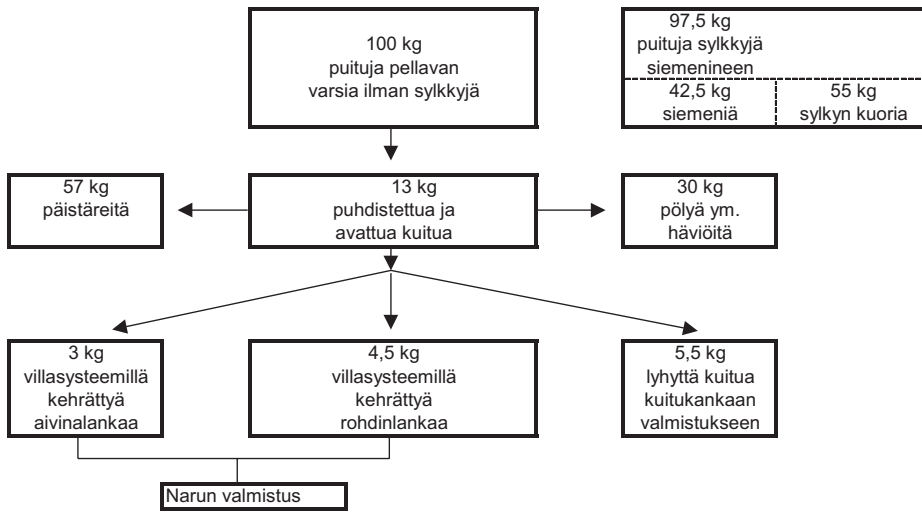
Valtaosa kuiduista menisi kuitukan-kaiksi, aluksi kasvualustoiksi ja lämpöeristyksen, myöhemmin vaativampiin tuotteisiin. Tarvittaessa voidaan käyttää myös pitkää kuitua sekä kuitupellavan lihtauksessa ja häkilöinnissä syntynyttä jätekuitua.

Langan valmistus perustuisi siihen, että puhdistettu kuitu saatetaan ensin karstauksen jälkeen hahtuvanauhamuotoon. Siitä osa kammattaisiin ja kampahtuva hienokehrättäisiin aivinatyyppiseksi langaksi märkäkehrussa (ei kilpaile Maalahden kehräämön kanssa). Esikehruu tapahtuisi villakampasysteemin pohjalta. Rohdinlanka syntyisi villakarstalankehruuprosessilla. Narun valmistamiseksi tarvitaan yksinkertaisempi koneisto ja prosessi.

## 2.2 Pellavan jatkokäsittely

Pellavan jatkokäsittely jakautuu kahteen vaiheeseen:

- Kuitumateriaalin erottaminen korresta ja saattaminen kehruukelpoiseen kuntoon kuuluu periaatteessa maatalouden



Kuva 14. Arvio öljypellavan "tuotoksesta".

piiriin ja tulee sijaita viljelyalueella. Tämä vaihe sisältyy myös kuitukankaiden valmistukseen.

- B. Kuitumateriaali kehrätään langaksi joko aivina- tai rohdinmenetelmällä. Tänä päivänä teolliset pellavakehräämöt aloittavat ns. hahtuvanauhasta. Prosessin alkuvaihe, karstausta mukaan luettuna, on sama myös kuitukangaspuolella, paitsi että häkilöinti on tarpeeton.

Parhaat lankalaadut valmistetaan märkäkehruna. Myös kertausta tapahtuu usein märkänä. Näin saadaan laadullisesti tasaisempi, sileämpi ja kiiltävämpi tuote. Kehruupuolella ainakin aivinan on oltava märkäkehrättyä ja tarvittaessa myös märkäkerättä. Tämän tulee olla taustana kuitujen jalostamisessa kehruukuntoon. Toiseksi lähtökohtana on oltava, että kuitumateriaali menee kehräämölle hahtuvanauhamuotoon paalattuna. Hahtuvanauhana pellava on täysiarvoista ja pörssinoteerattua kansainvälisillä markkinoilla. On muistettava, että pellava tekstiilinä kuuluu ns. yleisyys-tuotteisiin, jotka ovat suhdanne- ja muotiherkkiä. Tämä heijastuu suurina kuituma-

ateriaalin hintaheilahteluina. Vaikka Venäjä ja muut entiset SEV-maat vastaavat valtaosasta maailman teollisesta pellavan tuotannosta, ylivoimaisesti laadukkain kuitu, lanka ja kangas ovat peräisin Länsi-Euroopasta (Irlanti, Belgian Flanderit ja Ranska). Tämän tyyppisiin lankoihin myös meillä pitäisi pyrkiä. Halvan laadun alueella meillä ei hintakilpailusysteistä ole edes teoreettisia menestymisen mahdollisuuksia.

## 2.3 Käytännön realistiset tavoitteet

- A. Ensimmäisenä vaiheena on kuitumateriaalin saattaminen kehru- tai muuten jalostettavaan kuntoon, jota voidaan markkinoida sellaisenaan ja jonka kuljetuskustannukset tuottajalta teolliselle yritykselle pysyvät kohtuullisina ja kilpailukykyisinä. Vasta tämän jälkeen omana projektina kannattaa pohtia kehruuta. Pellavan markkinointikanavat on selvitettävä myös muille tuotteille kuin langoille.
- B. Koska on epätodennäköistä, että maamme perustettaisiin toinen aivina-

kehräämö, on tavoitteeksi otettava ensisijaisesti muut pellavatuotteet kuin langat. Tällöin tärkeimmäksi alueeksi muodostuvat neulaamalla valmistetut erilaiset nonwoven- eli kuitukangas-tuotteet. Kehruupuolella kuitua käytettäisiin vuosittain ehkä 100–200 t, mikä on vain osa öljypellavan jo nyt saatavilla olevasta kokonaiskuitumäärästä. Kehruun tulee alussa painottua muuhun kuin perinteiseen aivanakehruuseen. Tällöin selvitettäväksi tulevat erilaiset muunnetut villakehruujärjestelmät. Langan valmistuksessa pyritään löytämään nykyistä lyhyempiä ja halvempia prosesseja sekä mahdollisuuksien mukaan hyödyntämään olemassa olevia maamme villakehruuajoneuvoja.

- C. Kuitumateriaali pyritään erottamaan ja jalostamaan edelleen käytettävään markkinointikelpoiseen muotoon siellä, missä öljypellavaa viljellään hyödyntäen olemassa olevaa maanviljelijöiden kalustoa (puimurit ja viljankuivaamot). On lähdettävä siitä, että siemenet ja niistä valmistettavat tuotteet ovat primäärinen tuotanto ja korsi-jäte pyritään sivutuotteena hyödyntämään. Kyse on japanilaisesta tuotantoajattelutavasta, jossa kaikki raaka-aine hyödynnetään tarkasti. Kuidun jalostus korreista kuituiksi tulisi tapahtua viljelijän loppoai- kana varsinaisten sadonkorjuukiireiden jälkeen.

Öljypellavan kuidun hyödyntäminen ei kilpaile maassamme meneillään olevien useiden kuitupellavahankkeiden kanssa. Tosin öljypellavan kuidun prosessoinnissa olisi hyödynnettävä kuitupellavan jalostuksessa (lihtaus, häkilöinti) syntyvää jätettä. Tavoitteena on oltava öljypellavakasvin rungon hyödyntäminen kokonaisvaltaisesti niin kuitumateriaalin kuin päistäreiden osalta teollisuusmittakaavaisena toimintana erilaisiksi tekstiili- ja teknisiksi tuotteiksi. Teollinen toiminta on aloitettava helpoimmin ja nopeimmin liikkeelle päästävästä tuotteesta ja selvitettävä siihen liitty-

vä teknologia. Samalla selvitetään erilaisia realistisia käyttöalueita ottaen huomioon markkinoilta saatava hinta.

### 3 Millainen on suomalainen öljypellavakuitu ?

Yhteenvetona dipl.ins. Mailis Mäkisen tekemistä laboratoriotesteistä esitän seuraavaa:

Öljypellavan korsia ei ole liotettu, vaan ne on korjattu kuitupellavaan nähden myöhemmässä vaiheessa (kun siemenet ovat kypsyneet). Kuitu on väriltään lähes oljenkeltainen eli oleellisesti vaaleampi kuin vesi- ja ketoliotettu kuitupellava. Pidän tätä suurena etuna, koska tätä pellavaa ei tarvitse valkaista useimmissa tapauksissa tiettyjen heleidenkin värisävyjen saavuttamiseksi. Käytännön kokemuksen pohjalta pellavan valkaisu kemiallisesti, niin lankana kuin kankaanakin, on ongelmallista materiaalia liikaa vahingoittamatta. Lujuus laskee huomattavasti. Luonnonväri on uutuus – “écru” sävyä. Kiilto on voimakkaampi kuin liotetulla pellavalla. Sävyero on huomattava etenkin ketoliotettuun verrattuna. Valkaisun pois jäänti värjäykseen valmistavana vaiheena merkitsisi kustannussäästöä. Myös jätevesipäästöt jäisivät pienemmiksi.

Projektissa tehdyt liotuskokeet osoittivat, että liotus heikensi em. tavalla korjatun öljypellavan korren kuidun lujuutta. Kuidun lujuus liottamattomana menee kuitupellavan ”haarukkaan” eri pellavalajikkeilla. Kuitupituus on selvästi lyhyempi kuin kuitupellavan. Valtaosa jää välille 70–130 mm, osan ollessa yli 200 mm. Kuitu on niin lyhyttä, ettei sitä voi ajatella perinteisellä pellavakoneistolla lihdattavaksi, mutta periaatteessa riittävän pitkää muunnetulla villakampa- ja villakarstalanakoneistolla kehrättäväksi sekä neulattavaksi. Todettakoon, että liotuksen pois jääminen merkitsisi huomattavaa kustannussäästöä ja proses-

sin lyhenemistä sekä tiettyjen ympäristöongelmien eliminoitumista. Öljypellavan kuitu on liottamattomana verrattavissa vesiliotettuun pellavaan.

Öljypellavan kuitupituus on riittävä neulattujen tuotteiden valmistukseen. Jos öljypellava aiotaan puhdistaa lihtaamalla, on sitä varten kehitettävä oma koneensa, joka pystyy käsittelemään kuitupellavaa lyhyempää kuitua. Suoritettujen kokeiden perusteella liotusta ei tarvita päistäreistä puhdistamiseksi, sillä puumainen aines on pintivaiheessa riittävän kovettunutta. Kuitu on selvästi karkeampaa kuin hyvälaatuinen belgialainen tai irlantilainen pellava yltäen kuitenkin samaan tasoon normaalien venäläisten kuitupellavalaatujen kanssa. Kuidun murtovenymä on tutkimusten mukaan n. 1,5–2-kertainen kuitupellavaan verrattuna, mutta silti alhaisempi kuin puuvillan.

Kuitusaanto hehtaaria kohti on pienempi kuin kuitupellavalla, muttei kovin paljon korsitonnia kohti. Talouden kannalta tämä tasoittuu siten, että vastaavasti siemen- ja öljysato on suurempi.

Vaikka pääosa öljypellavakuidusta käytettäisiin neulaamalla valmistettuihin kuitukangastuotteisiin, jalostusprosessin alkiosa korresta kuiduksi on periaatteessa sama kuin langanvalmistuksessa. Pellavan korren käsittely kuitumateriaalin erottamiseksi tulisi pääosin tapahtua viljelijän luona tai ainakin läheisyydessä kuljetuskustannusten kurissa pitämiseksi.

Tämän projektin kuitututkimusten perusteella näyttää siltä, että kypsemmässä vaiheessa korjattua öljypellavaa ei tarvitse liottaa ollenkaan, vaan se on suoraan kuivauksen jälkeen loukutettavissa. Vaihtoehtona kyseeseen saattaa tulla myös aiemmin mainittu korsimassan ajo leikkuupuimurin koneiston läpi useampaan kertaan. Väritsaisuus paalinäytteestä toiseen on hyvä, eikä liotuksen aiheuttamasta värisävyvaihteluista ole vaaraa. Leikkuupuidut ja paalatut korret voidaan varastoida ja kuivata viljan korjuun jälkeen mautiloilla jo olemassa olevalla kalustolla. Liotuksen poisjäänti merkitsisi työn ja kustannusten säästöä, mikä

helposti alentaa raakakuidun tuotantokustannuksia 2–3 mk/kg käsittelykuluina. Entsyymiliotuksessa kustannuksia lisäävät vielä laitteet ja kemikaalit.

Seuraavana vaiheena tapahtuva loukutus voidaan tehdä perinteisellä teollisuuskalustolla. Tämän tulee perustua ”massatuotantoon”. Loukuttamo voi olla joko kiinteä tai traktorin perässä tilalta toiselle siirrettävä laitteisto. Laitoksen toiminnan on perustuttava siihen, että loukutus ja sen yhteydessä oleva jatkopuhdistus tapahtuisi siellä missä viljelykin.

Kuitusaanto on öljypellavalla 10–12 % korsimassasta. Jos viljellyltä hehtaarilta tulee kortta noin 1400 kg, saadaan kuitua noin 150–200 kg eli noin puolet siitä mitä Pohjois-Irlannissa tehdyt tutkimukset kertovat (400–500 kg/ha). Ottaen huomioon nyt esim. Someron alueella viljeltävä öljypellavamäärä, kyse on etenkin tilavuutena todella suurista määristä. Jos viljelyala on 2000 ha, käsiteltävien korsien määrä on n. 2 800 000 kg, josta kuitua saadaan 300–560 t vuodessa. Ei ole mielekästä kuljettaa pitkiä matkoja miljoonia kiloja materiaalia, josta vain 12–13 % hyödyntyy. Tilavuutena ero on suhteellisesti vielä suurempi.

Myöhemmät selvitykset ratkaisevat, onko loukutussyksikkö kiinteä vai tilalta toiselle esim. traktorin perässä liikkuva, jolloin osa päistäreistä jää pellolle ”lannoitteeksi”. Ratkaistava on myös, tapahtuuko puhdistus lihtaamalla vai muilla keinoin.

## 4 Temafalla ja Dilolla tehtyjen kokeiden arviointia ja niistä syntyneitä kehitysjatoksia

Tämän projektin yhteydessä tehtiin laboratoriojokokeita myös Saksassa neulaus-



koneiden valmistukseen erikoistuneella Dilolla (Oskar Dilo Maschinenfabrik KG, Eberbach). Toinen tunnettu konevalmistaja, Temafa (Temafa Textilmaschinenfabrik Meissner, Morgner & Co. GmbH, Bergisch Gladbach) avasi ja puhdisti ensin Somerolta pienpaaleina toimitetun öljypellavan korsimateriaalin. Kokeiden tarkoituksena oli antaa viitteitä siitä, mihin suuntaan on edettävä jatkossa ja ollaanko yleensä oikealla tiellä koko projektissa.

Jo kuidun avaus ja puhdistus käytettävissä olleella laitteistolla Temafalla huhtikuussa -97 oli mielestäni liian kovakouraista ja katkoi liikaa kuituja. Tämä johtui lähinnä laitteistojen päällysteen laadusta; sama koski myös karstausta sekä ilmeisesti myös neulauksen yhteydessä tapahtuvaa karstausta. On kuitenkin todennäköisesti löydettävissä hellävaraisemmin toimivat päällysteet kaikkiin vaiheisiin. Myös työskentelynopeudet olivat ilmeisesti liian rajut. Karstoissa tulisi käyttää suhteellisen harvajakoisia, joustavia piikkipäällysteitä.

Avauksessa ainakin alkuprosessissa olisi käytettävä ns. lyöjäavaajia päistäreiden poistamiseksi ja kuitujen erottamiseksi toisistaan. Sahahammaspäällyste tulisi kyseen västään prosessin loppuvaiheessa, jos silloinkaan. Tällöin hammasjaon tulisi olla harvempi ja hammaskulman ja hampaiden muodon toisenlainen kuin Temafan laitteistossa. Teuvalla, Suupohjan Kehruutehdas Oy:ssä tehty avauskoe ns. karstasudella (Reisswolf, willow) osoitti, että sitä käyttäen ei kuitupuituus kärsi yhtä paljon kuin nyt tapahtui. Tosin puhdistusteho karstasudella oli kovin vajavainen. Pellavamateriaali vaatisi voimakkaamman pölytyksen samaan tapaan kuin puuvilla- ja karhekehuurossa.

Dilolla neulattujen näytteiden perusteella voidaan päätellä kuidun puhdistusasteesta ja avauksesta seuraavaa:

1. Puhdistusaste näyttää riittävän tiettyihin neulattuihin tuotteisiin myös suoraan avauksen jälkeen ilman karstausta, esim. eriste- ja kasvialustatuotteisiin. Puhdis-

tusaste on kelpollinen ja vertailukelpoinen esim. ranskalaisen Asselinin valmistamien kuitupellavanäytteiden kanssa.

2. Langan valmistusta ajatellen kuitumateriaali on puhdistusasteeltaan täysin kelpaamatonta myös karstattuna. Jokainen yksittäinen päistäre aiheuttaa periaatteessa lankakatkeaman hienokehuurossa.
3. Materiaali ajettiin Temafalla koneistoon suoraan ilman varsinaista loukutusta. Mikäli varsisto olisi loukuttettu etukäteen omana prosessinaan, tulos niin puhtausasteen kuin kuitujen vahingoittumisen (katkeaminen) kannalta olisi ollut mitä ilmeisemmin parempi. Siihen antoi viitteitä Suupohjan Kehruutehtaalla suoritettu loukuttetun öljypellavan käsittely karstasudella.
4. Kuitupituus neulatusta näytteestä kehuurossa kannalta on vain noin 30–35 mm niin pelkästään suoraan neulatulla matolla kuin karstauksen jälkeen neulatulla. Karstausta ei näytä vaikuttavan kuitutapuliin juuri ollenkaan. Turussa toukokuussa -97 suoritettussa koeajossa MC-Konerakennus Oy:n laskostavalla karstalla kehuutapuli jäi loukuttetulla ja karstasudella käsitellyllä öljypellavalla 4–5 mm pidemmäksi. Nämä seikat vahvistivat voimakkaasti käsitystäni, että alkuavaus ja puhdistus ovat olleet mekaanisesti liian rajuja ilmeisesti liian tiheän ja joustamattoman päällysteen takia työstöprosesseissa Saksassa. Todettakoon, että MC-Konerakennus Oy:n karstassa päällysteet oli suunniteltu muulle kuin pellavalle. Ko. neulatuista kankaista purettu ja puhdistettu kuitu oli pituudeltaan 30–35 mm ja kehrääntyi helpohkosti sormin kehrätessä ja antaen kohtuullisen lujan langan. Kehruun kannalta kuitupituuden tulisi villakarstalanjärjestelmällä olla noin 45–60 mm ja villakampalanjärjestelmällä 75–110 mm, jolloin saatai-

siin kohtuullisilla kierremäärillä hyvä lanka.

Joka tapauksessa Temafalla ja Dilolla tehdyt koeajot ja kuitujen esikäsittelyt ovat arvokas kokemus sinänsä, vaikka tässä projektissa ei ollutkaan mahdollista tehdä useampia koeajoja. Molempien konevalmistajien koneistot on alunperin rakennettu lähinnä villatyypisille tekokuiduille ja yritysten primäärinen kokemus perustuu siihen. Pellava on sikäli ongelmallinen, että se vastaa paksuudeltaan suunnilleen keskikarkeaa villaa, mutta on venymätön ja joustamaton verrattuna villaan, puuvillaan ja tekokuituihin, joiden murtovenymä on moninkertainen. Toisaalta pellavakuitu on absoluuttisesti huomattavasti lujempi kuin puuvilla, viskoosi tai ”normaalit” polyamidi-, polyesteri ja polyakrylikuidut. Sama pätee polypropeeniin ja polyeteeniinkin. Lujuus- ja venymäominaisuudet ovat verrattavissa lähinnä teknisiin tarkoituksiin käytettäviin fikseerattuihin lämpökutistettuihin polyestereihin (esim. ompelulangat). Juuri pellavan alhaisen venymän takia edellytetään avauksessa, sekoituksessa ja puhdistuksessa hellävaraista käsittelyä. Karstausta vaatii joustavan päällysteen, eikä voida käyttää samoja piikkitiheyksiä kuin esim. puuvillan karstauksessa.

Perinteisesti tiedetään, että pellavan avaus, puhdistus ja karstausta rohdinlankapuolella on erittäin pölyistä työtä varsinkin kun kyse on lihtaamattomasta kuidusta tai lihtaus- ja häkilöintijätteestä. Tilanne on suunnilleen sama kuin lihtaamossa. Tämä on työsuojellisesti ja -hygieenisesti otettava huomioon koneiden koteloinnissa ja poistoilman järjestelyillä. Tosin Työterveyslaitoksen 1970-luvun alkupuolella tehdyissä mittauksissa todettiin pellavapölyn hiukkaskoon olevan oleellisesti suurempi kuin puuvillalla ja siten puuvillakehramöistä tutun byssinoosi-ammattitaudin riskin olevan pienempi.

Koesarja vahvistaa tässä raportissa aiemmin esittämäni ajatusta öljypellavan kuidun alkujalostuksen järjestämiseksi.

Kuitumateriaali tulisi loukuttaa, puhdistaa ja alkuavata viljelyalueella. Lopulli-

nen puhdistus tapahtuisi sitten kuitukan-gastehtaassa tasolle, mitä kukin tuote vaatii. Osa materiaalista lihdattaisiin kehramöjä varten. Kehramöjille ja kuitukan-gastajille materiaali toimitetaan paalattuna. Toimintaperiaate olisi suunnilleen sama, mitä huhtikuussa -97 projektiryhmän opintomatalla Etelä-Englannissa nähtiin British Fibren tehtaalla. Käsittelyn kätevyuden kannalta paalin koko voisi olla 15–30 kg, mikä saavutetaan tavallisilla heinäpaalaimilla, jolloin vältyttäisiin lisäinvestoinneilta. Toinen vaihtoehto olisi, että viljelyalueen puhdistamo jalostaisi kuidut kunkin asiakkaan vaatimaan puhtausasteeseen useammalla ajokerralla.

Ko. laitteet voisivat olla nimenomaan puuvillakehramöjen käytettyjä avaus- ja puhdistuskoneita. Täysin uudet laitteet ainakin alkuun olisivat kohtuuttoman kallis investointi. Käytännössä ilmeisesti sopivimpia olisivat horisontaaliset ja vertikaaliset lyöjäavaajat.

Dilon neulauksen koeajossa erilaisia näytteitä oli 4 kpl ja tavoitteena eristemateriaali. Osa näytteistä oli ajettu neulauskoneeseen suoraan, osa karstan kautta. Yhtä lukuunottamatta kaikki näytteet olivat 100 % pellavaa, neljännessä oli 10 % polyesteriä. Lopullisissa tuotteissa puhtaissa pellavanäytteissä kerrokset (15–26 kpl) oli neulattu yhteen. Verrattuna perinteiseen mineraalivillamattoon tuotteet ovat kiinteydeltään maton ja eristelevyn väliltä, ts. niiden neulausaste on melko korkea. Dilon tehtaan ilmoituksen mukaan valmistusprosessissa syntyi paljon pölyä ja jätettä, mitkä ilmeisesti ovat olleet peräisin päistäreistä. Riittävän kiinteyden saamiseksi neulaus on täytynyt olla melko perusteellinen kuitujen lyhyden vuoksi. Joka tapauksessa kokeet osoittivat, että öljypellavakuidulla neulaus onnistuu. Näytteiden neliömassat olivat  $60 \text{ kg/m}^3$ ,  $67 \text{ kg/m}^3$ ,  $83 \text{ kg/m}^3$  ja  $125 \text{ kg/m}^3$ . Jos vertailupohjana käytetään mineraalivillaa, niin painoltaan kuin lämmön-eristyskyvyltään, päädytään teoreettisesti seuraavaan:

1. Mineraalivillamatton ja -levyn paino vaihtelee välillä 40–50 kg/m<sup>3</sup>. Levyä vastaava riittävä kiinteyden öljypellavalla saavutetaan ilman voimakasta lisäaineen käyttöä ulkopinnassa.
2. Lämmöneristykseen kannalta mineraalikulut ovat parempia lämmönjohtajia eli lämmöneristäjinä huonompia kuin pellava. Tosin suurta merkitystä ei ole valmiilla neulatulla tuotella, vaan ”ilmavuudella”, koska ilman eristyskyky on yli 10-kertainen verrattuna mihinkään tekstiilikuituun.
3. Lämmöneristyskyvyn kannalta tärkein teoreettinen mitta on välitilakerroin. Välitilakerroin on teoreettinen luku, joka ilmoittaa, kuinka suuri osa tuotteen sisällöstä on ilmaa. Välitilakerroin saadaan:

$v = (\text{Tekstiilin kokonaistilavuus} - \text{siinä olevien kuitujen tilavuus}) / \text{Tekstiilin koko tilavuus}$

Kuitujen tilavuus (l) = Kuidun paino/kuidun ominaispaino

Näin ollen mineraalivillamatossa tai -levyssä on kuitua m<sup>3</sup> kohti rajoissa

40/2,7 – 50/2,7 = 14,8 – 18,7  
(2,7 = mineraalikulutun ominaispaino)

Tuotteen välitilakerroin vaihtelee rajoissa 0,985–0,981, ts. tuotteen tilavuudesta 98 % on ilmaa.

Vastaavat arvot neulatuilla tuotteilla olivat (pellavan ominaispaino = 1,52):

Näyte	Välitilakerroin
1	0,918
2	0,945
3	0,960

Siten kaikilla näytteillä on hiukan pienempi välitilakerroin kuin rakennuseristeenä käytettävällä mineraalivillalla. Mineraalivillamatto on hiukan (2–6 % näiden näytteidensä perusteella) ilmavampi. Lämmöneristykseen kannalta tällä ei ole suurta merkitystä, koska itse pellavakuidun lämmöneristyskyky on parempi.

Pellavamatton kuohkeutta voidaan lisätä tinkimällä neulausasteesta:

Pellavamatton kuohkeutta voidaan lisätä tinkimällä neulausasteesta:

1. Neulausta vähennettäessä riittävän kiinteyden saamiseksi joudutaan lisäämään pidempää kuitua n. 10 % (esim. 3,3 dtex/60–130 mm). Se voi olla joko pellavaa tai ekologisesti luonnossa häviävää viskoosia. Toisena vaihtoehtona on, että kuitupuituus puhdistuksen ja avauksen (ja karstauksen) jälkeen on 50–60 mm. Se jouduttaisi ajoneopeutta ja vähentäisi neulaustarvetta. Tämä on myös kustannussäästö neulauksessa.
2. Mikäli materiaalin ulkokorrokset olisivat verraten tiivistä, kiinteää mattoa, voitaisiin väliin syöttää neulausken yhteydessä lyhyempää kuitua, hyvinkin päistärepitoista, jopa suoraan loukutuksen jäljiltä, niin kuin alustavassa laboratoriokokeessa todettiin.

Koesarja osoittaa, että öljypellavakuidusta on neulaamalla mahdollista valmistaa kasvualusta- ja lämmöneristysmateriaalia mattona ja levynä. Tällöin tuotteen ei tarvitse olla päistäreistä täysin puhdasta. Ohuempi voisi sopia esim. vihannes- ym. viljelmien suojakankaaksi. Tähän on mahdollista päästä ilman liima-aineita ja synteettisiä sidekuituja. Tämä tukee aikaisempia päätelmiä, että teollinen toiminta öljypellavakuidun osalta voisi lähteä liikkeelle melko vaatimattomalla kuitujen puhdistusasteella. Tätä voidaan myöhemmin käyttää lähemmä materiaalina täydellisesti puhdistetulle ja avatulle kuidulle. Periaatteessa alkupuhdistus tulisi olla aiemmin esitetyn mukaisesti viljelyalueen välittömässä tuntumassa.

Tunnetuilla konevalmistajilla (Temafa, Dilo, Asselin ym.) tehdyt kokeet ratkaisivat, lähdetäänkö lihtaus- vai muulle avaus- ja puhdistuslinjalle. Periaatteena tulee olla,

että päistäreiden erotus tapahtuu loukutussyksikön yhteydessä. Jos lähdetään lihtauslinjalle, on rakennettava kuitupellavan käsittelystä poikkeava laite, joka pystyy puhdistamaan lyhyempää kuitua. Toinen vaihtoehto on Laroche'n tai vastaava avaus- ja puhdistuskoneisto (esim. kovakuitunarujen esikehruuta soveltaen). Kokeilemisen arvoinen lienee myös aiemmin mainittu leikkuupuumurilla suoritettava puhdistus. Pääosan kuitukangastuotantoon menevästä materiaalista ei tarvitse olla täysin puhdistettua. Päistäreitä voi olla jopa 20–30 %. Ainakin alkuvaiheessa riittäisi tämä puhdistusaste, kun tehdään kasvualustoja ja lämpöeristeitä. Tarkka puhdistaminen on ongelmallisempaa ja sen oppiminen vaatii runsaammin aikaa.

Oleellista on, että loukutus- ja puhdistussyksiköt ovat yksi kokonaisuus ja tuotantoyksikkö, olkoon se sitten kiinteä tai liikkuva. Loukutuksen helpottamiseksi voidaan ajatella leikkuupuumurin yhteyteen esiloukkuyksikköä, joka murskaisi osan päistäreistä. Tämä helpottaisi myöhemmin tapahtuvaa kuivausta, loukutusta ja puhdistusta. Käsittelylaitoksen taloudellinen toiminta edellyttää riittävän suurta viljelyaluetta ”myllyn” lähetyville.

Ns. raakapuhdistettu materiaali voidaan paalata ja toimittaa paalattuna sellaisenaan neulaajille. Jos halutaan täysin päistäreistä puhdistettua kuitua, tarvitaan oma tuotantoyksikkö loukuttamon ja puhdistamon yhteyteen. Lisäksi se voisi samalla puhdistaa ja avata Närpiössä toimivan lihtaamon ja häkilöintilaitoksen jätekuitumateriaalin. Laitos toimittaisi materiaalia niin kuitukangasvalmistajille kuin kehräämöillekin. Ko. yksikkö voisi olla jo Närpiössä olevan lihtaamon ja häkiläyksikön yhteydessäkin.

Jälkimmäisessä tapauksessa yritys suorittaisi myös kuitumateriaalin karstauksen ja hahtuvanauhaksi muodostamisen tai valkeierteisen esilankarullan. Hahtuvanauha tai esilankarullat toimitettaisiin sitten kehräämöille.

Kuitumateriaali voitaisiin toimittaa myös sellaisenaan kehräämöihin (villakars-

talanka), jotka tekisivät avauksen, sekoi-tuksen ja karstauksen. Kuitumateriaalin tulee olla ennen karstausta suhteellisen puhdasta. Suoraan loukutuksesta karstaus-sikäsettely ei anna kelvollista tuotetta. Osa karstahahtuvanauhasta voidaan toimittaa hirsirakennusriveeksi ja tarvittaessa preparaoida tervalla, laho- tai homesuoja-aineella. Esim. vanhahkot villakarstayksiköt, kuten Suupohjan kehrutehtaalla, sopisivat muuntamisen jälkeen tähän käyttöön kohtuullisin kuluin; mm. päällysteet on uusittava pellavalle sopivaksi. Ns. muunnettuja kehruujärjestelmiä käsitellään myöhemmin.

Villakarstalankakehruujärjestelmää soveltaen voidaan maamme pienkehräämöissä irrottaa vuorotyötä lisäämällä ilman suurempia koneinvestointeja pellavan ja pellan sekoitelankojen kehruuseen kapasiteettia n. 200–300 t/v. Tämä pitäisi hyödyntää ennenkuin lähdetään uusinvestointeihin ja uusien kehräämöjen rakentamiseen. Sitä vastoin kertauskapasiteettia olisi syytä ehkä lisätä ja monipuolistaa. Aivinapuolella Almedahlin kehräämön kapasiteetti alkuvaiheessa on riittävä, eikä sitä ole realistista näillä näkymin lisätä.

Kiinnostava alue karstavillapuolella ovat mattolangat kehrättyinä rohdinlanka-na ja olemassa olevaa lankavalikoimaa voidaan täydentää kampalankavenytyskonekapasiteetilla. Menekin kasvaessa tulee kyseeseen kampalankavenytyskoneen hankinta aivinatyyppisten lankojen valmistamiseksi.

Öljypellavan käyttö puuvillakehrää-möissä edes sekoitteena on mielestäni hylättävä ajatus. Ns. kotonisoitua pellavaa on kokeiltu ja yritetty soveltaa yli 60 vuotta ja tulokset ovat olleet laihoja lähinnä taloudellisista syistä, olipa sitten kyse katkotusta tai kemiallisesti pätkitystä kuidusta. Lisäksi maastamme puuttuu ko. kehruuseen sopiva koneisto ja puuvillakehräämö.

Lopuksi vielä lyhyt vertailu perinteisen ja öljypellavalle sopivan prosessin välillä kuitujen jatkojalostusta ajatellen:

## A) Perinteinen

- nyhtäminen (koneellinen)
- liotus
- kuivaus
- rohkeminen, loukutus, lihtaus (voi tapahtua yhtenä prosessina)
- lihtauksen yhteydessä juuriosan leikkuu pois
- häkilöinti ja kuitujen muodostus hahtuvanauhaksi (Norrholm)
- hienokehruu, märkäkehruuna (Almedahl)

Nykyinen lyhyt kuitu jää tois-  
taiseksi täysin käyttämättä!

Voimme todeta, että muunnettu järjestelmä on oleellisesti lyhyempi ja halvempi. Se sopii myös neulaamalla valmistettaviin kuitukankaiden raaka-aineen valmistukseen sekä samassa yhteydessä myös nykyisen Närpiössä toimivan loukutus-, lihtaus- ja häkilöintilaitoksessa syntyvän lyhyen kuidun jatkojalostukseen - avaukseen ja puhdistukseen.

Koko prosessin avainkysymys on kuidun avaus ja puhdistus. Tähän asti kokeissa käytetyt (Temafa, Dilo ym.) järjestelmät ovat mielestäni liian kovakouraisia aiheuttaen liikaa kuitukatkeamia. Langan valmistuksen kannalta materiaali on saatava täysin puhtaaksi päistäreistä. Toisaalta meidän on pyrittävä omin voimin eteenpäin, koska painiskelemme sellaisen materiaalin ja jatkojalostuksen parissa, joka muualla maailmassa on vielä melko tuntematon.

## 5 Millä tuotteilla ja missä järjestyksessä tästä eteenpäin?

Nyt käytettävissä on jo sen verran perustietoa, että voidaan ajatella sovelluksia teollisuuteen, jalat tukevasti maassa.

## B) Öljypellavan lyhennetty käsittely

- leikkuu leikkuupuimurilla, esiloukutus ja siemenkotien poisto yhtenä prosessina pellolla
  - loukutus, lihtaus tai muu avauspuhdistus kuivauksen jälkeen esim. viljakuivaamossa
  - a) kuitukankaan valmistus
  - toimittaminen kuitukangasvalmistajille suoraan
  - b) langan tai sidenarun valmistus
  - karstaus ja hahtuvanauhan muodostus
  - kehruu joko villakarstalan kasyteemillä paalitavarasta tai hahtuvanauhasta muunnetulla villakehruujärjestelmällä (kampalanka).
- Toisena vaihtoehtona on perinteinen rohdinkehruujärjestelmä.

Liikkeelle on lähdeittävä seuraavasti:

1. Öljypellava niitetään ja puidaan normaalilla leikkuupuimurilla, ja syntyneet pellavakorret paalataan. Siihen voi liittyä samaan laitteeseen liitetty esiloukutuskorsin. Korsien silppuamiseen ja kuitujen katkomiseen ei ole mitään syytä.
2. Pellavakorret kuivataan, loukutaan ja lihdataan tai muulla tavalla avataan ja puhdistetaan suoraan ennen lihtausta viljelmien lähellä ilman pitkiä kuljetuksia. Loukuttamo / puhdistamo voi olla liikkuva tai kiinteä yksikkö, mieluiten liikkuva, tai sen asemesta voi kyseeseen tulla puhdistus leikkuupuimurilla. Alussa tyydytään melko vaatimattomaan puhdistusasteeseen, jota käytännön oppimisen myötä kehitetään ja parannetaan puhtausasteita edustavien puolivalmisteiden tuottamiseksi käyttötarkoituksen mukaan.
3. Puhdistamossa tai lihtaamossa syntyvät päistäreet pyritään hyödyntämään joko – kompostoimalla mullaksi ja / tai – käyttämällä polttoaineena lämmitykseen (briketteinä)

Kysymys on kokonaisuudessaan jo yhtä loukutus- ja puhdistusyksikköä kohti melkoisista määristä päistärettä – 200 tonnia kuituja / 2000 tonnia päistäreitä ja sylkkyjä. Hyödynnettynä ne tuovat oman lisänsä pellavatuotannon tulokseen.

Saatu kuitumateriaali käytetään ensisijaisesti valmistustekniikaltaan seuraaviin tuotteisiin:

- A. Neulaamalla valmistettuihin kuitukankaisiin
  - a) kasvualustat
  - b) viljelmien suojakankaat
  - c) lämmöneristematot
  - d) muut tekniset kankaat
- B. Lankoihin
  - a) sekoitelangat, lähinnä villan kanssa
  - b) kutomateollisuuden langat muunnetulla villakarsta- ja kampalankakehruujärjestelmällä
  - c) mattolangat
  - d) käsityölangat
  - e) maatalousnarut (vaativat oman kehruutekniikkansa ja -laitteistonsa)

Mielekkäintä ja helpointa lienee aloittaa puutarhojen kasvualustojen tuotannolla. Kuitumateriaalin ei tarvitse olla hyvin puhdistettua, ja rakenteen lujudeksi riittää, että se pysyy kasassa eikä sen koossa pitämiseksi tarvittane erillistä muovista sideainetta. Tuote on luontoystävällinen ja hajoaa luonnossa kompostiksi päistäreineen. Voi olla mahdollista, että kasvualusta voidaan valmistaa suoraan hyvin loukutatusta pellavasta ilman lihtausta ja lisäpuhdistusta. Asia on kokeilemisen arvoinen. Käyttäjinä olisivat kauppuutarhat ja taimitarhat. Neulattu kasvualustamatto ei tarvitse koosapitävää sideainetta. Lisäksi tuotetta on helpohko käsitellä, leikkaus taimikohtaisiksi paloiksi voidaan suorittaa tarvittaessa vaikka vasta istutuksen yhteydessä, mikä helpottaa kuljetusta ja ns. valeistutusta.

Viljelmien suojakankaisiin käytettävä pellavan voidaan ajatella sisältävän 20–30 % päistäreitä. Paino on noin 200 g/m<sup>2</sup>. Nykyisiin muovisiin suojiin verrattuna tuote on luontoystävällinen, eikä ole ongelma jätekysymyksenä.

Pellavainen lämmöneristematto rakennuksissa on luontoystävällinen ja maatuu helposti jätteenä. Oy Scanwoven Ab:n vuonna 1996 valmistamien näytteiden perusteella tuote on mineraalivillaan verrattuna selvästi kevyempi, eikä se sisällä fenoli-pohjaisia hartseja. Lisäksi se on mahdollista valmistaa myös kiinteäksi levyksi. Tuote vaatii home- ja palosuojauksen. Suojauskäsittely on järjestettävissä suoraksi jatkoksi neulauskoneyksikön yhteyteen samaksi yhtenäiseksi prosessiksi. Molemmat käsittelyt on mahdollista lisätä tuotteeseen myös puhdistamossa ennen uunikäsittelyä. Luontoystävällisyyden ansiosta tuotteella on huomattava imagoarvo. Pellavaeriste olisi vaihtoehto mineraalivillalle etenkin puurakentamisessa ja sillä saattaisi olla mahdollisuuksia myös vientiin. Ilmeisesti maahamme mahtuisi useampiakin tuotantolaitoksia. Kuitumateriaalin ei tarvitse olla myöskään täysin puhdistettua, vaan siinä saa olla ehkä 20–30 % päistäreitä.

Periaatteessa valmistus käy samalla koneistolla kuin edellistenkin tuotteiden valmistus. Lisänä on vain home- ja palosuojauksen annostelulaitteet ja lämpösidentauuni.

Tarvittava tuotantoyksikkö muodostuisi seuraavista laitteista:

- kuitujen avaus- ja syöttöyksikkö
- karstausta ja laskostusta (myös Suomessa on kehitetty tähän laitteet); erikoispäällistys pellavaa varten tarvitaan
- neulausyksikkö; erikoispiikitys pellavaa varten tarvitaan
- jälkikäsitteilylaitteet mahdollisine uuneineen
- leikkaus-, kehimis- ja pakkausyksikkö.

Muista, lähinnä teknisistä kankaista, saattavat öljypellavan kuidusta valmistetuina tulla kyseeseen:

- suodatinkankaat oltava puhtaita päistäreistä
- autojen yms. verhoilukankaat oltava puhtaita päistäreistä
- vaatetusteollisuuden tukiliinat oltava puhtaita päistäreistä
- komposiittien tukirakenteena joko kuituina, kuitukankaana tai lankoina. Näiden käyttö kuitujen suhteen ei muodostune kovin suureksi, vaikka lopullisina tuotteina niiden rahallinen arvo ja kilohinta olisivatkin merkittäviä.
- verhoilu/huonekaluteollisuudessa vaahtomuovin sijasta

Nämä tuotteet vaativat kuidulta useimmissa tapauksissa saman puhtausasteen kuin kehruussa. Joissain komposiiteissa voidaan sallia epäpuhtauksia. Pellavan etuina ovat sulamattomuus, venymättömyys, suuri absoluuttinen lujuus ja myös lasikuitua parempi taivutus- ja poikkitaivutuslujuus. Lisäksi pellava on ympäristöystävällinen materiaali.

Kolme ensimmäistä tuoteryhmää (puutarhojen kasvualustat, viljelmien suojakankaat ja lämmöneristeet) ovat aluksi ensisijaisia, koska niiden valmistus on helppoa aloittaa. Kyse on lisäksi suurista määristä. Näistä aloittamalla jää aikaa kehittää menetelmiä kuitujen puhdistamiseen täydellisesti päistäreistä samalla, kun tuotanto on jo kannattavaa ja rahavirtaa on taloon päin.

Kehruun kautta valmistettujen lankojen osalla kehityksen kohteena olisivat ensin:

- mattolangat, jolloin kyse on suurista määristä. Ensimmäisenä menetelmänä on villakarstalankakehruu nykyisissä kehräämöissä.
- sitten käsityölangat
- maatalousnarut, joiden valmistus voi olla yhdistettynä lihtaus- ja karstausyritykseen ns. kovakuitujen kerhuujärjestelmää soveltaen (sisal, manilla)
- muut langat

Ns. puuvillakehrujärjestelmillä pellava- ja pellavasekoitelankojen valmistuksen pohtimista en pidä mielekkäänä. Tälle on

olemassa vahvat perustelut:

- puuvillakehruu edustaa periaatteessa massatuotantoa ja halpaa tavaraa. Lisäksi tekokuiduista voidaan kuituhienous- ja kuitupituuskehoituksilla tehdä helposti pellavalankajäljitelmiä niin rengaskehruu- kuin muillakin hienokehruumenetelmillä.
- pellavan pätkimistä puuvillakehruuseen on kokeiltu jo yli 60 vuotta eri puolilla maailmaa. Erityisesti Saksassa viime sodan aikana tehtiin töitä asian hyväksi toissaan, koska maa ei saanut puuvillaa mistään. Tulokset olivat laihoja. Pellavan ns. kotonointia on jälkepäin tutkittu ja kokeiltu sekä kehitetty etenkin Euroopassa, ilman teollista menestystä. Nykyisin kukaan kehrukoneen valmistaja ei usko siihen: miksi lähdetäisiin pilkkoamaan muutoinkin kallista pellavaa lisäkustannuksin sellaiseksi materiaaliksi, joka sopii huonohkosti puuvillakehrukoneistolle puuvillaan ja puuvillatyyppiin tekokuituihin verrattuna?. Näin valmistettava lanka on menettänyt oleellisen osan pellavan loisteliaasta luonteestaan. Lisäksi Suomesta puuttuu puuvillakehrukapasiteetti kokonaan Finlaysonin Kajaanin kehräämön sulkemisen jälkeen.

Sitä vastoin pellavan kehruu muunnetuilla villakehrujärjestelmillä on mielekääntä. Se on halvempi keino, perinteinen menetelmä ja lanka on vielä täysin pellavatyyppinen. Aivinaa vastaava tuote on kehitetty tekokuitujen ns. Schappe-kehruusta (oikeastaan alun perin luonnonsilkille tarkoitettu menetelmä) ja rohdinta vastaava villakarstalankapuolelta. Molemmat menetelmät ovat sopivia myös lyhyille sarjoille.

Mitä mattolankoihin ja maatalouden sidenaruihin tulee, on niiden suhteen syyt selvittää myös muita menetelmiä, esim. sisalin ja manillan kehrujärjestelmiä. Maatalouspuolella pellavarohdinlanka on ympäristöystävällinen, eikä sitä tarvitse välttämättä poistaa paalien ympäriltä täydellisesti.

## 6 Lyhyt yhteenveto projektista

Kahden vuoden aikana tämän projektin tavoitteita ja menetelmiä on tarkistettu:

1. Painopiste on siirtynyt alkuperäisestä langan käytön suunnittelusta nonwoven- eli kuitukangaspuolelle ja oleellisesti laajemmaksi kysymykseksi tuotevalikoiman osalta.
2. Tuotettavat potentiaaliset kuitumäärät ovat muutamassa vuodessa kasvaneet muutamasta sadasta tonnista tuhansiin, ja öljypellavan alun perin sadan hehtaarin viljelyala ylittää nyt 2 000 hehtaaria.
3. Koko pellavan kuidutusprosessia on jouduttu miettimään uudella tavalla.
4. Lisähyötynä kuitupellavan tuottajien kannalta on pidettävä sitä, että tämän hankkeen tuloksia sovellettaessa näyttäisi löytyvän käyttö myös kuitupellavan lyhyelle jätekuidulle.
5. Jalostusprosessia pellavakorresta kuiduksi on mahdollista ratkaisevasti lyhentää ja siten alentaa kustannuksia. Erityisen merkittävänä on pidettävä sitä, että tässä menetelmässä ei käytetä liotusta ja että myös päistäreille löytyy käyttöä.

On aika lähteä laboratorioasteelta tosi toimiin kentälle. Painopisteen tulee olla niin maatalousyrittäjien kuin jo maassamme olevien teollisuusyritysten auttamisessa ja tukemisessa.

## 7 Tärkeimmät suositeltavat jatkotoimenpiteet ja tarvittavat lisäselvitykset

Lähtökohtana on, että jalostusprosessi pelolta kuiduksi saadaan kustannussyistä oleellisesti edullisemmaksi kuin perinteisessä kuitupellavanviljelyssä. Tällöin huomattava merkitys on sillä, että liotus jää kokonaan pois ja korsien ylimääräisiä kuljetuksia vältetään. Samalla pyritään yhdistämään eri työvaiheita yhdeksi jatkuvatoimiseksi prosessiksi.

### 7.1 Työnjako

Ensimmäiseksi on tehtävä selvä työnjako öljypellavan kuitujalostusprosessissa kuidun saattamiseksi kuitukangasvalmistus- ja kehruukelpoiseen kuntoon. On määriteltävä mikä osa kuuluu maatalojen piiriin, mikä muualle. Periaate on oltava sama kuin puuvillatuotannossa. Siinähen puuvillapoininnan jälkeen seuraa loukutus, jossa erotetaan siemenet ja kuitu alkupuhdistetaan. Seuraavaksi puuvillakuitu paalataan ja toimitetaan kehräämöhin usein jopa toiselle puolelle maapalloa. Siemenistä puristetaan loukutuksen yhteydessä proteiiniöljyä, josta valmistetaan ravintoproteiinia ja siemenkuorista saadaan karjan rehua.

Myös villapuolella lampureiden osuus jalostusprosessissa on pidentynyt. Nykyisin huomattava osa nimenomaan australialaisesta villasta toimitetaan eteenpäin valmiiksi pestynä ja kampalankapuolella kammattuna topsina. Kampalankakehräämisessä prosessi alkaa juuri hahtuvanauhasta ja perinteinen esikehruun alkuvaihe karstausta myöten on jäänyt pois samoin kuin villan pesukoneet. Pesu ja kampaus tapahtuu sielä, missä villa tuotetaan samoin kuin lanoliin-



nin erottaminen. Lanoliinivahaa käyttää pääasiassa kosmetiikkateollisuus.

Aivinalankakehräämön prosessi alkaa nykyisin häkilöidystä hahtuvanauhasta. Näin tehdään myös Suomen ainoassa pella-vakehräämössä. Koko uuden prosessin ydinkysymys onkin, että tehdään selvä ero maatalouden ja varsinaisen teollisuuden osuukien välillä, jolloin maatalouteen kuuluisi myös kuitumateriaalin valmistus kuitukankaan- ja langanvalmistuskuntoon. Ilmeisesti puinti, mahdollinen alkuloukutus, paalaus ja ns. kylmäkuivaus sekä varastointi sadonkorjuun jälkeen kuuluu viljelijöille. Alkuloukutus voisi tapahtua leikkuupuumurin yhteydessä olevalla lisälaitteella. Kehräämölle tavara toimitettaisiin ”kam-palankaprosessiin” hahtuvanauhana ja karstalankapuolelle paaleina tai esilankarullina.

Kenelle kuuluu kuitujen erotus päistä-reistä, avaus ja alkupuhdistus (loukutus, lihtaus)? Näiden toimintojen on tapahduttava niin lähellä viljelmiä kuin mahdollista, koska kyse on nimenomaan tilavuudeltaan suhteellisen suurista materiaalimääristä. Ilmeisesti paras vaihtoehto loukutuksen ja alkupuhdistuksen osalta olisi, että se suoritetaisiin tilalta toiselle kiertävällä laitteistolla, joka olisi joko osuustoimintapohjalla tai erillisenä yrityksenä.

Silloin materiaalin kuljetuskustannukset olisivat kohtuulliset. Jo nyt on kyse niin suurista määristä, että ympärivuotisesti työllistyisi useampi yritys.

Mikä olisi ko. systeemillä käsitellyn kuitumateriaalin puhtausaste päistäreistä? Mikä osuus suoritetaan maataloudessa ja mikä muualla? Riittääkö se, että maatalojen lähellä loukutettu, puhdistettu ja paalitettu pellava sisältäisi 20–25 % päistäreitä, jotka toimitetaan eteenpäin kuitukankaiden, lankojen ja narujen valmistajille? Vai jalostetaanko materiaali käyttötarkoituksen ja asiakkaiden toivomusten mukaan eri puhtausasteisiin puhdistettuna ja avattuna?

Alkuvaiheessa, lukuunottamatta lankojen ja narujen valmistusta, riittäisi noin 80 % puhtausaste, jos valmistetaan kuitukangasta neulaamalla kasvualustoiksi ja läm-

möneristeeksi. ”Hienopuhdistuksen” voi tehdä erillinen yrittäjä tai se voidaan tehdä joko kuitukangastehtaassa tai kehräämössä ennen karstausta. Em. ”puhdistamot” voisivat suorittaa vastaavan käsittelyn myös kuitupellavan lihtauksessa ja häkilöinnissä jääneelle lyhyelle kuidulle.

Tullaanko toimeen ilman lihtausta? Jos ei, onko saatavissa konetta, joka pystyy puhdistamaan varsia, joiden pituus on 15–20 cm – säätö kuitu- ja varsipituuden mukaan? Samalla on arvioitava, missä lihtaamo ilman häkilöintimahdollisuutta sijaitsee ja missä määrin jo olemassa olevia, esim. Ilmajoella sijaitsevan Pellavallinen Oy:n, laitteistoja voidaan hyödyntää. Puumurilla korjatut varret eivät sisällä kasvin juuriosaa. Siksi niiden ei tarvitse olla prosessissa yhdensuuntaisesti, kuten nyhdetyllä materialilla. Lisäksi varsien maaperäisten epäpuhtauksien määrä on pienempi. Kuitenkin, mikäli lihtausta tarvitaan, on ilmeisesti suhteellisen helposti syötön yhteyteen järjestettävissä lisälaitte, joka ”haravoi” paa-lista syötetyt sekaiset pellavavarret riittävän samansuuntaisiksi lihtausta ajatellen.

Jos puhdistus ja avaus suoritetaan viljelyalueella, onko jalostusyksikköön kytkettävä langan ja narujen valmistusta ajatellen karstausyksikkö, joka toimittaa kuitumateriaalin hahtuvanauhamuodossa? Siitä hienokehruu voisi tapahtua suoraan. Hahtuvanauha toimitetaan asiakkaille joko kerinä tai paaleina.

Miten viljelyalueella tai erillisissä puhdistuslaitoksissa syntyvät päistäreet ja vastaavat jätteet hyödynnetään? On selvitettävä, käytetäänkö ne polttoaineena lämmityskattiloissa (briketeiksi puristettuina) vai kompostoidaanko ne mullaksi. Samalla tutkitaan, voidaanko päistäreitä hyödyntää taajamien jätevesipuhdistamoissa. Päistäreet voivat tulla kyseeseen myös kuivikkeina kotieläintiloilla. Todettakoon, että kustannussyistä päistäreet eivät siedä pitkiä kuljetuksia. Jalostus ja käyttö on suoritettava lähellä viljelijöitä ja alkujalostuslaitoksia. Allekirjoittanut olettaa, että siemenkodista tulevista sylkyistä pääosa ilmeisesti jää puinnin yhteydessä suoraan pellolle.

Kuinka pitkälle voidaan käyttää tiloilla jo olevaa normaalia viljankorjuukalustoa (lähinnä leikkuupuimuria, paalauslaitteistoja ja kuivaajakalustoa) sekä varastotiloja paaleille? Entä mitä lisälaitteita tarvitaan ja voidaan kohtuukustannuksin niihin rakentaa? Tällöin tulisivat lähinnä kysymykseen esiloukutusvalssitot sekä mahdollisesti ”vempaimisto” öljypellavarsiston yhden-suuntaistamiseksi leikkuupuimurin yhteyteen. Laitteiden suunnittelun ja valmistuksen voisi antaa tehtäväksi jollekin pienelle konepajayritykselle, mikä jo nyt toimii maatalouskonealalla.

## 7.2 Yhteistoimintaverkko

On saatava aikaan hyvä ja saumattomasti toimiva yhteistoimintaverkosto viljelijöiden ja kuitumateriaalin alkujalostajien sekä kuitukankaiden, langan ja narujen valmistajien välille. Mukaan tulisi kytkeä myös kuitupellavapuoli niin, että lihtauksessa ja häkilöinnissä syntynyt lyhytkuitutuotanto kytettäisiin samaan, vaikka niistä valmistettaisiin eri tuotteita erilaisilla laatuominaisuuksilla. Kateus ei saa olla esteenä. Kysymys ei ole näiden kahden materiaalin keskeisestä kilpailusta, vaan toisiaan täydentävästä ja hyödyntävästä toiminnasta ja niin laitteiden kuin raaka-aineen kannalta lisääntyneestä käyttöasteesta. Uutta kehräämötä ei tulisi ainakaan alkuun perustaa, vaan olisi hyödynnettävä olemassa olevia - ensin vaikkapa käyttöastetta nostamalla (vuoro- ja viikonlopputyöskentely). Almedahlin Maalahden kehräämö säilyisi edelleen ainoana varsinaisena aivinakehräämönä. Uutta, noin 40 Mmk:n investoinnin vaatimaa kehräämötä ei tässä vaiheessa kannata edes ajatella, koska sen tuotannolle ei ole näköpiirissä riittäviä markkinoita vientikin mukaan lukien. Rohdinpuoli ja aivinatyyppisten lankojen valmistus pohjautuisi olemassa oleviin villakehräämöihin niin karsta- kuin kampalankapuolellakin niiden toiminta-astetta lisäämällä.

Puuvillatyyppisten lankojen valmistus

saadaan unohtaa, koska puuvillakehruu on maassamme loppunut.

## 7.3 Neulatut tuotteet

Neulauksen osalta on selvitettävä, saadaanko sillä aikaan, niinkuin laboratoriokokeet viittaavat, kasvualustoiksi kelpavaa mattoa suoraan loukuttetusta, mutta lihtaamattomasta tai kevyesti avatusta ja puhdistetusta öljypellavakuidusta vai tarvitaanko 10–25 % osuus pidempikuituista pellavaa esineulattuna mattona neulausalustaksi.

## 7.4 Lihtaus

Selvitetään, kannattaako osa öljypellavan kuitumateriaalista lihdata kuitukankaiden, lankojen ja narujen valmistusta ajatellen. Asiaa olisi kehitettävä esim. Pellavallinen Oy:ssä jo olemassa olevien laitteiden pohjalta. Näin siitä huolimatta, että pääosa kuiduista menisi edelleen jalostukseen lihtaamatta.

## 7.5 Täydentävyys

On selvitettävä, missä määrin öljypellavan kuidut ja kuitupellavan lihtauksessa ja häkilöinnissä jääneet lyhyet kuidut ovat toisiaan täydentäviä materiaaleja niin, että ne eivät kilpaile keskenään, vaan niistä saadaan väriltään, tunnultaan ja kiilloiltaan eri tyyppisiä tuotteita värjäätymisominaisuudet mukaan lukien. Lisätuoteryhmä saattaa syntyä niiden sekoituksista lankoina ja keroksina kuitukankaissa.

Edellisen seurauksena tutkitaan, voidaanko nyt maassamme syntyvät kuitupellavan häkilöinti- ja lihtausjätteet sekä lihdata pellavasta leikatut juuriosat hyödyntää samoilla koneistoilla ja samalla prosessilla kuin öljypellava suunnilleen samoiksi tuotteiksi, vaikka ne olisivatkin laatuominaisuuksien suhteen erilaisia.

## 7.6 Eri laitteistovaihtoehdot

Voidaanko saada päistäreistä ja muista epäpuhtauksista täysin puhdasta kuitua kuitukangastuotantoa, villakampalankakehruujärjestelmällä valmistettavia lankoja sekä märkäkehruuta ja -kertausta varten esim. Laroche ja Charlen kehittämällä laitteistoilla? Saksalaisen Temafan koneet antoivat ainakin tämän projektin kokeissa käytettävissä olleella kokoonpanolla mielestäni liian kovakouraisen kuituja vahingoittavan käsittelyn.

## 7.7 Materiaalivirta

Millä tavoin järjestetään logistiikka eli kokonaisvaltainen materiaalivirta pellolta kuitujen puhdistamoille, sieltä edelleen kuitukankaiden ja lankojen valmistajille kuljetus- ja toimitusjärjestelmät verkostoineen mukaan lukien niin, että toimitukset, toimitusajat ja -määrät ovat luotettavia ja täsmällisiä?

## 7.8 Laatuluokitus

Öljypellavan kuidun laatuluokitusjärjestelmää ei tässä vaiheessa kannata kehittää ennen kuin saadaan käytännön kokemusta riittävästi. Laatukriteereiksi tulevat lähinnä kuitutapuli, kuituhienous, väri sekä puhtausaste. Teollisen toiminnan tulee pohjautua laatunäytteisiin ja niiden pohjalta sovituihin sertifiikkeihin eli laatuominaisuustakuihin.

## 7.9 Narut

Tulee selvittää, voidaanko öljypellavan kuidusta valmistaa narua sisalin ja manillan kehruukoneistolla. Tämä kehruuprosessi on oleellisesti yksinkertaisempi ja lyhyempi kuin minkään muun katkokuidun ja sillä saadaan halvempi tuote. Menetelmä sopii myös kookoskuiduille.

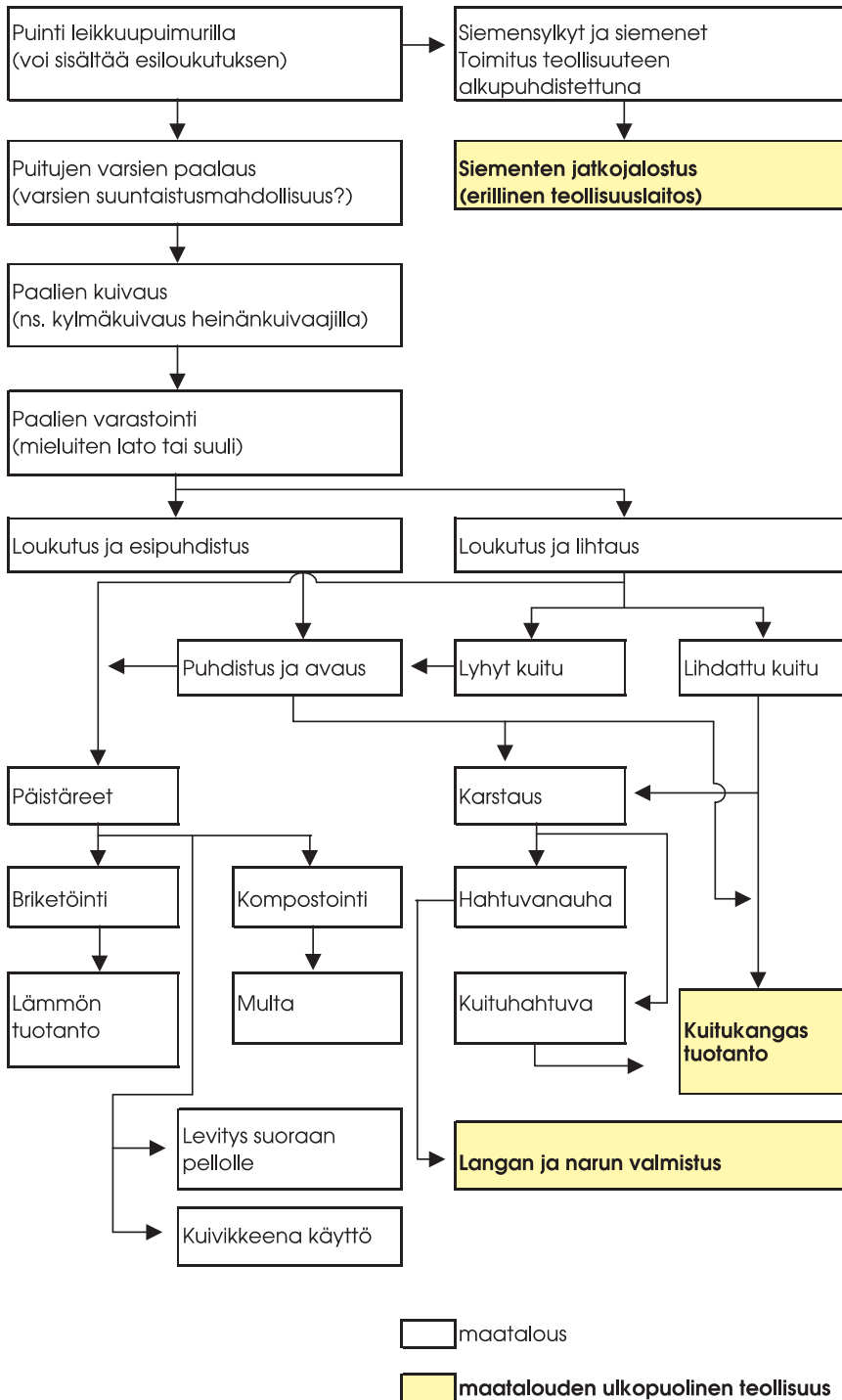
Kuvan 15 kaavio esittää, millaiseksi ja-

lostusketju maatalouden puolella muodostuu. Tällöin päistäreet osittain tai kokonaan käytettäisiin ao. tiloilla sellaisenaan tai brikketeinä lämmön tuotantoon korvaten öljyn, hakkeen ja halot. Vain ylijäämä, jos sitä syntyy, myytäisiin ulos.

# 8 Öljypellavan kuiduista saatavia tuotteita

Tarkastelu lähtee siitä, että valtaosa kuidusta (v. 1997 viljelyalojen perusteella saataisiin teoriassa noin 500 t kuitua eli varsin huomattava määrä) käytettäisiin neulamalla kuitukankaiden valmistukseen. Kehruuseen ja narujen valmistukseen menisi 200–300 t vuodessa nykyisiä pikkukehräämöjä hyödyntäen. Tilanne ei muuttuisi tältä osin oleellisesti, jos esim. Ilves-lanka lähitisi öljypellavakuidusta valmistamaan mattolankoja, joista pääosa menisi vientiin. Tällöin lisämenekki olisi edullisimmassa tapauksessa 200–300 t vuodessa. Yleisenä nyrkkisääntönä voidaan pitää, että puhtaasti sekoituksen, avauksen ja puhdistuksen kannalta periaatteellinen kannattavuusraja olisi 200 t vuodessa. Hienokehruun osalta se voi sitten jakaantua useisiin erilaisiin tuotteisiin, jotka voivat olla muutama tonni per kehruuerä, etenkin, jos toimitaan villakarsa- ja -kampalankasysteemeillä. Niinkuin kuvista 13 ja 14 ilmenee, kokonaiskuitutuotannosta on odotettavissa, että siitä saataisiin lankaa noin 60 % ja 40 % olisi hävikkiä langan valmistuksen kannalta. Se voitaisiin ilmeisesti kokonaan hyödyntää kuitukangastuotantoon. Siten noin 100 kg langan kehruuseen tarvittaisiin kuitua yhteensä noin 165–175 kg. Ns. villakampalankakehryttyä lankaa saataisiin 100 kuitukiloa kohti noin 20–25 kg.

Toisena lähtökohtana olisi, että sama systeemi – jopa samoissa yrityksissä – hyödyntäisi kuitupellavapuolella lihtauksessa ja häkilöinnissä syntynyttä lyhyttä kuitua. Siitä ilmeisesti pääosa menisi neulaukseen. Langan valmistuksessa tulisi primäärisesti



**Kuva 15.** Maatalouden osuus öljypellavan jalostus- eli tuotantoketjusta. Ainoastaan langan, narun ja kuitukangaiden valmistus kuuluu maatalouden ulkopuoliselle teollisuudelle. Langan ja narun valmistukseen kuitumateriaalin on oltava täysin puhdistettua. Kuitukangasteollisuudelle toimitetaan eri puhtausasteilla esijalostettua materiaalia asiakkaan tarpeen mukaan.

kyseeseen rohdinlankojen ja narujen valmistus.

Seuraavassa tarkastellaan tärkeimpiä sellaisia tuotteita, joiden raaka-aineeksi öljypellavan kuitu soveltuisi ja tuotteiden peruslaatuvaatimuksia niin raaka-aineen, sen puhtauden ja lujuuden kuin käyttöominaisuuksienkin suhteen. Tuotteet voidaan jakaa valmistustekniikan suhteen kolmeen pääryhmään: neulaamalla valmistetut kuitukankaat, langat ja narut sekä pellavapohjaiset komposiitit (kuva 16).

## **8.1 Neulaamalla valmistetut tuotteet, niiden ominaisuudet ja laatuvaatheet**

Jos lujitteena tai sidemateriaalina käytetään muuta kuitua, se ei saisi olla synteettistä, vaan mieluiten pellavaa tai muuta kuitua, joka kompostoituu. Sama koskee liima-aineita.

Tuotteista ei saa tulla jätteenä tai muutoin ympäristöongelmaa.

### **8.1.1 Kasvualustat**

Kasvualustat voivat sisältää päistäreitä 20 % saakka, ehkä enemmänkin. Tuotteen tulisi olla levy- tai rullatavaraa ja paksuudeltaan noin 10 cm. Se ei saisi sisältää synteettistä kuitua, koska tuotteen on oltava luonnossa häviävä. Pääosa tuotteesta olisi lyhyehköä kuitua, mutta joukossa olisi oltava 50–80 mm kuitua sitovana osana. Tuotteen tulee pysyä hyvin kasassa kuljetuksissa taimitarhoille ja kasvihuoneisiin ja sieltä edelleen taimien kanssa istutuksiin. Käyttöalue on suuri. Alusta voidaan lannoittaa ravinteilla etukäteen. Olisi kokeiltava, voidaanko neulata suoraan loukutuista varsista ilman lihtausta tai muuta avaus- ja puhdistusoperaatiota. Tuotteen lopullinen käyttökelpoisuus tulisi tutkia MTT:n toimesta. Öljypellavan kuidun teollinen jalostus voisi alkaa nimenomaan tästä, koska se olisi helpointa alhaisen puhtausastevaatimuksen takia.

### **8.1.2 Kasvimaiden suojakankaat**

Luontoystävällinen, metritavarana toimittava vihannes- ja mansikkamaiden suojakangas olisi vaihtoehto nykyisille polyeteeni- ja polypropeenipohjaisille kankaille. Vaatimukset puhtausasteen ja lujuuden suhteen ovat samat kuin edellä. Tuotanto voisi käynnistyä samanaikaisesti edellisen kanssa. Tuotteen painon tulisi olla 180–190 g/m<sup>2</sup> ja leveyden 2–3 m. Tuotteessa on oltava 20–25 % kuitua, jonka pituus on 50–80 mm. Se ei saisi sisältää liima-aineita, eikä synteettistä kuitua sideaineena.

### **8.1.3 Lämmöneristeet**

Lämmöneristeet voivat olla rullatavaraa tai levyjä. Levyt voivat olla tiiviimmiksi neulatutuja ja siten lujia. Levyt voivat sisältää päistäreitä ehkä 10–20 %.

Vaatimukset ovat tiukemmat kuin em. tuotteilla. Paksuusluokkia voi olla useita; esim. 30 mm, 50 mm ja 100 mm. Tuotteelle on tehtävä palo-, home- ja lahosuojaus. Kemikaalit voidaan lisätä pulverina harsokerrosten latomisen yhteydessä. Sen jälkeen tuote neulataan ja paahdetaan uunissa.

Nestesuojaukseen verrattuna prosessi on yksinkertaisempi. Tuote olisi vaihtoehto perinteiselle mineraalivillalle, mikä rakennusjätteenä on hartseineen ympäristöongelma, koska ei lahoa. Lisäksi mineraalivilla pölyävine kuituineen ja hartseineen edellyttää suurempia työsuojelutoimenpiteitä. Pellavasta valmistetun tuotteen paino on kevyempi kuin mineraalimatoilla. Tuotetta voidaan ajatella myös putkieristykseen (lämpöjohdot, viemärit), jolloin tulee kyseeseen myös suoraan putken muotoon neulaaminen metritavarana (erillinen yritys). Tuotetta voidaan valmistaa myös täysin päistäreistä puhdistetusta materiaalista. Lujuusvaatimukset ovat suuremmat kuin edellä.

### 8.1.4 Rakennus- ja sisustuslevyt

Rakennus- ja sisustuslevyt ovat edellisiä tiiviimmiksi neulattuja tuotteita. Lujuusvaatimukset ovat em. suuremmat. Tuotteessa on oltava suhteellisesti enemmän 70–130 mm pitkää kuitua. Sisäkerroksissa saa olla päistäreitä 10–15 %, mutta pinnan on oltava useimmissa laaduissa täysin puhdasta. Jos pyritään luontoystävälliseen tuotteeseen, se ei saa sisältää hartsia, synteettisiä kuituja eikä muovia. Tuote on laho-, palo- ja homesuojattava. Levyt ovat vaihtoehto lähinnä lastu- ja halltex-levyille. Tuote on oltava maalattavissa. Öljypellavan kuidusta saadaan, mikäli sitä ei lioteta, suunnilleen samanvärisen tuote kuin lastu- ja mineraalivillalevystä.

### 8.1.5 Sivelypohjat

Tuotteelta vaaditaan suurempi lujuus kuin edellä. Kuituharjojen väliin voidaan latoa lujittavia lankavahvistuksia. Etuna synteettiseen kuitupohjaan verrattuna on sulamattomuus ja venymättömyys sekä hyvät tarttumisominaisuudet. Tuote olisi vaihtoehto vastaaville tekokuitupohjaisille neulatuille tuotteille. Tuote vaatii täysin puhtaan kuidun.

### 8.1.6 Neulatut geotekstiilit

Teiden ja talojen rakentamisessa käytetään tekstiilejä soran ja hiekan säästämiseksi. Tuotteella on oltava suunnilleen sama lujuus kuin sivelypohjissakin. Periaatteessa samoja tuotteita voidaan käyttää myös lumiaidoissa. Hävittäminen ei aiheuta ympäristöongelmia.

### 8.1.7 Kuitukangaspohjaiset verhoilukankaat

Käyttökohteena ovat täytteet ja toppaukset huonekaluteollisuudessa sekä levynä että

”huopana”. Levy olisi vaihtoehto styroxille, mikä on ongelmajäte. Tuotteeseen käytettävän kuidun on oltava täysin puhdistettua sekä palo-, home- ja lahosuojattua.

### 8.1.8 Pakkausten suojausmateriaalit

Pellavasta valmistettu tuote olisi vaihtoehto styroxille ja muoville.

### 8.1.9 Äänen, värinän ja iskunvaimennuslevyt, suodattimet

Tuotteet vaihtelevat mitoiltaan ja muodoiltaan käyttötarkoituksen mukaan. Suurin käyttöalue olisi jätevesien puhdistus ja suodatus. Vaikka näihin tuotteisiin käytettävä kuitumäärä olisikin pieni, niiden jalostusarvo ja kilohinta valmiina tuotteina on korkea. Tuotteet kuuluvat korkeatasoisen teknologian ja osaamisen alueeseen.

### 8.1.10 Kokolattiamattojen ja parkettien alusmatot

Neulattuja tuotteita, joiden paksuus on 2–3 mm. Tampella valmisti niitä 1960–70-luvuilla pellavan ja juutin kehruujätekuidusta neulaamalla. Siitä sai alkunsa Tampellan koko kuitukangastuotanto kehittyen melko mittavaksi toiminnaksi.

Kun pellavakehruu lopetettiin, hiipui koto- ja mattojen valmistus ja koko kuitukangastuotanto myytiin koneineen pois 1980-luvulla.

### 8.1.11 Kattohuopien aluskangas

Kattohuopien aluskangas on neulattava ja se saa olla melko tiivis. Se saa olla yhtä paksu tai ohuempi kuin lattioiden alusmattokankaat. Valmiin tuotteen lujuutta lisää sen kyllästäminen asfalttipiellä. Aikoinaan raaka-aineena käytettiin lumpuista revittyä jätekuitua, myös puuvillajätettä. Finlayson lopetti 1960-luvulla puuvillajätteen toimit-

tamisen, kun karhekehräämön tuotantoa nostettiin rajusti aina 23 tonniin/vk. Puuvillakehruun hiipumisen mukana puuvillajätekuidun saanti on maassamme loppunut samoin kuin karhelangan valmistuskin jo 1970-luvulla. Aluskangasmateriaalina käytetään tietääkseni polypropeenia. Määrät olivat kuituina satoja tonneja vuodessa ja Suomen suurimmat käyttäjät ovat Katepal ja Icopal.

## 8.2 Langat

Langanvalmistus jakaantuu valmistustekniikaltaan kahteen linjaan, eli narut sekä aivina- ja rohdintyyppiset langat yksinkertaisina ja kerrattuina (myös moppilangat). Nämä voivat olla joko 100 % pellavaa tai sekoitteita. Molemmissa tapauksissa lähtökohtana on täysin puhdistettu, kehruukelpoinen materiaali. Aivinatyyppisten lankojen valmistamiseksi kehruu voi alkaa karsatusta hahtuvanauhasta, jonka toimittaisi maatalouteen kytketty kuitujen puhdistus- ja/tai lihtausyksikkö. Toisaalta tulisi kyseeseen avattu ja puhdistettu irtokuitu rohdinlankapuolella. Kokonaistavoitteena on oltava laadukas lanka, joka on pellavatyyppinen. Puuvillatyyppisyys pudottaisi huomattavasti tuotteesta saatavaa hintaa. Jo tästä syystä ns. kotonointi (engl. cottonize) on ajatuksena hylättävä. Sekoitelankapuolella kuiduista tulisi kyseeseen polyesteri (vaikea värjätä näyttäviin sävyihin) ja akryyli. Kuidun valinnassa on huomioitava pellavan suhteellinen karheus ja alhainen murtovenymä. Karkean synteettisen kuidun valinta pienentää samalla tuotteiden nöyhtäntymis- ja pilling-riskiä.

Kuidun pituuden tulee olla samaa luokkaa kuin villakuidulla, yli 50 mm. Periaatteena tulee olla, että öljypellavan pidempi kuituosa erotetaan prosessissa erilleen ja jalostetaan korkeatasoisemmaksi langaksi ja lyhyempi osa käytetään rohdinlangaksi ja kuitukangastuotantoon.

Mitä itse kehruuseen tulee, pellavan perinteinen kehrujärjestelmä on hylättävä kalliina vaihtoehtona. Alan koneistojen

yleinen kehitys on ollut viime vuosikymmenien ajan lähes pysähdyksissä, eikä varsinaisia uusia innovaatioita ole tullut. Toisin sanoen, käytettäisiin muunnettua villakehruuprosessia - karstalankajärjestelmää rohdinlankojen ja kampalankajärjestelmää aivinalankojen valmistamiseen. Hienokehruu pohjautuisi rengaskehruuseen, aivinatyyppiset langat valmistettaisiin märkäkehrätyinä. Uusia kehruumenetelmiä ei tässä vaiheessa kannata harkita. Jos mattolankojen kysyntä ja tuotanto aikaa myöten kehittyi mittavaksi, on tutkittava roottorikoneen (kallis investointi) mahdollisuutta karkeiden lankojen valmistamiseen, koska se tarjoaisi halvimman vaihtoehdon. Roottorilanka eroaa kuitenkin monilta laatuominaisuuksiltaan rengaskehrätyistä. Nukkalan-gaksi roottorilanka olisi täysin sopimaton. Siksi etukäteen on huolella käytännön kustomiskokein arvioitava tuotteen laatuominaisuudet roottori- ja rengaskehrätyistä langoista kudottujen tuotteiden välillä. Tarkastelun kohteeksi eivät riitä lujuus- ja numerotasaisuus. On kiinnitettävä huomiota yleiseen visuaalisuuteen, tuntuun, kiiltoon, värisävyjen puhtauteen ja kirkkauteen sekä niiden mahdolliseen muuttumiseen käytön aikana. Alkuvaiheessa hyödynnettäisiin olemassa olevaa koneistoa ja kapasiteettia ja kehräämöiden tietotaitoa.

Aivinapuolella käytettäisiin villakampalankajärjestelmää. Prosessi alkaisi hahtuvanauhasta. Hienokehruu tapahtuisi märkänä rengaskehruuna. Kostutusaltaat voidaan rakentaa itse olemassa oleviin koneisiin. Rullaus, kertaus ja monistus tapahtuisi olemassa olevalla perinteisellä koneistolla. Tavoitteena on oltava solmuton lanka, joten rullauskoneisiin olisi mahdollisuuksien mukaan hankittava lankaliitosten tekemiseksi ns. ”pissimylaitteet”. Kertauksessa olisi oltava mahdollisuus ns. märkäkertaukseen tiiviimmän, sileämmän ja kiiltävämmän tuotteen saamiseksi.

Yhteenvetona todettakoon, että öljypellavakuitu lankojen valmistuksen raaka-aineena on nimenomaan haaste maassamme jo olemassa oleville villakehräämöille tarjoten samalla uusia näkymiä.

### 8.2.1 Kutomojen ja neulomojen langat

Kutomojen ja neulomojen käyttämät langat pohjautuisivat ”villakarstalankakehrättyihin” rohdinlankoihin ja ”kampalankakehrättyihin” aivinalankoihin. Rohdintyyppinen lanka sopii lähinnä kuteeksi kutomoihin. Kertaamattomina ja kerrattuina ne ilman liistausta käyvät loimiin huonosti. Aivinatyyppiset langat käyvät sekä loimeksi että kuteeksi kutomoihin sekä trikoopuolella erityisesti tasokoneneulomoihin.

Mattopuolella kerratut ja ns. moppilangat soveltuvat kokopellavaisiin, sileisiin mattoihin. Nukallisiin mattoihin soveltuvat kerratut langat pohja- ja täytekuteeksi sekä myös nukaksi. Uusi ja mielenkiintoinen alue Suomen mattoteollisuudelle olisi ryhtyä kehittämään ja kutomaan sisal- ja kookoskuiduista tehtyjen mattojen tilalle vastaavia tuotteita öljypellavan kuiduista tehdyistä langoista. Pellavasta valmistettuna niillä olisi laatuominaisuusetuja ja kaikin puolin uutuutena tuote poikkeaisi oleellisesti perinteisistä.

### 8.2.2 Käsityölangat ja ns. neulelangat

Vaikka käsityölankoihin käytettävä kuitumäärä ei olisikaan kovin suuri, tuotteiden jalostusarvo ja kilohinta ovat kuitenkin korkeita. Langat voisivat olla myös ns. slubi- ja nyppylankoja, jotka olisi mahdollista valmistaa suoraan kehräämällä sekä kertaamalla.

### 8.2.3 Narut

Pellavanarut olisivat ympäristöystävällinen vaihtoehto erityisesti maataloudessa nykyisin käytettäville sidenaruille. Markkinatutkimus olisi tarpeen määrien, vahvuuksien, lujuuksien sekä jakelukanavien selvittämiseksi. Karjanruokinnassa jäisi yksi riski pois verrattuna polypropeeni- ja polyeteeninariihin. Kerrattuina ne saattaisivat sopia myös erilaisten mattojenkin valmistukseen sekä ns. taidekudontaan. Samoin ne saattai-

sivat sopia ns. roving-kankaiden raaka-aineiksi lasikuidun asemasta.

Narujen valmistamiseksi on omat koneistonsa ja teknologiansa, jotka ovat yksinkertaisempia kuin normaalit lankakehruujärjestelmät. Naruvalmistamo saattaisi parhaiten sopia lähelle öljypellavan viljelyaluetta kuitujen avaamon ja puhdistamon yhteyteen, varsinkin, jos siinä on kertaamo ja kuitumateriaali on saatavissa hahtuvanauhahan muotoon. Kehruu suoraan hahtuvanauhasta.

### 8.2.4 Tiivistenauhat

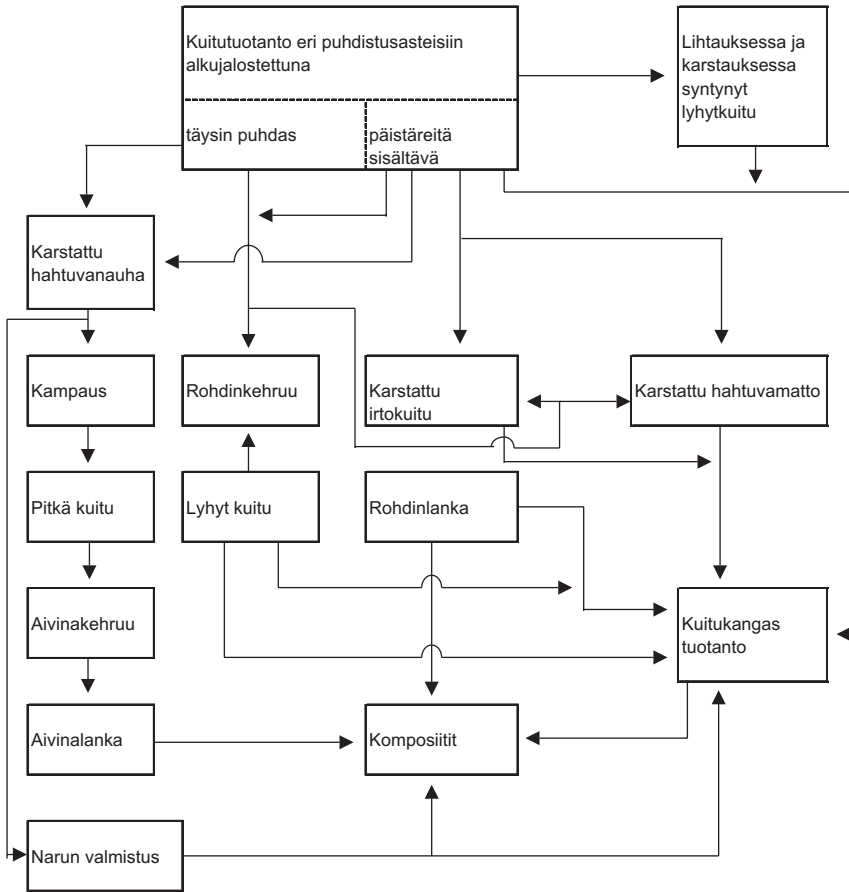
Tiivistenauhat voisivat olla joko narusta, hahtuvanauhasta tai neulatusta kuitukanakaasta valmistettuja. Erityisesti ne tulisivat kyseeseen hirsi- ja muussa puurakentamisessa. Myös tiili- ja betonirakentamisessa ne tulisivat kyseeseen ikkunoiden, ovien ja saumojen tiivistämiseen ja lämpöeristeisiin.

## 8.3 Öljypellavakuitupohjaiset komposiitit

Komposiitteihin käytettävä kuitumäärä ei meillä ilmeisesti tulisi kovinkaan suureksi, ehkä muutama tonni vuodessa. Silti tätä aluetta ei saa aliarvioida, koska kyseessä on korkean jalostusasteen ja kilohinnan lopputuotteet. Pellava on näihin tuotteisiin erittäin sopiva useissa tapauksissa, koska se on luja (myös poikittais- ja solmulujuus), venymätön ja sulamaton. Lisäksi se omaa hyvän tarttumiskyvyn sitovaan komponenttiin (muoviin). Määrätyissä tapauksissa se on erittäin kilpailukykyinen laadullisista syistä lasikuituun verrattuna: langalle voidaan antaa kierrettä, se on sitkeä, poikittaislujuus on suuri ja se on kevyt). Pellava voidaan näissä tuotteissa ajatella hyödynnettävän seuraavissa muodoissa:

- kuituna ja kuitukanakaana, puhdistusasteen ei tarvitse välttämättä olla kaikissa tuotteissa korkea
- lankana ja naruna (kierteellisenä), yksinkertaisena ja kerrattuna





**Kuva 16.** Öljypellavakuidun jalostuskaavio langoiksi, naruiksi, kuitukankaiksi ja komposiiteiksi. Maatalouden osuutta esittää ylälaatikko olettaen, että siellä tapahtuu materiaalin alkuavaus ja puhdistus, loukutus ja lihtaus mukaan lukien sekä ehkä karstausta osasta tuotantoa. Kehruun ja narun valmistuksen lähtömateriaali on hahtuvanauha. Aivinatyyppisten lankojen valmistuksen ensivaihe on hahtuvanauhan kampauss, jossa määräämittaa lyhyemmät kuidut kammataan pois ja tiettyä mittaa (esim. yli 20 cm) pidemmät katkotaan ns. venytysrepimällä (yhdistetty venytys- ja kampauskone). Tällöin jatkokehruu onnistuu kampilankakehruukoneistolla. Rohdinkehruu hyödyn-tää myös kampaussjätteet. Sekoituslangoilla sekoitus aivinapuolella tapahtuu ns. venytyskoneis-sa hahtuvanauhana ja rohdinpuolella avauksen ja sekoituksen yhteydessä ennen karstausta. Kuitukangaspuoli hyödyntää vahvistetuissa rakenteissa sekä lankoja että naruja ja kampausses-sa syntyneitä lyhyitä kuituja.

- kudottuna kankaana ja punoksena
- em. komponenttien yhdistelmänä

Näiden tuotteiden valmistuksessa on läh-dettävä kuhunkin käyttötarkoitukseen tar-koin ”räätäloidystä” tuotteesta niin muodon, mitoituksen kuin fysikaalisten ominaisuuksienkin suhteen, jolloin suunnittelulla ja tieto-aidolla on merkittävä osuus tuotteiden hin-

nan muodostuksessa ja käytetyllä materiaalil-la sekundäärinen osuus. Kyseessä ovat korke-an tekniikan tuotteet. Ns. massatuotantoalu-eella on tällä tuskin hintakilpailusyistä suuria-kaan mahdollisuuksia. Tärkeänä arviointikri-teereinä tuotekehityksessä on pidettävä kor-keaa jalostusastetta ja kilohintaa.

# Kirjallisuus

---

**Bendure, Z. & Pfeiffer, G.** 1947. Americas fabrics: Origin and history, manufacture, characteristics and uses. New York: MacMillan. 688 p.

**Domier, K. W.** 1996. New uses for oilseed flax fibres. In: Proceedings of the Fourth European Regional Workshop on Flax, Rouen, France, 25.–28.9.1996. 509 p.

**Easson, L.** 1997. Suullinen tiedonanto 7.4.1997. The Agricultural Research Institute of Northern Ireland, Hillsborough, Pohjois-Irlanti.

Examen de la situation du marché du lin et du chanvre (conformément à l'article 8 du règlement). Document de travail des Services de la Commission. Europeennes Commission, DG VI/C/4, 1998, 27 p. CEE 1172/71

**Gilbertson, H.** 1996. British Flax Fibre – New markets. In: Proceedings of Fourth European Regional Workshop on Flax, Rouen, France, 25.–28.9.1996. 509 p.

**Hongisto, S.** 1996. Öljypellavatuotteet. In: Luostarinen, M. & Pirkkamaa, J. Pellavaseminaari '96, Jokioinen, 14.3.1996. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 50 p.

Industrial Fibre Crops 1994. Increased application of domestically produced plant fibres in textiles, pulp and paper production, and composite materials. European Commission, DG XII. 1994. 249 p. EUR 16101 EN.

**Kanta-Oksa, R.** 1992. Uusi pellavakirja. Ylä-Savon Instituutti, Sonkajärvi. 128 p. 2. painos. Suomen Graafiset Palvelut Oy Ltd. ISBN 952-9636-09-1.

**Kunath, P.** 1997. Suullinen tiedonanto 11.4.1997. Oskar Dilo Maschinenfabrik KG, Eberbach, Saksa.

**Kuusinen, K.** 1992. Opetuspaketti pellavan nykyaikaisesta viljelystä ja valmistusmenetelmistä. Joensuun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja. Sarja B: Oppimateriaalia. N:o 3. 93 p. ISBN 951-708-10-4.

**Luostarinen, M.** 1996. Pellavan uusi tuleminen. In: Luostarinen, M. & Pirkkamaa, J. Pellavaseminaari '96, Jokioinen, 14.3.1996. 50 p. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen.

Maa- ja metsätalousministeriö 1995. Non food-tutkimuksen linjat 1995-2000. Työryhmämuistio MMM 1995 : 11. Helsinki 1995. 81 p. ISSN 0781-6723.

**Niini, H.** 1978. Pellavan historia. Kotiteollisuus 43:3.

**Reijonen, A.** 1996. Millä edellytyksillä pellava löytää vielä paikkansa teollisuuden raaka-aineena tekstiileissä ja muualla? In: Luostarinen, M. & Pirkkamaa, J. Pellavaseminaari '96, Jokioinen, 14.3.1996. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen.

**Santti, R.** 1994. Pellavasiemenien sisältämät syöväen kehitystä estävät aineet, Turun yliopisto, Biolääketieteen laitos. Moniste.

**Seppälä, R.** 1982. Pellavan tarina. Pellava-säätiö, Tampere 1982. 72 p. ISBN 951-99424-7-5.

**Simola, E. J.** 1949. Tekstiilikuidut. Peurstietoja kuituopista. 256 p. WSOY Porvoo-Helsinki.

**Sundquist, J.** 1977. Tekstiiliraaka-aineet 1, luonnonkuidut. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Opintomoniste 31. 181 p. ISBN 951-720-293-8.

**Suokas, E.** 1996. Pellavakuidun mahdollisuudet komposiittimateriaalin lujitteena. In: Luostarinen, M. & Pirkkamaa, J. Pellavaseminaari '96, Jokioinen, 14.3.1996. 50 p. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen.

– 1989. Kestomuoviset jatkuvakuitukomposiitit, Osa II: Materiaalit ja prosessointi. Raportti Suokas, 3/1989, TTKK Muovitekniikka, Tampere.

**Susiluoma, M.** 1996. Öljypellavan ravitsemuksellinen ja lääkinnällinen käyttö. In: Luostarinen, M. & Pirkkamaa, J. Pellavaseminaari '96, 14.3.1996. 50 p. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen.

**Vaarna, P.** 1965. Tekstiiliraaka-aineet. WSOY, Porvoo. 459 p.

**Vilppunen, P.** 1994. Pellavan jatkojalostuksen tutkimus- ja tuotekehitystarpeet sekä strateginen toimintasuunnitelma. Oulun yliopisto, julkaisematon raportti.

		Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 45	
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Marraskuu 1998	
Tekijä(t) Matti Luostarinen, Ahti Reijonen, Mailis Mäkinen ja Juha Pirkkamaa		Tutkimushankkeen nimi	
		Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus	
Nimike Öljypellavan kuidun hyödyntäminen			
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Pellavasta on lyhyessä ajassa tullut yksi varteenotettava laji suunniteltaessa peltojemme uuskäyttöä. Taustalla on talouden integroituminen sekä uusien tuotantovaihtoehtojen ja teollisten prosessien etsintä. Pellavaraaka-aineen soveltuvuutta tuotedifferointiin sekä verkostotaloudessa hyödynnettäväksi halutaan tutkia. Tätä varten on käynnistetty usean tutkimusprojektin kokonaisuus, jossa mukana on eri alojen tutkijoita tutkimuslaitoksista, korkeakouluista ja yliopistoista, sekä öljy- ja kuitupellavan jalostuksesta vastaavia yrityksiä, viljelijöitä ja alueellisia projektiorganisaatioita. Koko tuotantoketjun hallinta edellyttää usean ongelmakohdan poistamista. Tässä tutkimuksessa haetaan ratkaisua öljypellavan kuidun hyödyntämiseksi.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää menetelmät, joilla öljypellavan varren kuitu voitaisiin hyödyntää teollisesti joko kehruussa tai kuitukangas- eli nonwoven-tuotannossa. Tutkimuksen alussa selvitetään pellavan historiaan ja tuotantoon liittyvät lähtökohdat sekä nelikenttäanalyysin tulokset eli tuotantoon liittyvät vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat.</p> <p>Öljypellavan ja kuitupellavan välillä ei ole olennaisia eroja kuidun hienoudessa, lujuudessa ja venymässä. Pituudeltaan öljypellavan kuitu on lyhyempää kuin kuitupellavan, mutta soveltuu kuitukangastuotannon raaka-aineeksi. Kehruuta ja joitakin neulattuja tuotteita ajatellen ongelmana on kuitumateriaalin puhdistaminen päistäreistä. Käyttötarkoitukseen sopivien tuotantokoneiden suunnittelu edellyttää vielä lisätutkimuksia. Teollinen toiminta on mahdollista aloittaa esimerkiksi puutarhojen kasvualustoista. Öljypellava ei kilpaile kuitupellavan kanssa. Sen sijaan kuitupellavan käsittelyssä syntyvä jätekuitu voidaan hyödyntää öljypellavan kuitua jalostavissa prosesseissa.</p>			
Avainsanat: pellava, pellavakuitu, kehrutekniikka, nonwoven-tuotteet, tuotekehittely, swot-analyysi, verkostotalous			
Toimintayksikkö Maatalouden tutkimuskeskus, luonnonvarojen tutkimus, 31600 Jokioinen			
ISSN 1238-9935	ISBN 951-729-528-6	<input type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä	
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 7502 Telekopio (03) 4188 339		Sivuja 50 s.	Hinta 55,00 mk + alv

Vammalan Kirjapaino Oy 1998  
ISBN 951-729-528-6  
ISSN 1238-9935