



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

TUOTANTOTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA

Metsäteollisuuden tehtaiden sijoituspäätökset

Factory location decisions in forest industry

Kandidaatintyö

Riku Laitila

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Riku Laitila

Työn nimi: Metsäteollisuuden tehtaiden sijoituspäätökset

Vuosi: 2017

Paikka: Lappeenranta

Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.

34 sivua, 10 kuvaa ja 3 taulukkoa

Tarkastaja(t): Annastiina Rintala

Hakusanat: Metsäteollisuus, sijaintipäätökset, päätöksentekoprosessi

Keywords: Forest industry, location decisions, decision-making process

Tässä kandidaatin työssä tavoitteena on selvittää metsäteollisuuden tehtaiden sijainnin valinnan taustalla olevan päätöksentekoprosessin kulku ja tutustua päätöksentekoon vaikuttaviin tekijöihin. Työ suoritetaan kattavana kirjallisuuskatsauksena aiheeseen. Lähdeaineistona käytetään luotettavia akateemisia lähteitä, joita käsitellään toisiaan täydentävästi. Tehtaiden sijoituspäätöksiin vaikuttavat monet tekijät, joihin huomiota kiinnittämällä tehtaalan taloudellisuutta ja suorituskykyä voidaan parantaa ja siten edistää yrityksen kilpailukykyä. Metsäteollisuuden alaisuuteen kuuluu useita erityyppisiä tehtaita, joiden toimintaa parantavia tekijöitä tulee tarkastella usein tehdaskohtaisesti sijainnin valintaa tehtäessä. Tehtaiden sijainnin valinnan päätöksentekoprosessi on monivaiheinen ja pitkäkestoinen tapahtumasarja, jossa eri tekijöitä punnitaan tarkasti ja järkevässä järjestyksessä. Puuraaka-aineen hinta, saatavuus ja laatu ovat suurin yksittäinen tekijä tehtaiden sijainnille. Globaalilla tasolla myös eri markkinoiden ominaisuudet sekä maiden erot infrastruktuurissa ja poliittisessa toimintaympäristössä ovat merkittäviä sijaintitekijöitä.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	METSÄTEOLLISUUS	5
2.1	Tuotanto	5
2.2	Markkinat	8
3	STRATEGINEN SIJAINNIN SUUNNITTELU	12
3.1	Sijaintitekijät	13
3.2	Kansainvälistyminen	15
3.3	Sijainnin valinnan menetelmä	16
3.4	Analyttinen hierarkiaproessi	18
4	SIJAINNINVALINTA METSÄTEOLLISUUDESSA	21
4.1	Tärkeimmät tuotannontekijät	21
4.1.1	Raaka-aine	21
4.1.2	Energia	24
4.1.3	Vesi	26
4.1.4	Työvoima	27
4.1.5	Pääoma	27
4.2	Sijainnin valintaproessi	29
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET	33

1 JOHDANTO

Ensimmäiset metsäteollisuuden tehtaot sijoituivat raaka-ainemahdollisuuksien mukaan mahdollisimman lähelle kulutuskeskuksia kehittyneen infrastruktuurin ja tehokkaiden kuljetuslaitteiden puuttuessa. Kulutuskeskusten lähellä olevien raaka-ainevarojen käydessä vähiin ja teknillisen kehityksen tuodessa parempia kuljetus- ja tuotantomenetelmiä tuotanto siirtyi hiljalleen lähemmäksi raaka-ainetta, mutta pysyi kuitenkin lähellä markkinoita. Nykypäivään mennessä metsäteollisuudesta on kasvanut suuri ja kansainvälinen teollisuudenala, jonka tuotteita kaupataan globaaleilla markkinoilla. Globaalit markkinat toivat mukanaan myös globaalit sijainnit ja varsinkin suurten tehtaoiden sijaintia suunniteltaessa optimaalista sijaintipaikkaa etsitään kaikkialta maapallolta.

Tekniikan kehittyessä ja markkinoiden kasvaessa vaihtoehtoiset sijaintipaikat metsäteollisuuden laitoksille ovat lisääntyneet huomattavasti. Metsätehtaoiden sijainnin valintapäätös onkin monimutkainen ja -vaiheinen prosessi, jossa erilaisia sijaintitekijöitä on huomattavat määrät globaalilta tasolta aina paikalliseen tasoon asti. Sijainnin valintapäätöksenteossa haasteena onkin, miten käsitellä ja analysoida sijaintitekijöitä siten, että merkittävät tekijät löydetään ja saadaan painottumaan vähäisen merkityksen omaavien joukosta.

Tehtaoiden sijainnin valinta on vaikea ja monimutkainen ongelma ja näin on myös metsäteollisuuden tehtaoiden tapauksessa. Nykyajan kovasti kilpailuilla markkinoilla yritykset yrittävät löytää etuja kilpailijoihinsa nähden kaikkialta. Tämä koveneva kilpailu pakottaa myös metsäteollisuuden yritykset harkitsemaan tarkasti mihin tuotantonsa sijoittavat. Onnistunut sijainnin valinta vie yritystä kilpailijoidensa edelle ja huonolta sijainnilta toimijat jäävät auttamatta jalkoihin. Parhaan mahdollisen sijainnin löytäminen parantaa yrityksen kilpailukykyä merkittävästi, minkä vuoksi sen löytämiseen kannattaakin panostaa.

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on selvittää metsäteollisuuden tehtaoiden sijainnin valinnassa tärkeimmät huomioitavat asiat ja tutustua sijainnin valinnan päätöksentekoprosessin kulkuun. Työn edetessä vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Millainen

päätöksentekoprosessi on sijaintipäätösten takana? Mitkä ovat sijainnin valinnan tärkeimmät kriteerit? Miten sijainti vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen ja toimintaan?

Työssä tarkastellaan metsäteollisuuden tuotteita, ja niiden tuotantolaitosten sijaintiin kohdistuvia vaatimuksia. Työ käsittelee sekä kemiallisen että mekaanisen metsäteollisuuden sijoituspäätöksiä kansainvälisessä kontekstissa.

Työn alussa esitellään metsäteollisuutta alana ja käsitellään metsäteollisuuden tuotannon ja markkinoiden globaalia jakautumista. Metsäteollisuuden yleiskatsauksen jälkeen siirrytään käsittelemään strategista sijainnin suunnittelua, joka muodostaa työn teoreettisen pohjan. Teoriassa käsitellään tehtaiden sijaintiin liittyvää teoriaa, tehtaiden sijoituspäätöksentekoa ja sijaintitekijöitä yleisellä tasolla. Metsäteollisuuden tehtaisiin teoriaa sovelletaan työn myöhemmässä vaiheessa. Lopuksi työssä käsitellään metsäteollisuuden tehtaiden sijoituspäätöksentekoprosessia.

2 METSÄTEOLLISUUS

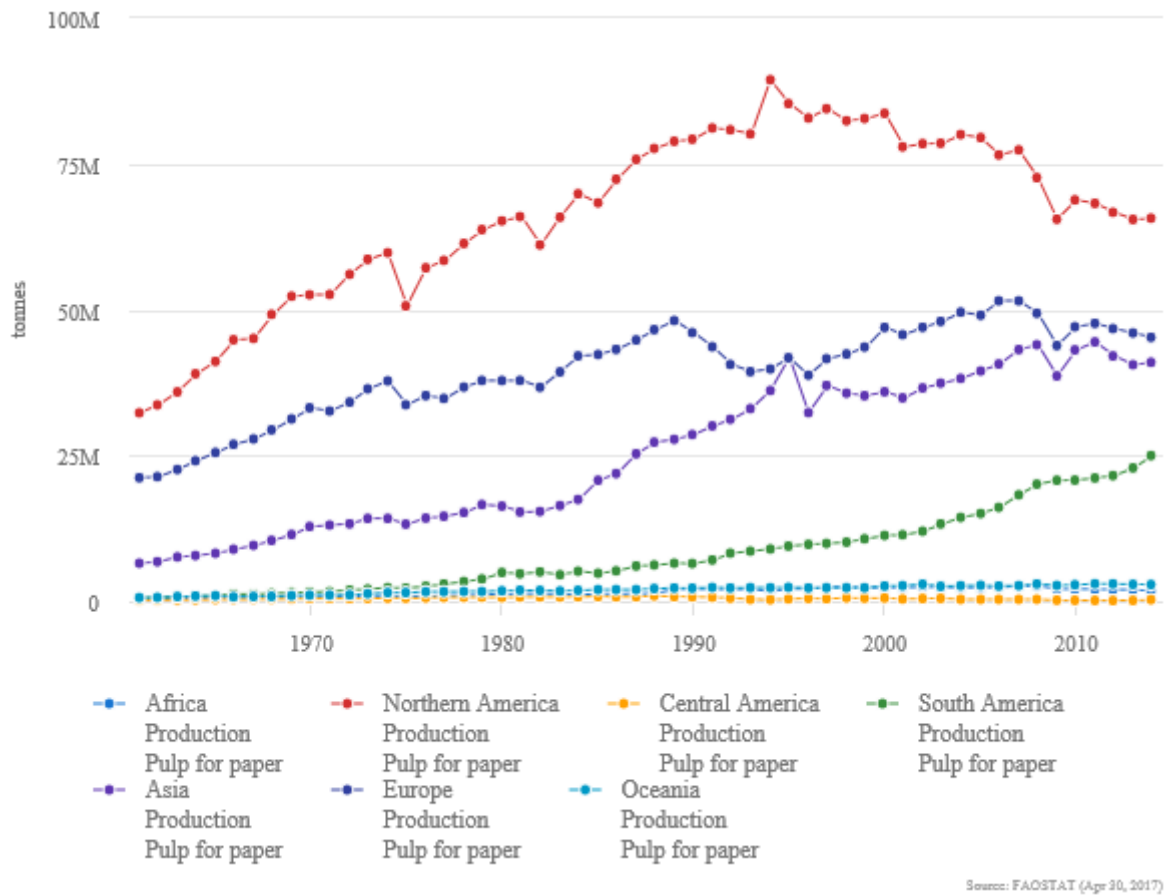
Metsäteollisuus jakautuu puun jalostustavan perusteella kahteen osa-alueeseen: kemialliseen ja mekaaniseen metsäteollisuuteen. Kemiallista metsäteollisuutta kutsutaan myös massa- ja paperiteollisuudeksi ja mekaanista metsäteollisuutta puutuoteteollisuudeksi.

Mekaaninen metsäteollisuus perustuu raaka-aineen jalostamiseen sahaamalla tai muilla vastaavanlaisilla tavoilla sopivan kokoisiksi kappaleiksi. Mekaaninen metsäteollisuus käyttää raaka-aineenaan tukkipuuta, jota jalostetaan pitkälle erilaisiksi tuotteiksi. Tukkipuusta jalostetaan ensin sahatavaraa eli erilaisia lauta- ja levytuotteita pääasiassa rakentamisen tarpeisiin. Sahatavaraa myös jatkojalostetaan erilaisiksi liima- ja lämpöpuutuotteiksi sekä sisustustuotteiksi kuten kalusteiksi ja seinäpaneeleiksi. Mekaanisen metsäteollisuuden haaroja ovat sahateollisuus, vaneriteollisuus, lastu- ja kuitulevyteollisuus sekä rakennuspuutuote-, puusepän- ja puutaloteollisuus. (Metsäteollisuus ry 2017a)

Kemiallinen metsäteollisuus käyttää pääraaka-aineenaan metsien harvennushakkuissa ja sahojen jalostaessa tukkipuuta erilaisiksi puutuotteiksi syntyvää kuitupuuta. Tätä mekaanisen metsäteollisuuden sivutuotteena syntyvää ensikuitua käytetään erityisesti maissa, joissa on runsaat metsävarat ja vähän asukkaita kuten Suomessa. Paperin ja kartongin kierrätyksestä saatava kierrätyskuitu on myös merkittävä kemiallisen metsäteollisuuden raaka-aine varsinkin tiheään asutuissa maissa, joissa kierrätyskuitua on paljon saatavilla. Kemiallinen metsäteollisuus valmistaa sellua, paperia, kartonkia ja erilaisia jalosteita kuten talous- ja hygieniatuotteita. Kemiallisen metsäteollisuuden haaroja ovat massa- ja paperiteollisuus sekä paperin- ja kartonginjalostusteollisuus. (Metsäteollisuus ry 2017a)

2.1 Tuotanto

Maailman massateollisuuden tuotannosta 36 % sijaitsee Pohjois-Amerikassa, 25 % Euroopassa, 23 % Aasiassa, 14 % Etelä-Amerikassa ja loput 2 % Oseaniassa, Väli-Amerikassa sekä Afrikassa. Kuvaaja 1 havainnollistaa maailman massateollisuuden tuotantomäärien jakautumista vuosina 1961-2014.

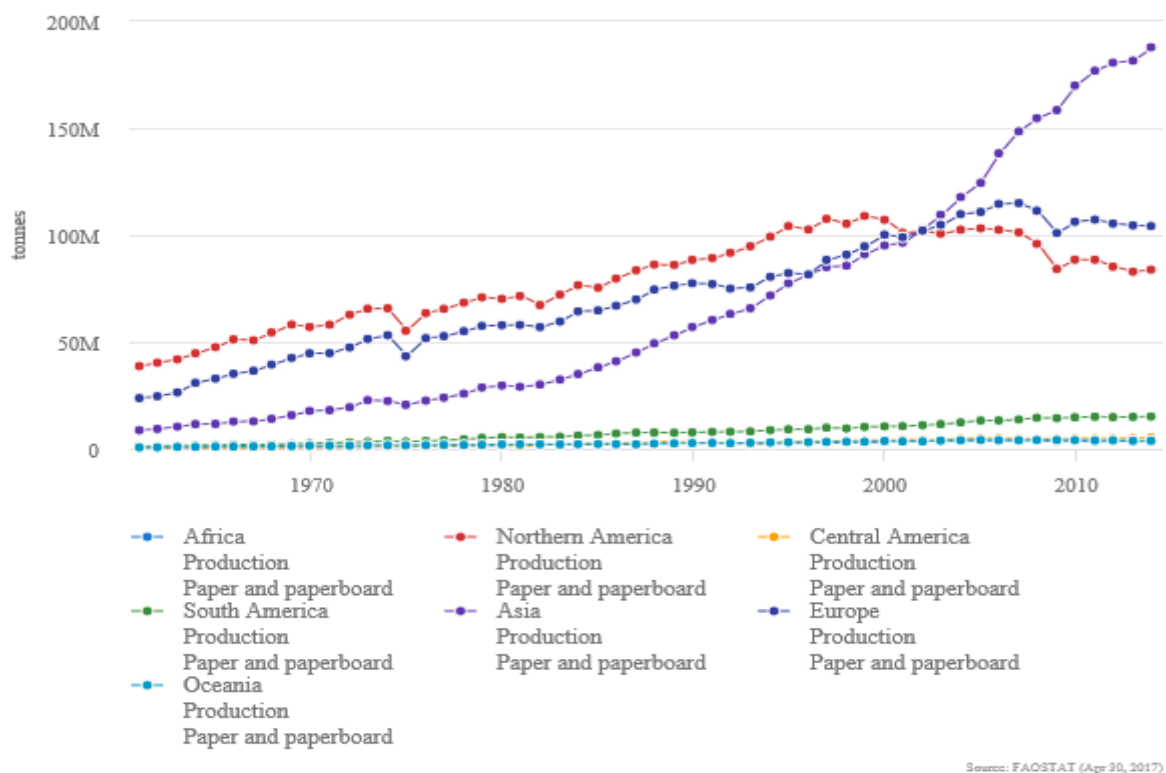


Kuva 1 Massan tuotanto eri maanosissa vuosina 1961-2014. (FAO 2017)

Maailman massateollisuuden tuotanto kasvoi vuodesta 1961 tasaisesti aina vuoteen 1994 jona aikana Eurooppa, Aasia ja Pohjois-Amerikka valmistivat yli 90 % kaikesta tuotetusta massasta. Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana maailman kokonaistuotanto on pysynyt lähes samana. Ainoana muutoksena on ollut osan tuotannosta siirtyminen Amerikoiden sisällä. Etelä-Amerikasta on tullut merkittävä massateollisuuden tuotantoalue Pohjois-Amerikan kustannuksella. Massanvalmistus on vähentynyt Pohjois-Amerikassa noin 25 miljoonalla tonnilla, kun Etelä-Amerikan tuotanto on samaan aikaan kolminkertaistunut ja kasvanut 20 miljoonalla tonnilla. Euroopan ja Aasian tuotantomäärät ovat kasvaneet hieman kahdenkymmenen vuoden takaisesta vuoden 2008 finanssikriisistä huolimatta.

Kansainvälisen paperin ja kartongin kulutuksen kasvaessa Aasiassa myös niiden tuotanto on kasvanut merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kuten kuvaajasta 2 nähdään Aasian maiden paperin ja kartongin tuotanto kasvanut n. 92 miljoonalla tonnilla vuodesta 2000 vuoteen 2014 ja Aasiassa valmistetaankin nykyään n. 46 % maailman paperista ja kartongista.

Myös Etelä-Amerikan maissa tuotanto on lisääntynyt n. 50 % samassa ajassa, mutta Etelä-Amerikan osuus koko maailman tuotannosta on kuitenkin vain 4 %. Euroopan tuotantomäärät ovat nousseet 4 % vuodesta 2000 ja Pohjois-Amerikan tuotanto on laskenut samanaikaisesti finanssikriisin ja vähenevän paperinkäytön seurauksena 22 %. Euroopan osuus koko maailman paperin ja kartongin tuotannosta on lähes 26 % ja Pohjois-Amerikan 21 %. Paperimarkkinoilla on tällä hetkellä ylitarjontaa, joten maailman paperintuotanto laskenee seuraavina vuosina etenkin länsimaissa (Viitanen 2016 s. 27).



Kuva 2 Paperin ja kartongin tuotanto eri maanosissa vuosina 1961-2014. (FOA 2017)

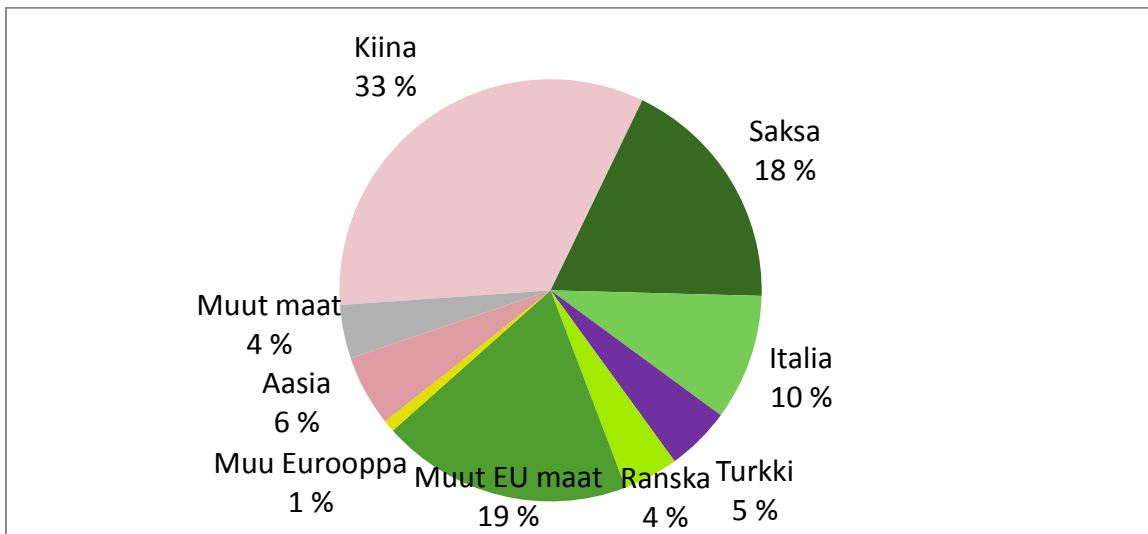
Maailman sahateollisuuden tuotanto keskittyy pääasiassa kolmeen maanosaan: Aasiaan, Eurooppaan ja Pohjois-Amerikkaan. Näissä maanosissa tuotetaan yhteensä 88 % maailman kaikesta sahatavarasta. Levytuoteteollisuuden tuotanto taas keskittyy koko ajan enemmän Aasiaan. Kuten taulukosta 1 nähdään, Aasiassa tuotettiin vuonna 2014 61 % kaikista maailman puupohjaisista levyistä. Muita merkittäviä levyteollisuuden tuotantoalueita ovat Eurooppa 20 % osuudella ja Pohjois-Amerikka 12 % osuudella maailman kokonaistuotannosta.

Taulukko 1 Saha- ja levyteollisuuden tuotanto maailmassa vuonna 2014. (FOA 2017)

Maanosa	Sahateollisuus tuotanto Mt	Osuus maailman tuotannosta	Levyteollisuus tuotanto Mt	Osuus maailman tuotannosta
Aasia	118 752 311	27.0 %	237 194 582	61.1 %
Afrikka	10 173 001	2.3 %	3 041 108	0.8 %
Eurooppa	147 828 860	33.6 %	78 197 419	20.2 %
Etelä- Amerikka	30 596 696	7.0 %	18 380 220	4.7 %
Väli- Amerikka	3 558 417	0.8 %	1 396 356	0.4 %
Pohjois- Amerikka	119 184 300	27.1 %	45 918 565	11.9 %
Oseania	9 171 479	2.1 %	3 626 297	0.9 %
Maailma	439 540 464	100 %	387 905 647	100 %

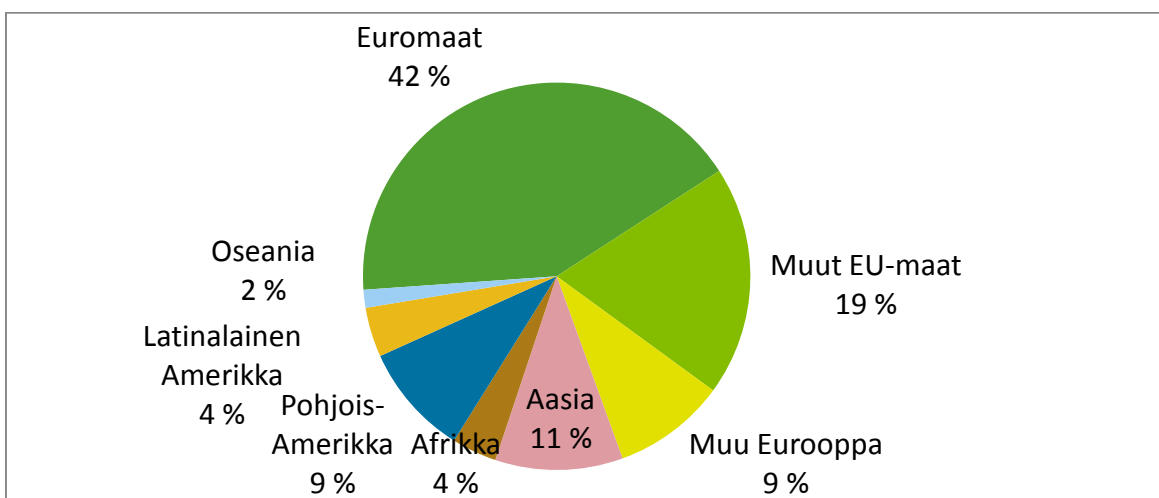
2.2 Markkinat

Suurimmat markkinat massateollisuuden tuotteille sijaitsevat maissa, joissa metsävarat ovat vähäiset suhteessa paperin ja kartongin kysyntään. Tällaisia maita ovat esimerkiksi Keski-Euroopan maat ja Kiina. Maailman paperin ja kartongin tuotannosta 46 % sijaitsee Aasiassa, mutta siellä sijaitsee vain 23 % maailman massateollisuudesta. Massateollisuuden suurimmat vientimarkkinat ovatkin aasialaiset. Aasialaisten kartongin ja paperin kulutus on lisäksi nousussa, joten Aasiassa sijaitsevien paperiteollisuuden tehtaiden tuontimassan tarve on suuri. Kuvassa 3 näkyy sellun suurimmat vientimarkkinat.



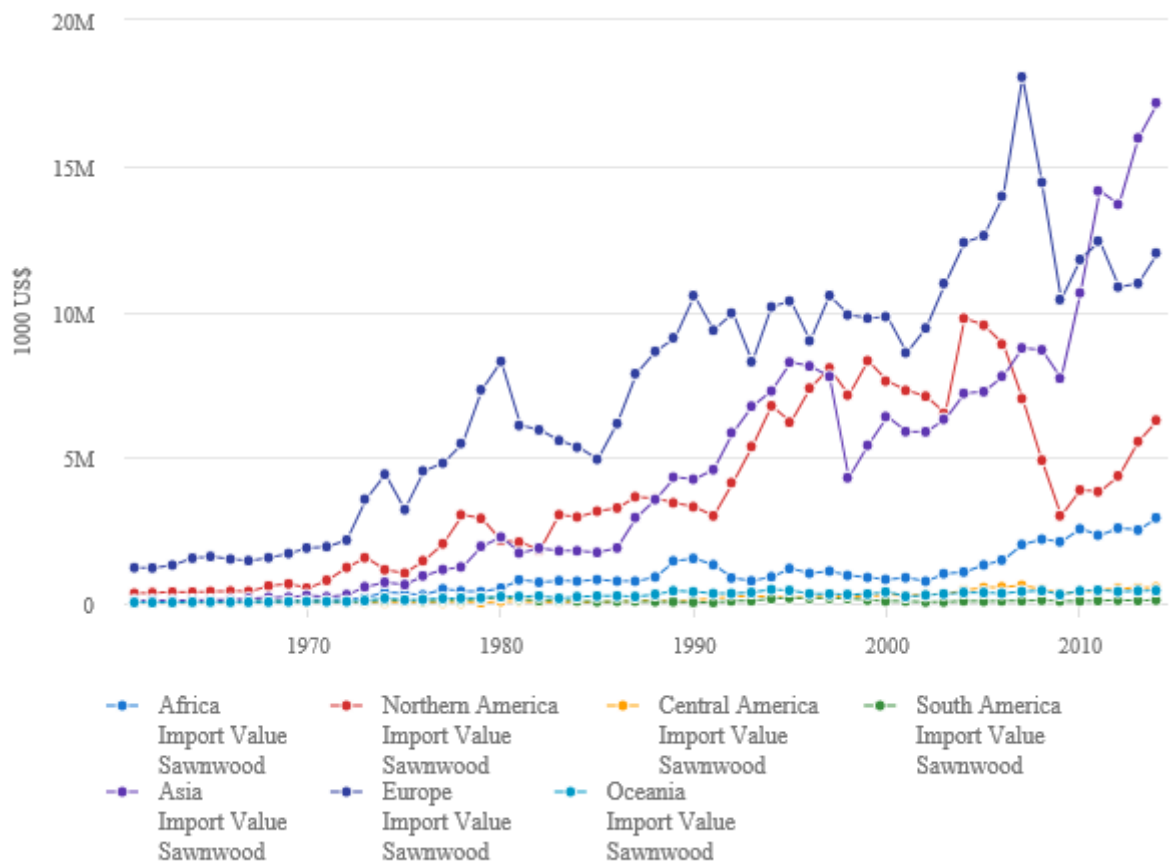
Kuva 3 Sellun suurimmat vientimarkkinat. (Metsäteollisuus ry 2017b)

Aasialaisten osuus kaikesta maailman paperin ja kartongin kulutuksesta on noin 40 %. Länsimaissa paperin kulutus vähenee vuosi vuodelta, koska tieto julkaistaan yhä useammin vain digitaalisessa muodossa. Aasialaisten osuus paperin ja kartongin kulutuksesta tuleekin oletettavasti vain kasvamaan tulevaisuudessa. Aasian ja Latinalaisen Amerikan paperin ja kartongin kysynnän oletetaan kasvavan 2 % vuodessa, kun taas länsimaissa kulutus laskenee prosentin vuositahdilla (Metsäteollisuus ry 2015). Digitaalisen kaupankäynnin ja ympäristötietoisuuden lisääntyessä länsimaissa kiinnostus ekologisten pakkaus- ja kuljetusmateriaaleja kohtaan. Niiden kysyntä onkin nousussa Euroopan ja Pohjois-Amerikan markkinoilla. Kuvasta 4 nähdään paperin ja kartongin suurimpia vientimarkkinoita.



Kuva 4 Paperin ja kartongin suurimmat vientimarkkinat. (Metsäteollisuus ry 2017c)

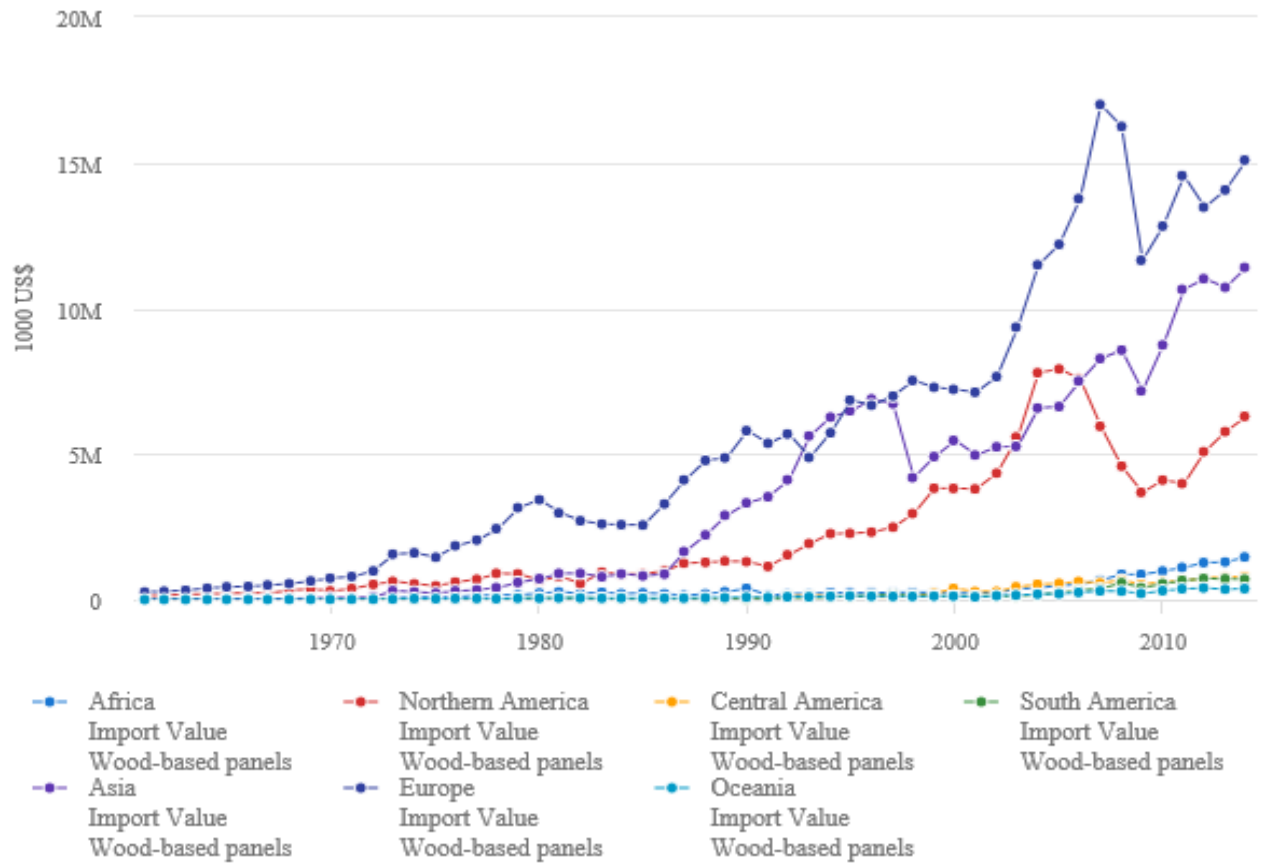
Sahateollisuuden parhaimmat vientimarkkinat ovat Aasian, Euroopan, Pohjois-Amerikan ja Afrikan markkinat. Sahatavaran maailmanlaajuinen kysyntä laski huomattavasti vuoden 2008 finanssikriisin ja siitä seuranneen rakennusalan taantumisen seurauksena. Kysyntä on sittemmin lähtenyt nousuun ja etenkin Aasian markkinoilla kysynnän kasvu on ollut voimakasta. Afrikka on kasvanut merkittäväksi sahatavaran vientimarkkinaksi viimeisen 15 vuoden aikana, mutta Afrikan maiden epävakauksien takia tulevaisuuden markkina näkymiä Afrikan mantereella on vaikea ennustaa. Aasia oli vuonna 2014 maailman suurin sahatavaran tuoja kuten kuvaaja 5 havainnollistaa.



Kuva 5 Sahatavaran tuonin arvo tuhansissa dollareissa eri maanosissa vuonna 2014. (FOA 2017)

Levytuoteteollisuuden suurimmat vientimarkkinat sijaitsevat Euroopassa, Aasiassa ja Pohjois-Amerikoissa. Afrikan markkinat ovat viime vuosina alkaneet hiljalleen kasvaa ja Afrikassa onkin paljon kasvupotentiaalia, mutta alueen epävakaa toimintaolosuhteet hidastavat yritysten halukkuutta panostaa Afrikkaan. Rakennusalan ahdinko vaikutti myös levyteollisuuden tuotteiden kysyntään negatiivisesti, mutta rakennusalan hiljalleen elpymässä on myös

levyiteollisuuden kysyntä kasvanut maailmanlaajuisesti. Kuvaajasta 6 ilmenee puulevytuotteiden tuonnin arvo eri maanosissa viimeisen 50 vuoden aikana.



Source: FAOSTAT (Apr 30, 2017)

Kuva 6 Levyiteollisuuden tuotteiden tuonnin arvo tuhansissa dollareissa eri maanosissa vuonna 2014. (FOA 2017)

3 STRATEGINEN SIJAINNIN SUUNNITTELU

Sijaintipäätös on yksi tärkeimmistä strategisista päätöksistä tehokkaan toimitusketjun toiminnan kannalta. Tehtaan huono sijainti lisää tuotannon kustannuksia, vaikka tuotannonohjaus, jakelu ja tiedonkulku olisi optimoitu. Tehtaiden sijoittamiselle on olemassa kaksi perusstrategiaa:

1. Tehtaiden keskittäminen optimaaliseen sijaintiin, josta palvellaan maailman markkinoita.
2. Tehtaiden hajauttaminen useisiin sijainteihin eri maanosiin, jotka ovat lähellä markkinoita tai joissa on halvemmat työvoimakustannukset ja usein halvemmat verot.

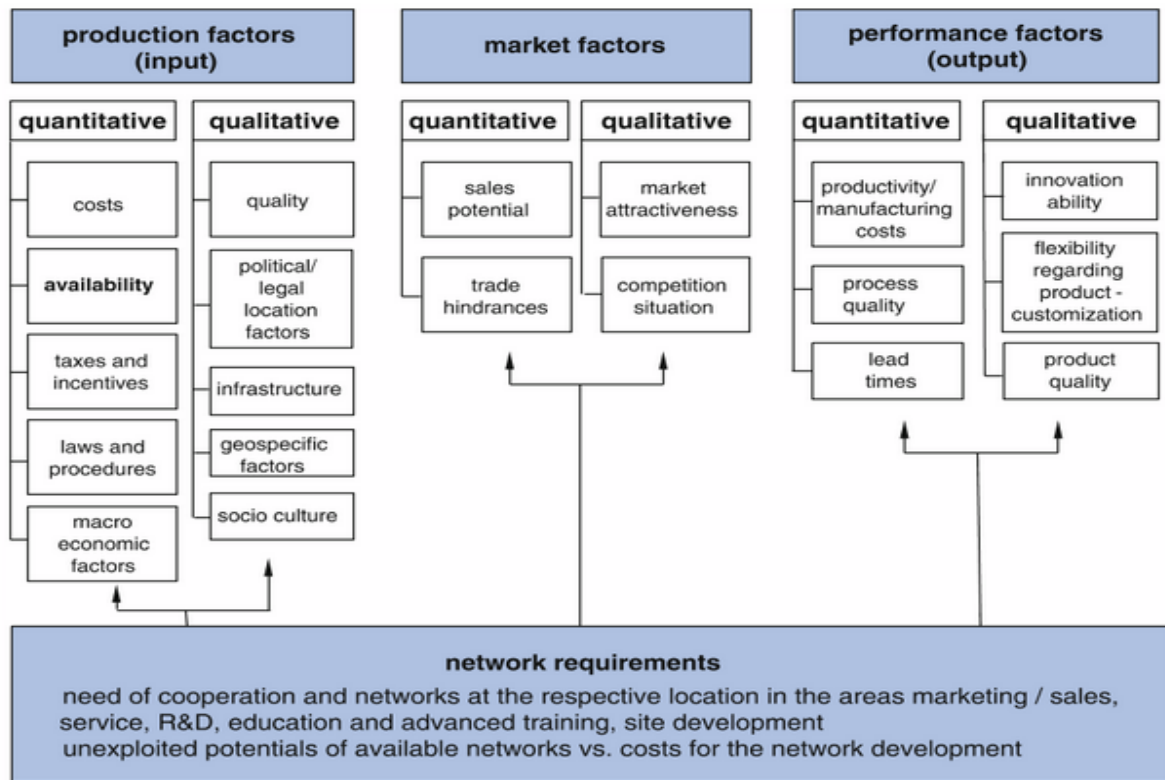
Tehtaiden hajauttaminen on suositeltava strategia, kun lopputuotteen arvo-paino suhde on korkea, vaihtohinnat maiden välillä ovat epävakaita, tullikustannukset ja byrokratia ovat merkittävässä roolissa sekä kansantalouksien erot voivat kaventua tehokkaasti. Tehtaiden keskittäminen on järkevää silloin, kun sijainnin ulkopuolisuus ei ole merkittävä tekijä, tuotannon alin kannattava taso yksittäisten markkinoiden lähellä on liian korkea ja kaupan ulkoiset esteet eivät pakota tuotantoa tietyn taloudellisen alueen ulkopuolelle. Metsäteollisuuden kontekstissa näistä strategioista juontuu uusien laitosten sijainnin valinnan perusongelma: pitäisikö tuotannon olla lähellä raaka-ainetta taloudellisen painopisteen ollessa raaka-aineen hankinnassa vai pitäisikö tuotannon olla lähellä markkinoita. (Bogataj et al. 2016)

Tehtaan sijainnin valintaan vaikuttaa merkittävästi yrityksen kilpailustrategia. Erilaiset kilpailustrategiat edellyttävät erilaisten kilpailuetujen painottamista, joten sijainnin valintaa tulee tarkastella sijainnista saatavien yrityksen kilpailukykyä parhaiten hyödyttävien ominaisuuksien kautta. Yrityksen kilpailustrategian ollessa kustannusjohtajuus sijainnin tulee ensisijaisesti tarjota tuotannon taloudellisuutta parantavia asioita kuten työvoimaa, raaka-aineita ja energiaa kilpailukykyiseen hintaan. Tuotedifferointia tavoittelevat yritykset etsivät sijaintia, joka tarjoaa parhaat olosuhteet tuotekehitykselle, innovoinnille ja korkealaatuisen tuotteen valmistamiselle. Yritykset joiden kilpailuetu muodostuu pääasiassa kilpailijoita

paremmista toimitusajoista- ja varmuuksista sijoittavat tehtaansa paikkaan, josta on hyvät kulkuyhteydet ja jonka läheisyydessä on useita luotettavia tavarantoimittajia. (Wiendahl 2017, s. 347)

3.1 Sijaintitekijät

Tehtaan sijaintia arvioidessa huomioon otettavat tekijät jaetaan yleensä kolmeen osa-alueeseen: globaaleihin, alueellisiin ja paikallisiin tekijöihin. Globaalien sijaintitekijöiden arviointi keskittyy useimmiten tuotannon ja markkinoiden tekijöiden tarkasteluun. Globaalissa kontekstissa tulee kuitenkin tarkastella myös verkostojen ominaisuuksia ja niistä saatavia hyötyjä tai niiden puutteesta koituvia kustannuksia. Myös suorituskykyyn vaikuttavat tekijät tulee ottaa huomioon. Tuotannon, markkinoiden ja suorituskyvyn tekijät jaetaan edelleen määrällisiin ja laadullisiin tekijöihin kuten kuvasta 7 näkyy. Näitä tekijöitä tulee arvioida vähintään viiden vuoden päähän ja usein yli kymmenen vuoden päähän, johtuen tehtaan perustamisen pitkäaikaisesta luonteesta. Tehdas tulee oletettavasti toimimaan sijainnissa useita vuosia, joten tekijöiden mahdollinen muuttuminen tulevaisuudessa tulee ottaa huomioon. (Wiendahl 2017, s. 345-346)



Kuva 7 Sijainnin arvioinnin tekijät (Wiendahl 2017, s. 346)

Määrällisiin tuotannontekijöihin kuuluvat kustannukset, saatavuus, verot ja kannustimet, lait ja käytännöt sekä makrotaloudelliset tekijät. Kustannukset ja saatavuus koskettavat lähinnä työntekijöitä, materiaaleja, investointeja ja energiaa. Laadulliset tuotannontekijät käsittelevät pääasiassa tuotannon pitkäaikaista vakaisuutta ja laatua, mutta ottavat huomioon myös poliittiset, ekologiset ja sosiokulttuuriset tekijät. Määrällisiä markkinatekijöitä ovat potentiaalinen myynti ja kaupankäynnin esteet, kun taas laadullisia tekijöitä ovat markkinan pitkäaikainen houkuttelevuus sekä kilpailijoiden nykyinen ja ennustettu käyttäytyminen. Suorituskyvyn määrällisiä tekijöitä ovat tuotettavuus, valmistusprosessin laatu ja läpivientiajat. Laadullisia tekijöitä ovat innovaatiokyky, tuotannon joustavuus sekä tuotteen laatu. Suorituskyvyn tekijöitä tulisi tarkastella suhteessa yrityksen tuotantostrategiaan ja painottaa niiden arvioinnissa ensisijaisesti tuotantostrategiaa hyödyttäviä ominaisuuksia. Suorituskyvyn tekijöihin yritys pystyy vaikuttamaan omalla aktiivisella toiminnallaan. (Wiendahl 2017, s. 346)

Verkostojen määrä, laatu ja toimivuus ovat myös tärkeitä tekijöitä, joita tulee arvioida sijaintia harkitessa. Verkostojen tärkeimpiä tekijöitä ovat sulava kanssakäyminen toimittajien kanssa, maan sisäinen markkinointi ja myynti, laitteistopalvelut kuten huolto- ja IT-palvelut, paikallisiin vaatimuksiin vastaava tutkimus ja kehitys sekä työntekijöiden kouluttamisen ja kehittämisen mahdollisuudet. Verkostoissa on paljon hyödynnettävää potentiaalia, mutta verkostojen kehittäminen vaatii merkittävästi resursseja, joten jo olemassa olevat verkostot ovat sijainnille huomattava vahvuus. (Wiendahl 2017, s. 347)

3.2 Kansainvälistyminen

Kansainvälinen toiminta mahdollistaa yrityksen pääsyn uusille markkinoille, tuotannon siirtämisen taloudellisesti kannattavampiin paikkoihin ja yrityksen kasvamisen suuressa mittakaavassa. Metsäteollisuuden tapauksessa kansainvälistyminen mahdollistaa myös pääsyn käsiksi laajempiin metsävaroihin. Erityisesti puulajit, jotka ovat tiettyjen tuotteiden valmistuksessa erinomaista raaka-ainetta sekä optimaalisemmat metsänkasvatusolosuhteet ajavat metsäteollisuuden yrityksiä perustamaan tehtaita ulkomaille (Korhonen et al. 2016).

Kansainvälistymiseen liittyviä elementtejä voidaan tarkastella OLI-mallin avulla (ownership, location and internationalization). OLI-malli tarjoaa yhdistävän viitekehyksen ulkomaisomisteisten toimintojen laajuuden ja kuvion määrittelyyn. Mallin mukaan monikansallisia toimintoja motivoi omistus, sijainti ja kansainvälistymisedut. Näistä ominaisuuksista muodostuvat edut joko kannustavat tai eivät kannusta yritystä aloittamaan ulkomaisia toimintoja. (McCann 2002, s. 263)

Omistusedut ovat yrityskohtaisia etuja, jotka juontavat suoraan yrityksen omistamista tai hallitsemista resursseista. Näitä etuja voi kuvailla yrityksen kilpailuvahvuuksiksi ja ne voivat olla joko tuotanto- tai markkinointiperusteisia. Potentiaalisia omistusetuja ovat yrityksen kokoon liittyvät edut, organisaation asiantuntemuksen hallinta, kyky hankkia ja päivittää resursseja, tuotedifferointi ja kotimaisten markkinoiden hyödyntäminen. Omistusetuja ovat myös kyky ennalta nähdä ja hyödyntää kansainvälisen tuotannon ja markkinoinnin tilaisuuksia,

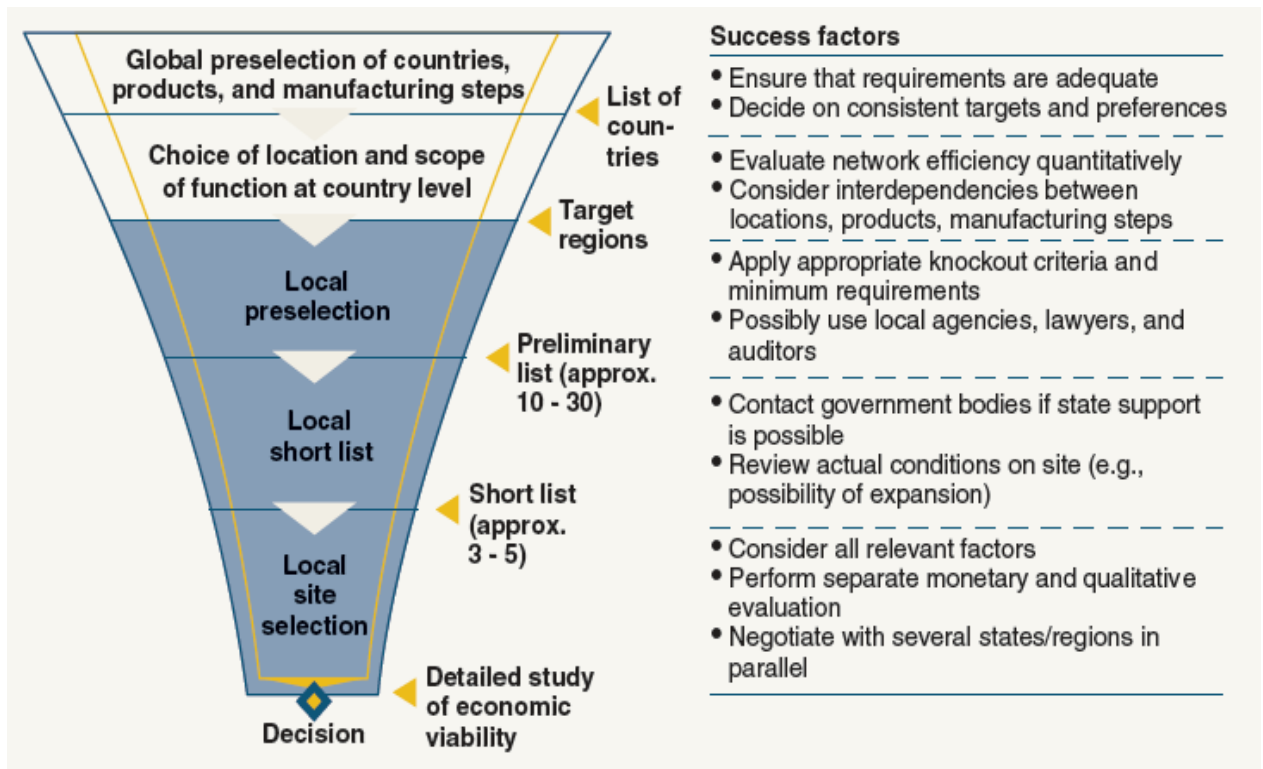
pääoman saatavuus ja taloudellinen asiantuntemus, pääsy käyttämään luonnonvaroja sekä kyky sopeutua rakenteellisiin muutoksiin. (McCann 2002 s. 263)

Sijaintikohtaiset edut perustuvat resursseihin, verkostoihin, instituutionaalisiin rakenteisiin tai muihin etuihin, jotka kohdistuvat tiettyyn maantieteelliseen kokonaisuuteen ja ovat liikkumattomia. Sijainti- tai maakohtaiset edut määritellään maan kokonaistuotantofunktion muuttujina. Potentiaalisia maakohtaisia etuja ovat tuotantopanosten hinnat, työvoiman tuottavuus sekä markkinoiden koko ja ominaisuudet. Myös tullimaksut, verotus, asenteet ulkomaisia investointeja kohtaan ja kilpailun rakenne ovat maakohtaisia etuja. (McCann 2002, s. 264)

Kansainvälistymisestä saatavat edut ovat etuja, jotka koituvat yritykselle, kun se eliminoi markkinatoiminnasta johtuvat liiketoimintakulut ja kansainvälistää nämä toiminnot sulauttamalla ne yrityksen hierarkiaan. Kansainvälistymisellä eli omistamalla ulkomaisella markkinalla toimintoja markkinoille viennin sijasta on usein kannattavampi tapa hyötyä ulkomaisista markkinoista. Siksi yrityksen kannattaa perustaa tai ostaa toimintoja ulkomailta perinteisen vientitoiminnan sijaan. (McCann 2002, s. 264)

3.3 Sijainnin valinnan menetelmä

Konsulttiyritys McKinsey on kehittänyt sijainnin valintaan mallin, jossa sijainti valitaan karsimalla eri vaihtoehtoja globaalilta tasolta aina lopulliseen sijaintiin asti. Kuva 8 havainnollistaa Mckinseyn mallia.



Kuva 8 Lähestymistapa sijainnin valintaan valitussa maanosassa. (Abele et al. 2008 s. 40)

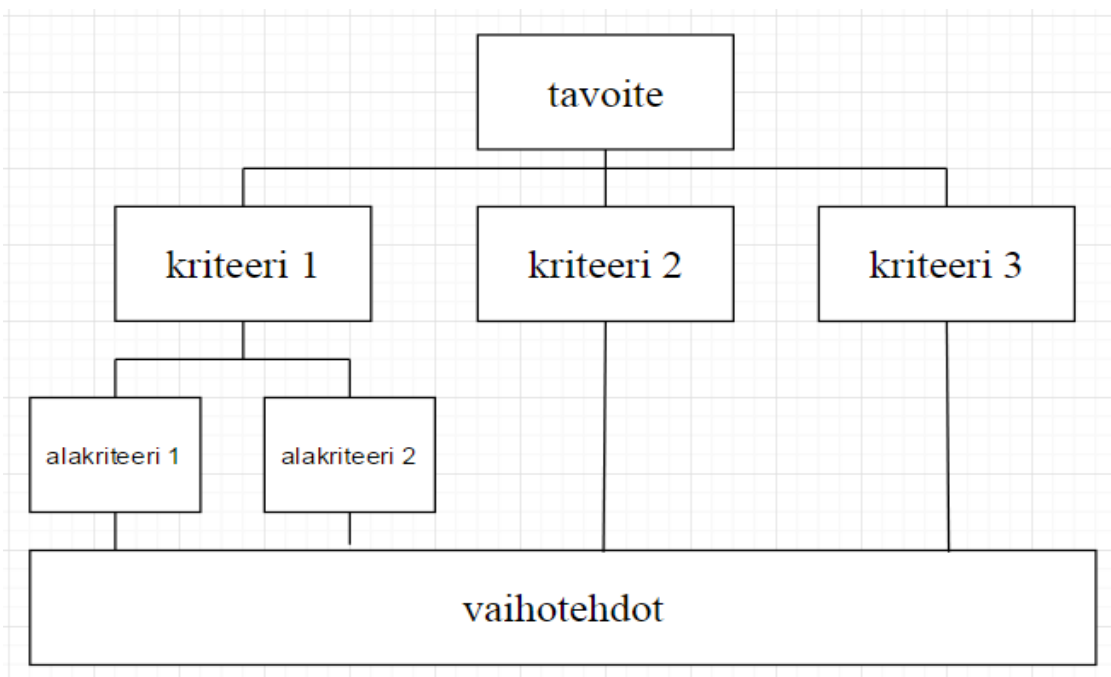
McKinseyn mallin mukaan ensin tulee valita lista maita, joissa tuotanto vaikuttaa mahdolliselta ja taloudellisesti kannattavalta. Maiden houkuttelevuus riippuu yrityksen tuotantostrategiasta sekä tärkeimpien tuotannontekijöiden saatavuudesta ja kustannuksista. Toisessa vaiheessa valitaan mahdollisia sijainteja maan sisällä ja yhdistetään ne markkinoihin, joita tehdas tulisi palvelemaan sekä toimittajien verkostoon. Tässä vaiheessa on tärkeää analysoida tuotannon ja kaikkia arvoketjun kustannuksia. Maan sisältä tule etsiä 10-30 houkuttelevaa sijaintia, jotka karsitaan 3-5 vaihtoehtoon seuraavassa vaiheessa. Paikallisia sijaintitekijöitä analysoidaan aina vain tarkemmin sijainnin valintamallissa eteenpäin mentäessä.

Lopullisen sijainnin valinta tehdään analysoimalla esikarsittujen sijaintien mahdollisuuksia tarkasti ja vertailemalla kohteita toisiinsa. Yrityksen tarpeisiin parhaiten vastaava sijainti valitaan sitten tehtaan paikaksi.

3.4 Analyttinen hierarkiprosessi

Analyttinen hierarkiprosessi (AHP) on monimutkaisien päätöksentekotilanteiden tukena käytettävä systemaattinen päätöksentekomenetelmä, jossa hyödynnetään päätöksentekijöiden kokemusta, intuitiota sekä laadullista että määrällistä tietoa (Elfvengren et al. 2010, s. 5). AHP:n avulla monimutkaisen päätöksentekoprosessin kriteerit jaetaan pienempiin hierarkkisiin osiin, joita pystytään sitten vertailemaan keskenään. Menetelmässä päätöksentekijät joutuvat arvottamaan päätökseen vaikuttavat kriteerit niiden suhteellisen tärkeyden mukaan. Arvotettuja kriteerejä käyttämällä saadaan päätöksen eri vaihtoehdot jaettua tärkeysjärjestykseen päätöksentekijöiden valitsemien preferenssien mukaan.

AHP-menetelmässä käytännön päätöksenteko jaetaan kahteen vaiheeseen: hierarkkiseen jäsentämiseen ja arviointiin (Vargas 1990, s. 3). Ensimmäisessä vaiheessa monimutkainen ongelma jäsenellään hierarkkiseen muotoon. Päätöksenteon kriteerit ja vaikuttavat tekijät eritellään hierarkiaksi päätöksentekijöiden parhaan ymmärryksen mukaan. Hierarkioiden jäsentäminen vaatiikin päätöksentekijöiltä tietoa ja kokemusta päätöksen aihe-alueesta. Hierarkian tasot muodostuvat yleensä tavoitteesta, valintakriteereistä ja niiden alakriteereistä sekä kriteerien vaihtoehdoista. Kuva 9 havainnollistaa AHP-hierarkian rakennetta



Kuva 9 AHP-menetelmän hierarkiarakenne. (Elfvengren 2017)

AHP:n arviointivaihe perustuu parivertailuihin. Samalla hierakiatasolla olevia elementtejä vertaillaan keskenään niiden suhteellisen tärkeyden ja merkityksen mukaan hierarkiassa suoraan ylempänä olevaan kriteeriin. Tästä vertailuprosessista saadaan suhteellinen mittari elementtien painoarvoille. Parivertailu suoritetaan hierarkian jokaisella tasolla ja lopuksi elementtien painoarvot lasketaan yhteen. Näin saatujen tulosten perusteella vaihtoehtoiset päätökset saadaan järjestettyä tärkeysjärjestykseen.

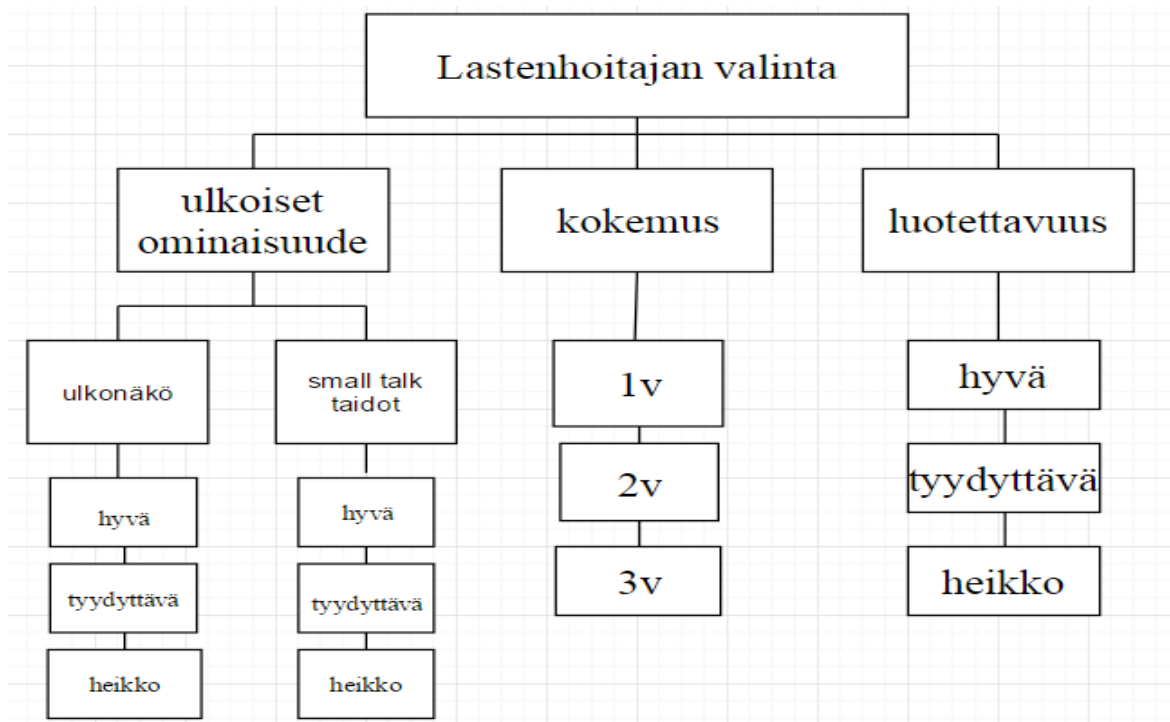
Vargaksen mukaan (Vargas 1990, s. 2) AHP-teorian perustana on neljä aksiomaa jotka ovat:

1. Keskinäisen vertailun aksioma: Päätöksentekijän tulee pystyä tekemään vertailua ja ilmaisemaan omat preferenssinsä. Näiden preferenssien tulee täyttää seuraava ehto: jos A on x kertaa suositellumpi kuin B, niin B on $1/x$ kertaa suositellumpi kuin A.
2. Homogeenisyyden aksioma: Vertailu on merkitsevää, jos vertailtavat elementit ovat verrattavissa (esim. tietokoneita ei voi vertailla perunoihin).
3. Itsenäisyyden aksioma: Preferenssejä määrittäessä kriteerit oletetaan itsenäisiksi vaihtoehtojen ominaisuuksista.
4. Odotusten aksioma: Päätöksenteon tapauksessa hierarkkinen rakenne oletetaan olevan täydellinen.

Jos ensimmäinen aksioma ei pidä paikkaansa, on vertailun saamiseksi esitetty kysymys esitetty väärin tai epäselvästi. Toinen aksioma ei täyty, jos vertailtavat elementit eivät ole homogeenisiä ja voidaan joutua muodostamaan elementtien ryhmiä. Aksioma kolme kertoo, että kriteerien painoarvon on oltava itsenäinen vaihtoehtoisiin kriteereihin verrattuna. Jos neljäs aksioma ei pidä paikkaansa, päätöksentekijä ei ota huomioon kaikkia tarvittavia kriteerejä tai vaihtoehtoja, joten päätöksestä tulee keskeneräinen.

AHP-menetelmässä päätöksentekoon vaikuttavia tekijöitä voidaan arvioida joko absoluuttisella tai suhteellisella menetelmällä. Absoluuttinen menetelmä soveltuu paremmin sijaintipäätöksentekoon, jossa on useita vaihtoehtoja, koska absoluuttinen arvioinnin malli on nopeampi ja helppokäyttöisempi (Elfvengren et al. 2010). Metsäteollisuuden sijaintipäätöksenteko on monivaihtoehtoinen prosessi, joten absoluuttinen menetelmä soveltuu

siihen paremmin. Kuva 10 havainnollistaa absoluuttista tekijöiden arviointia. Absoluutisessa arvioinnissa tavoite jaetaan kriteereihin, joille annetaan arviontiluokat.



Kuva 10 Absoluuttinen tekijöiden arviointimalli. (Elfvengren 2017)

AHP on hyödyllinen työkalu sijainnin valintapäätösten tukena, koska sen avulla sijaintikriteerit pystytään arvottamaan, jonka jälkeen niitä voidaan vertailla keskenään. Keskinäisen vertailun tuloksena sijaintikriteerit saadaan jaettua tärkeysjärjestykseen yrityksen omien preferenssien mukaan. AHP:sta löytyy useita käytännön työkaluja, joiden avulla AHP-prosessi on nopea ja helppo toteuttaa. Tällaisia työkaluja ovat esim. seuraavat sovellukset: Expert Choice, Super Decisions ja Logical Decisions. Olemassa olevat AHP-ohjelmistot puoltavat AHP-prosessin käyttöä päätöksenteossa.

4 SIJAINNINVALINTA METSÄTEOLLISUUDESSA

Määrälliset ja laadulliset markkinatekijät vaikuttavat kaikkien metsäteollisuuden haarojen sijaintipäätöksiin, mutta suurin merkitys niillä on kansainvälisillä markkinoilla toimivien yritysten tehtaiden sijainnille. Kansainvälisillä markkinoilla maiden väliset kaupankäynnin esteet kuten tullimaksut ja tarpeeton byrokratia nousevat huomattavaan rooliin. Kansainvälisten markkinoiden etuna ovat kuitenkin suuret myyntipotentiaalit. Nykyaikana kilpailu kansainvälisillä markkinoilla on kuitenkin kovaa ja markkinoilla pärjäävät vain innovatiivisimmat ja rohkeimmat metsäteollisuuden yritykset.

Laadullisten ja määrällisten tuotannontekijöiden vaikutus metsäteollisuuden tehtaiden sijaintiin painottuu sen mukaan minkä tyyppinen tehdas on kyseessä. Eri suorituskyvyn tekijöiden merkitys sijaintia valittaessa määrittyy pitkälti tehtaan sijaintipäätöstä suunnittelevan yrityksen kilpailustrategiasta. Verkostojen merkitys metsäteollisuuden tehtaalle ja sen sijainnille kasvaa yleensä sitä mukaan mitä suurempi ja monimutkaisempi laitos on kyseessä. Esimerkiksi suurelle integroidulle sellu- ja paperitehtaalle laadukkaat verkostot tai niiden puute on merkittävämpi tekijä kuin pienelle sahalle.

4.1 Tärkeimmät tuotannontekijät

Metsäteollisuudella on perinteisesti viisi tärkeintä tuotantotekijää: puuraaka-aine, energia, vesi, työvoima ja pääoma (Kärkkäinen 2005 s. 15). Tuotannontekijöiden tärkeys painottuu eri tavoin riippuen siitä, onko tehdas osa mekaanista vai kemiallista metsäteollisuutta ja millaisia tuotteita tehtaassa jalostetaan.

4.1.1 Raaka-aine

Puuraaka-aine on merkittävin yksittäinen tuotannontekijä metsäteollisuudelle. Raaka-aineen hinta, saatavuus ja laatu ovatkin ensisijaisen tärkeässä roolissa metsäteollisuuden tuotantolaitoksen sijoituspaikkaa tarkastellessa (Aquilar 2011). Erityisesti kemiallisessa metsäteollisuudessa puuraaka-aineen laatu korostuu, koska kemiallisissa massoissa raaka-ainetta tarvitaan yleisimpiä havupuulajeja käytettäessä kolme kertaa enemmän tuoteyksikköä

kohti kuin mekaanisissa massoissa. Edellä mainitusta johtuen tuotteissa, joihin käytetään vain kemiallista massaa, raaka-aineen hinnan merkitys on kolminkertainen verrattuna tuotteisiin, joissa kemiallista massaa ei ole tai sitä on vain muutamia prosentteja. Otettaessa huomioon valmistuskustannukset ero kasvaa vielä suuremmaksi (Kärkkäinen 2005, s. 16).

Kemiallisen massan saanti on suoraan verrannollinen puussa olevaan selluloosan määrään. Mitä suurempi pitoisuus puussa on selluloosaa sitä parempi on massan saanti (Vakkilainen et al. 2014, s. 15). Puulajit, joissa on paljon selluloosaa, ovat siis parasta raaka-ainetta mekaanisen massan valmistuksessa. Kovissa puulajeissa on yleisesti ottaen enemmän selluloosaa kuin pehmeämmissä puulajeissa. Kemiallisessa metsäteollisuudessa raaka-aine ja valmistuskustannukset ovatkin suurimmat käytettäessä kevyitä puulajeja (haapa, poppelilajit, monet pihta- ja kuusilajit) ja pienimmät käytettäessä korkeatiheyksisiä lajeja (ekalyptuslajit, akasialajit, gmelina ynnä muut). Monet tiheydeltään alhaiset puulajit kuten kuusi- ja pihtalajit sekä haapa soveltuvat kuitenkin teknisesti mekaanisen massan valmistukseen ja niitä kannattaakin kustannussyistä usein käyttää mieluummin mekaanisiin massoihin (Kärkkäinen 2005, s. 16).

Puuraaka-aineen tiheys ei ole puutuoteteollisuudessa yleensä kovinkaan kriittinen tekijä. Kuitenkin raaka-ainetta tilavuuden mukaan ostettaessa, kuten maailman markkinoilla on tapana, raaka-ainekustannukset vähenevät saavutettua sahatavaran lujuuksi kohti puulajin kasvunopeuden pienentyessä puulajeilla, joilla vuosiluston paksuuden vähetessä puuaineen tiheys kasvaa voimakkaasti, kuten monet kuusi- ja pihtalajit. Puulajin tiheydellä ei ole olennaista merkitystä kustannustehokkuuden kannalta silloin, kun sahatavaran tai muun puutuotteen hinta ei määräydy sen lujuudesta. Puulajin muut ominaisuudet kuin tiheys ovat usein kriittisempiä tuotteen laadun ja siitä saatavan hinnan kannalta. Erityisesti sahatavaran muodonmuutokset tuoreesta käyttökuivaksi ovat merkittäviä. Tästä ja lukuisista muista laatekijöistä johtuen puutuotteissa puulajin merkitys on lopputuotteen hinnan kannalta ratkaiseva. (Kärkkäinen 2005 s. 16)

Puutuotteen jalostamisesta syntyvillä sivutuotteilla on merkitystä erityisesti puutuoteteollisuudessa. Tukiin kuorellisesta tilavuudesta melkein puolet menee sivutuotteiksi kuten kuoreksi, puruksi ja hakkeeksi. Kuori on arvokkainta silloin, kun se voidaan hyödyntää

energiana lähellä kuorintapaikkaa. Alhaisen tiheydensä vuoksi kuoren kuljetus pitkiä matkoja ei ole kannattavaa edes kalliin vaihtoehdoisen energian oloissa. Purun kannattavin käyttökohde on lyhytkuituisen massan valmistus. Mikäli purun myynti lyhytkuituisen massan valmistukseen ei kuitenkaan ole mahdollista seuraavina ostajaehdokkaina ovat kuitulevyteollisuus, lastulevyteollisuus ja energian tuottaminen, jotka ovat useissa maissa tasavahvoja hinnoittelultaan. Puutuoteteollisuuden prosesseista tai pintojen ja katkaisupätkien erillishaketuksella tuoreesta tukista saatava hake on taloudellisesti merkittävin sivutuote. (Kärkkäinen 2005 s. 16)

Kemialliselle metsäteollisuudelle tuore sahanhake on erinomaista kuituraaka-ainetta. Maissa, joissa kemiallista metsäteollisuutta ei ole, hake menee kuitu- tai lastulevyteollisuuden tarpeisiin tai se poltetaan. Sahateollisuudelle ja kemialliselle metsäteollisuudelle onkin optimaalista sijoittua toistensa läheisyyteen, koska sahatteollisuus tarjoaa kemialliselle metsäteollisuudelle raaka-ainetta ja kemiallinen metsäteollisuus pystyy maksamaan sahatteollisuuden sivutuotteista paremman hinnan kuin puutuoteteollisuuden jatkojalostajat.

Se, missä puuraaka-ainetta metsäteollisuuden tarpeisiin kannattaa tuottaa, on oleellinen kysymys metsäteollisuuden sijaintia suunnitellessa. Suurin merkitys on sillä, painotetaanko puunkasvatusmahdollisuutta vai jo olemassa olevia raaka-ainevaroja. Kasvatukseen investoinnin kannattavuus riippuu olennaisesti puun kasvunopeudesta. Metsäteollisuus investoi raaka-aineen kasvattamiseen vain, jos tuotto on vähintään 10-15 % luokkaa (Kärkkäinen 2005, s. 17). Tällaiseen tuottoon voidaan päästä vaan eteläisillä puuplantaaseilla, joissa kasvukausi on pitkä ja kasvuolosuhteet oivalliset. Toisaalta nämä maa-alueet ovat myös oivallisia laidun- ja viljelymaita. Puunkasvatus joutuukin kilpailemaan maasta muiden käyttömuotojen kanssa (Korhonen et al. 2016). Pitkällä aikavälillä maan jakamisen voidaan olettaa tapahtuvan tuoton mukaan. Maatalouden suurempi työllistävä vaikutus samalla maa-alueen käytöllä puunkasvatukseen verrattuna on kuitenkin merkittävä poliittinen etu maa-alueiden käyttöä mietittäessä. Huonojen kasvuolosuhteiden maissa kilpailu maasta maatalouden kanssa on lähes olematonta ja siksi jo olemassa olevat metsävarat myös hitaan kasvun alueilla kiinnostavat metsäteollisuutta.

Puuraaka-aineen tuotantoon liittyvät oleellisesti siihen käytetyn maan omistus- ja nautintaoikeudet. Valtiot ja muut julkiset yhteisöt omistavat suurimman osan maailman metsistä. Useissa maissa on kuitenkin perinteisiä tai lailla säädettyjä väestön nautintaoikeuksia, jotka vähentävät omistuksesta seuraavia oikeuksia ja jotka voivat hankaloittaa metsien käyttöä teollisuustarkoituksiin. Yhteisöomistuksessa olevien metsien käyttö puuntuotannossa on vaikeaa ainakin silloin, kun metsien käyttöpäätöksiin tarvitaan omistajien yksimielisyyttä. Valtion omistamien metsien käyttö on usein epävakaa ja altista poliittisille muutoksille. Julkisen vallan päätöksenteossa markkinahyödykkeitä ja julkishyödykkeitä (vesivarat, virkistys, maisema, biodiversiteetti jne.) pidetään monesti samanarvoisina, mikä heikentää halukkuutta käyttää metsiä teollisuuden tarpeisiin. (Kärkkäinen 2005, s.18)

Metsäteollisuuden kannalta vakaa yksityinen maanomistus on paras maanomistuksen muoto, koska yksityisessä maanomistuksessa painottuu yleensä markkinahyödykkeiden, pääasiassa raakapuun, tuottaminen (Kärkkäinen 2005). Metsäteollisuuden vallitseva maailmanlaajuinen trendi viime vuosikymmeninä onkin ollut luopua metsänomistuksesta ja turvata raaka-aineen saanti pitkillä sopimuksilla yksityisten metsänomistajien ja metsäsijoittajien kanssa (Korhonen et al. 2016). Metsäteollisuuden tehtaiden sijoituspäätöksiä tehdessä etusijalle nousevatkin siis tyypilliset yksityismetsätalouden maat kuten Suomi, Etelä-Afrikka, Slovenia, Yhdysvallat, Chile ja Iso-Britannia.

4.1.2 Energia

Energian tarve vaihtelee suuresti kemiallisen ja mekaanisen metsäteollisuuden tuotantolaitosten välillä. Lämpöenergia muodostaa 90 prosenttia mekaanisen metsäteollisuuden energiantarpeesta. Mekaanisen metsäteollisuuden sähkönkäyttö on hyvin vähäistä. Sahat ja vaneritehtaat kuluttavat vain n 77 kWh sähköä per tuotettu kuutio (Vakkilainen et al. 2014, s. 105). Sähköenergialla ei olekaan olennaista vaikutusta tuotantolaitoksen sijaintia arvioitaessa. Lämpöenergiaa käytetään sahoilla ja vaneritehtailla vain tuotteiden kuivaamiseen ja tuotantotilojen lämmittämiseen. Arvottomien sivutuotteiden kuten kuoren poltosta syntyy kuitenkin niin paljon lämpöenergiaa, että se ylittää laitoksen oman lämmöntarpeen (Kärkkäinen 2005, s. 21). Yrityksen kannalta onkin edullista, jos ylimääräinen lämpö voidaan myydä

esimerkiksi kaukolämmöksi. Asutuksen läheisyys kannattaakin siksi ottaa huomioon sahojen ja vaneritehtaiden sijaintia suunnitellessa.

Kemiallisen metsäteollisuuden energian tarpeessa on merkittäviä eroja massateollisuuden ja paperiteollisuuden välillä. Kuten taulukosta 1. näkyy, ovat nykyaikaiset kemiallisesti massaa tuottavat tuotantolaitokset energiaomavaraisia, ja ne tuottavat enemmän lämpö- ja sähköenergiaa kuin tuotantoonsa tarvitsevat (Vakkilainen et al. 2014, s. 118). Energian saatavuudella ja hinnalla ei olekaan merkitystä niiden sijaintia suunnitellessa. Massan valmistuksessa syntyvän ylimääräisen energian voi myydä esimerkiksi kaukolämmöksi tai käyttää paperin valmistukseen integroiduissa massa- ja paperituotannossa. Mekaanisessa kuidutuksessa energian hinta on kriittisempi tekijä, koska lämmön ja sähkönkulutus on huomattavaa. Paperiteollisuus vaatii tuotannossaan sekä lämpö- että sähköenergiaa runsaasti tuoteyksikköä kohti. Kuitenkin, jos mekaanisen massan tuotannon energian tarve käsitellään erikseen, on energian tarve sen verran kohtuullista, ettei sen hinnalla ole oleellista merkitystä tehtaiden sijainnille (Kärkkäinen 2005, s. 22).

Taulukko 2 Lämmön ja sähkön saldo modernille BKS_W 1 000 000 adt/d tehtaalle (Vakkilainen et al, 2014, s. 119).

Tehtaan tyyppi	Yksikkö (adt = ilmakuivattu tonni)	Integroimaton ja kuori myydään	Integroimaton ja kuori poltetaan	Integroitu ja kuori poltetaan
Lämmön tuotanto				
Mustalipeä	GJ/adt	18.0	18.0	18.0
Kuori –ja puujäte	GJ/adt	-	4.2	4.2
Yhteensä		18.0	22.2	22.2
Lämmön kulutus				
Selluprosessi	GJ/adt	11.0	11.0	8.5
Paperiprosessi	GJ/t paperia	-	-	6.0
Takapainevirta	GJ/adt	3.0	3.0	4.0
Kondensointivirta	GJ/adt	4.0	8.2	3.5
Yhteensä		18.0	22.2	22.0

Sähkön tuotanto				
Takapainevirta	kWh/adt	820	820	1150
Kondensointivirta	kWh/adt	390	800	340
Yhteensä	kWh/adt	1210	1620	1490
Virran kulutus				
Selluprosessi	kWh/adt	660	700	550
Paperiprosessi	kWh/t paperia	-	-	650
Virtaa verkkoon	kWh/adt	550	920	290

Tärkein ominaisuus kemiallisen metsäteollisuuden energian saannille ei olekaan hinta vaan laatu. Tuotannon korkeiden alasajokustannusten takia energiapulasta johtuvia tuotantokatkoja ei voida sallia. Tehtaat tuleekin sijoittaa alueelle, jossa sähkönjakelu on luotettavaa ja tasaista. Globaaliin sijoittumiseen vaikuttaa myös se, onko maassa kemiallisen massan valmistusta ja voidaanko massan ja paperinvalmistus integroida. Maissa, joissa integroituminen ei ole mahdollista kemiallista massaa sisältävien paperilajien valmistuskustannukset riippuvat hieman enemmän lämpöenergian hinnasta. Nykyaikana käytetyn energian valmistustavalla saattaa olla merkitystä kuluttajan ostopäätökseen. Sijainnin valinnassa kannattaakin jollain tasolla huomioida myös se, tuotetaanko käytettävissä oleva energia esimerkiksi ydinvoimalla vai uusiutuvilla energianlähteillä.

4.1.3 Vesi

Mekaanisen metsäteollisuuden veden tarve on vähäinen, joten se ei ole huomattava kriteeri alan tehtaiden sijainnille. Kemiallisen metsäteollisuuden puolella etenkin sellu- ja paperiteollisuudessa veden kulutus on kuitenkin merkittävää ja vettä tarvitaan kohtalaisen paljon tuoteyksikköä kohti. Veden laatu on myös merkittävässä asemassa etenkin suolapitoisuuden osalta. Vähäisetkin suolapitoisuudet tiivistyvät valmistusprosessissa vettä kierrätettäessä tasolle, joka aiheuttaa huomattavaa korroosiota. Meriveden ja murtoveden käyttö onkin yleensä kannattamatonta, joten tehtaaseen tulee saada makeaa vettä ja sen vuotuisen saannin on oltava tasaista täysikapasiteettisen tuotannon varmistamiseksi. Globaalilla tasolla veden saatavuuteen liittyvät rajoitteet ovat merkittäviä muihin

tuotannontekijöihin verrattuna useissa osin maailmaa, ja vesi vaikuttaakin kemiallisen metsäteollisuuden globaaliin sijoittumiseen merkittävästi. (Kärkkäinen 2005, s. 23)

4.1.4 Työvoima

Työvoiman tarve, työvoimaan kohdistuvat vaatimukset ja työvoiman vaikutus tehtaan menestykseen riippuvat suuresti siitä, millainen metsäteollisuuden tuotantolaitos on kyseessä. Useat mekaanisen metsäteollisuuden haarat, poissulkien vaneriteollisuus sekä lastulevy- ja kuitulevyteollisuus, voivat toimia hyvin ihmistyövaltaisesti käyttämällä vain yksinkertaista teknologiaa (Kärkkäinen 2005, s. 23). Pelkällä moottorisahalla tuotetaan sahatavaraa merkittäviäkin määriä varsinkin trooppisissa halvan työvoiman maissa. Käyttämällä paljon työvoimaa ja vähän koneisiin sidottua pääomaa voidaan harjoittaa myös puusepän-, rakennuspuutuote- ja puutaloteollisuutta. Sahateollisuus ja erityisesti sahatavaran jatkojalostus onkin usein kannattavaa sijoittaa alhaisten työvoimakustannusten maihin. Kemiallisessa metsäteollisuudessa työvoiman lisäkäytöllä ei voida korvata pääoman käyttöä samassa suhteessa. Kemiallinen metsäteollisuus tarvitsee käyttöönsä lisäksi enemmän korkeasti koulutettuja osaajia.

Korkeiden alajakustannusten ja työvoimakustannusten pienen osuuden kokonaiskustannuksista vuoksi kemiallisen metsäteollisuuden tehtaat kannattaa sijoittaa korkeiden työvoimakustannusten alueille, joissa on tarjolla koulutettua, ammattitaitoista ja motivoitunutta työvoimaa. Koulutetut ja motivoituneet työntekijät tehostavat yrityksen toiminnan kaikkia osa-alueita, mikä lisää korkeiden työvoimakustannusten maiden houkuttelevuutta metsäteollisuuden tehtaiden sijaintia valittaessa. Työttömyyden ollessa ongelma kaikkialla maailmassa vaikuttaa kemiallisen ja mekaanisen metsäteollisuuden erot työllistävyydessä niiden sijaintiin. Esimerkiksi Uruguayssa sellutehdashankkeita on vastustettu siksi, että karjankasvatus työllistäisi enemmän, jos istutusmetsien viemä maa-ala käytettäisiin karjankasvatukseen ja sellun valmistuksen sijasta tulisi työllisyysyistä mieluummin keskittyä puutuoteteollisuuteen. (Kärkkäinen 2005, s. 24).

4.1.5 Pääoma

Pääomapanos vaihtelee suuresti eri metsäteollisuuden haarojen välillä teknologian ja työvoiman käytön suhteen vaihtelevuuden takia. Etenkin sahatateollisuudessa ja sahatavaran jatkojalostuksessa alhaisen työn hinnan maissa voidaan päästä samoihin tuotannon kokonaiskustannuksiin kuin kalliin

työvoiman maissa pienemmällä pääomapanoksella. Metsäteollisuuden sisällä kaikkein pääomavaltaisinta on kemiallisen massan tuotanto. Pääomavaltaisia ovat myös päällystettyjen ja hiokepitoisten paperilajien tuotanto. Levyteollisuuden ja sahateollisuuden vaatima pääomapanos on huomattavasti alhaisempi. Kaikista pienimmällä pääomapanoksella voidaan päästä sahatavaran jatkojalostuksessa, jossa äärimmillään tarvitaan vain työtila ja muutama käsityökalu. (Kärkkäinen 2005, s. 25).

Pääoman tarvetta tarkastellessa siltä kantilta, kuinka paljon kannattavan kokoinen tuotantolaitos maksaa, on kemiallisen metsäteollisuuden ja puutuoteteollisuuden ero vielä selkeämpi. Globaaleilla markkinoilla kilpailukykyinen kemiallista massaa tuottava tehdas on jätti-investointi, paperitehdas pienempi, saha tai vaneritehdas pieni ja jatkojalostuslaitos erittäin pieni. Investointikustannuksiin verrattuna muu pääoman tarve on merkitykseltään vähäisempi, mutta sekin vaihtelee metsäteollisuudenalan sisällä. Kemiallisessa metsäteollisuudessa puuraaka-aineeseen sitoutunut pääoma merkitsee suhteellisesti vähemmän kuin sahalaitoksissa. Kemiallisen metsäteollisuudessa pääoman tehokas käyttö on olennaisempaa kuin puutuoteteollisuudessa johtuen pääomavaltaisuusien erosta. Massa- ja paperiteollisuudelle onkin suorastaan kriittistä ylläpitää korkea vuosikapasiteetin käyttöaste, kun taas sahatavaran jatkojalostuksessa sillä on muihin tekijöihin verrattuna vähäinen merkitys. (Kärkkäinen 2005, s.26)

Kemiallisen metsäteollisuuden laitosten sijaintiin pääomavaltaisuudesta johtuva vaatimus korkeaan käyttöasteeseen on merkittävä tekijä. Kapasiteetin käyttöasteen saamiseksi edes teoriassa korkealle tasolle on puuraaka-aineen, veden sekä sähkön saanti oltava turvattu ilman katkoksia, työntekijöiden on oltava motivoitunutta ja tehtäviensä tasolla, saatavuusriskien vähäisiä ja riski menettää sijoitettu pääoma poliittisten mullistusten, kuten vallankumousten ja muiden häiriöiden vuoksi pieni (Kärkkäinen 2005, s.26). Kemiallisen metsäteollisuuden tehtaot kannattaakin sijoittaa kehittyneen infrastruktuurin ja poliittisen vakauden maihin, joiden tulevaisuuden kehityksen riskitkin ovat mahdollisimman pienet. Yleisesti ottaen metsäteollisuuden investointeja suunniteltaessa poliittisiin riskeihin kiinnitetään sitä enemmän huomiota mitä isompaa suuruusluokkaa kokonaisinvestointi on.

Myös puuraaka-ainetta koskevat riskit tulee ottaa sitä enemmän huomioon tehtaiden sijainnin valinnassa mitä pääomavaltaisemmasta tuotannosta on kyse. Puuraaka-aineeseen kohdistuvia riskejä ovat esimerkiksi bioriskit eli hyönteistuhot ja taudit, myrsky- ja lumituhoriskit ja erityisesti

metsäpalariskit. Bioriskit ovat suurehkoja suurten saman puulajin alueilla ja maissa, joissa metsätalous on ekstensiivistä, kuten Venäjällä ja Kanadassa. Myrskytuhoriskit ovat suurimpia Karibian seudulla ja Filippiinien ympäristössä, kun taas lumituhoriskit keskittyvät vuoristomaihin. (Kärkkäinen 2005, s.26)

Taulukossa 3 on esitetty yksinkertainen vertailu metsäteollisuuden tärkeimpien tuotannontekijöiden merkityksestä eri metsäteollisuuden haarojen tehtaiden sijainnille. Vertailussa käytetty asteikko on kolmeosainen ja tuotannontekijän merkitys tehtaan sijaintiin on joko korkea, keskitasoa tai matala. Korkea merkitys tarkoittaa sitä, että tuotannontekijällä on suuri vaikutus tehtaan sijainnille. Keskitaso kertoo, että tuotannontekijällä on vaikutusta sijaintiin, mutta se ei ole kriittinen tekijä. Matala merkitys tarkoittaa että tuotannontekijällä ei ole juurikaan merkitystä tehtaan sijainnin valinnassa.

Taulukko 3 Tuotannontekijöiden tärkeys metsäteollisuuden eri tehtaissa.

	Raaka-aine	Energia	Vesi	Pääoma	Työvoima
Massanteollisuus	korkea	matala	korkea	korkea	korkea
Paperi- ja kartonkiteollisuus	korkea	keskitaso	korkea	keskitaso	korkea
Sahateollisuus	korkea	matala	matala	keskitaso	korkea
Levyteollisuus	korkea	matala	matala	keskitaso	korkea
Puusepäniteollisuus	korkea	matala	matala	matala	korkea

4.2 Sijainnin valintaprosessi

Metsäteollisuuden tehtaiden sijainnin valintaprosessin käynnistävinä tekijöinä on tarve parantaa tai laajentaa yrityksen toimintaa perustamalla uusi tuotantolaitos. Uusi tuotantolaitos voidaan perustaa korvaamaan vanhaa tehdasta tai täyttämään kasvanutta kysyntää vanhan tuotannon rinnalla. Uuden tehtaan perustaminen voi myös olla osa yrityksen kansainvälistymisstrategiaa, jolloin uusi tehdas perustetaan ulkomaille yleensä tavoitteena pääsy uusille markkinoille, halvemmat tuotantokustannukset ja/tai pääsy osalliseksi ulkomailla sijaitsevien metsävarojen hyödyntämiseen.

Konsulttiyritys McKinseyn sijainnin valintamallia soveltaen metsäteollisuuden tehtaan sijainnin valinnan ensimmäisessä vaiheessa tulee miettiä, mihin tehdas on kannattavaa sijoittaa globaalilla tasolla. Globaalilla tasolla tulee analysoida eri maanosien markkinoita ja niiden tulevaisuuden näkymiä. Eri maanosien maantieteelliset ominaisuudet ja niistä johtuvat hyödyt ja riskit tehtaan toiminnalle tulee myös ottaa tässä vaiheessa huomioon.

Tehtaan globaalin sijainnin tarkennuttua tiettyyn maanosaan ryhdytään vertailemaan maita maanosan sisällä. Maan valinnassa tärkeimpinä huomioitavina asioina ovat maan infrastruktuuri, poliittinen vakaus ja tulevaisuuden näkymät sekä tärkeimpien tuotannontekijöiden (erityisesti puuraaka-aineen) saatavuus, laatu ja hinta. Globaaleilla markkinoilla toimiessa huomioon tulee ottaa myös se, kuinka hyvät mahdollisuudet maasta on kuljettaa tuotteita maailmalle ja mitkä ovat kuljetuksen kustannukset. Maita kannattaa kilpailuttaa keskenään ennen päätöksentekoa. Varsinkin suurien investointien ollessa kyseessä maat voivat tarjota eri asteisia verovähennyksiä ja muita kannustimia, jotka saattavat kääntää lähtökohtaisesti huonomman maan paremmaksi vaihtoehdoksi tehtaan sijainnille.

Maan valinnan jälkeen etsitään maasta 10-30 lupaavaa sijaintipaikkaa tehtaalle. Lupaavia sijaintipaikkoja tarkastellessa tulee ottaa yksityiskohtaisemmin huomioon tehtaan tuotannon erityispiirteet ja niistä sijainnille juontavat tarpeet. Näistä kohteista valitaan seuraavaksi 3-5 parasta, joiden jokaisen kohdalla lasketaan ja analysoidaan tarkasti tehtaan perustamisen, toiminnan ja tulevaisuuden menestyksen kannalta tärkeät tekijät. Saatuja tuloksia vertaillaan keskenään ja tehtaan viimeiseksi sijoituspaikaksi valitaan yrityksen toiminnan kokonaisuuden kannalta kannattavin vaihtoehto.

AHP-menetelmää käyttämällä saadaan McKinseyn sijainninvalintamallin eri vaiheissa tarkasteltavat kriteerit arvoitettua tärkeytensä mukaan. Arvoitettuja kriteereitä hyväksi käyttämällä voidaan eri sijainnit pisteyttää ominaisuuksiensa mukaan. Saatujen pisteiden perusteella saadaan selville sijaintien paremmuusjärjestys, jonka perusteella voidaan valita paras mahdollinen sijainti tehtaalle.

Taulukossa 4 esitetään AHP-menetelmää käyttämällä saadut painoarvot seitsemälle sellutehtaan sijaintiin vaikuttavalle kriteerille. Käytetyt kriteerit ovat energia, työvoima, vesi,

pääoma, raaka-aine, infrastruktuuri ja markkinoiden läheisyys. Saatua painoarvotusta voidaan käyttää apuna sellutehtaan sijaintia valitessa. Painoarvot on saatu käyttämällä ilmaista AHP-ohjelmaa. Maksullisten AHP-ohjelmistojen, kuten Expert Choicen, avulla olisi mahdollista tehdä kattavampi arviointi metsäteollisuuden tehtaiden sijaintikriteereiden painoarvoista.

Taulukko 4 Sellutehtaan sijaintitekijöiden painoarvot ja tärkeysjärjestys. (BPMSG 2017)

Sijaintikriteeri	Painoarvo	Tärkeysjärjestys
Energia	2.7 %	7
Työvoima	10.0 %	4
Vesi	9.1 %	5
Pääoma	33.6 %	1
Raaka-aine	29.7 %	2
Infrastruktuuri	12.1 %	3
Markkinoiden läheisyys	2.9 %	6

Vastaava arviointi voidaan tehdä McKinleyn mallin eri vaiheissa, jolloin saadaan selville globaalien, maakohtaisten ja maansisäisten sijaintitekijöiden painoarvot. Painoarvojen avulla sijainnit saadaan pisteytettyä, jolloin paras sijainti saadaan kavennettua globaalilta tasolta lopulliseen tehtaan sijaintipaikkaan asti.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Metsäteollisuuden tehtaiden sijaintipäätöksentekoprosessi on monivaiheinen ja pitkäkestoinen tapahtumaketju, jossa sijaintiin liittyviä tekijöitä punnitaan johdonmukaisesti vaiheittain parhaan lopullisen sijainnin löytämiseksi. Sijaintipäätösten taustalla on tarve tehostaa yrityksen toimintaa, ja järkevällä sekä suunnitellulla tietoon perustuvalla päätöksenteolla päästäänkin usein toimintaa parantavaan ratkaisuun. Päätöksenteon tukena kannattaa hyödyntää päätöksentekoa helpottamaan kehitettyjä menetelmiä.

Yleisesti ottaen metsäteollisuuden tehtaiden sijainnin kannalta tärkeimmät tekijät ovat puuraaka-aine, energia, vesi, työvoima ja pääoma. Metsäteollisuuden piiriin kuuluu kuitenkin paljon erilaisia tuotteita valmistavia tehtaita, joiden toiminnassa nämä tuotannontekijät painottuvat eri tavoin. Kaikille metsäteollisuuden tehtaille on kuitenkin yhteistä se, että puuraaka-aine on suuri merkitsevä tekijä tehtaan kannattavalle toiminnalle, ja se onkin tärkeä tekijä myös tehtaiden sijainnin kannalta. Globaalilla tasolla myös eri markkinat sekä maiden erot infrastruktuurissa ja poliittisessa toimintaympäristössä ovat merkittäviä sijaintitekijöitä.

Tehtaan sijainti vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen ja vakaaseen toimintaan merkittävästi. Hyvällä sijainnilla voidaan saavuttaa pienemmät tuotannon kustannukset muun muassa lyhempien toimitusmatkojen ja tuotannontekijöiden halvemmän hinnan ansiosta. Hyvin sijoitetun tehtaan toimintavarmuuskin paranee, koska tuotannontekijöiden laatu ja saanti ovat vakaita, toimintaympäristö on luotettava ja lähimmät markkinat tarvitsevat tuotteita.

LÄHTEET

Abele, Eberhard. Meyer, Tobias. Näher, Ulrich. Strube, Gernot. Sykes, Richard. 2008. Global Production: A Handbook for Strategy and Implementation. Berliini, Springer-Verlag. 401s.

Aquilar, Francisco X. 2011. Conjoint analysis of industry location preferences: evidence from the softwood lumber industry in the US. Applied Economics. Vol. 43, s. 3265-3275.

BPMSG (Business Performance Management Singapore). 2017. [WWW-sivut]. viitattu 30.4.2017]. Saatavissa: http://bpmsg.com/academic/ahp_calc.php

Bogataj, Marija. Grubbström, Robert W. Bogataj, Ludvik. 2010. Efficient location of industrial activity cells in a global supply chain. International Journal of Production Economics. Vol. 133, s. 243-250

Elfvengren K. 2017. Analyyttinen hierarkiaprosessi valintapäätöksen tukena. Luentomateriaali.

Elfvengren K., Seppälä P., Korpela J. & Tuominen M. 2010. Decision Analysis on Optimal Industrial Factory Location, 16th International Working Seminar on Production Economics, Vol. 1, s. 141-151.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017. Forestry Production and Trade. [WWW-sivut]. [viitattu 29.4.2017]. Saatavissa:

<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>

Korhonen, J. Zhang, Y. Toppinen, A. 2016. Examining timberland ownership and control strategies in the global forest sector. Forest Policy and Economics. Vol. 70, s. 39-46.

Kärkkäinen, Matti. 2005. Maailman metsäteollisuus. Helsinki: Metsäkustannus. 355s.

McCann, Philip. 2002. Industrial Location Economics. Cheltenham: Edward Elgar. 372s.

Metsäteollisuus ry. 2015. Paperin tuotanto ja kulutus maailman markkinoilla. [WWW-sivu]. [viitattu 29.4.2017] Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/tietoa-alasta/paperi-kartonki-jalosteet/paperi-ja-sellu/Paperin-tuotanto-ja-kulutus-maailman-markkinoilla-2208.html>

Metsäteollisuus ry. 2017a. [WWW-sivut]. [viitattu 18.2.2017]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi>.

Metsäteollisuus ry. 2017b. Sellun suurimmat vientimarkkinat 2016. [PP-dokumentti]. [viitattu 29.4.2017] Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/tilastot/toimialat/15-Massa-%20ja%20paperiteollisuus/>

Metsäteollisuus ry. 2017c. Paperin ja kartongin suurimmat vientimarkkinat 2016. [PP-dokumentti]. [viitattu 29.4.2017] Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/tilastot/toimialat/15-Massa-%20ja%20paperiteollisuus/>

Vakkilainen, Esa., Kivistö, Aija. 2014. Forest industry energy consumption - trends and effects of modern mills. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Raportit ja selvitykset - reports 38.

Vargas, Luis G. 1990. An overview of the Analytic Hierarchy Process and its applications. European Journal of Operational Research. Vol. 48, s. 2-8.

Wiendahl, Hans-Peter. 21.4.2015. Strategic Location Planning. [WWW-dokumentti]. [viitattu 17.2.2017]. Saatavissa: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-46391-8_14.

Viitanen, Jari. Mutanen, Antti. 2016. Metsäsektorin suhdannekatsaus 2016–2017. [WWW-dokumentti]. [viitattu 30.4.2017]. Saatavissa: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537306/luke-luobio_49_2016.pdf