



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

MATERIAALIVIRRAT JA SÄHKÖNKULUTUSMITTAUKSET EKSTRUUSIOTUOTANNOSSA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Muovitekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Syksy 2013
Timo Kymäläinen

Lahden ammattikorkeakoulu
Muovitekniikan koulutusohjelma

KYMÄLÄINEN, TIMO: Materiaalivirrat ja sähkönkulutusmittaukset ekstruusio-
tuotannossa

Muovitekniikan opinnäytetyö (julkinen osa), 19 sivua.

Syksy 2013

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää UPM ProFin tuotannossa syntyviä materiaalivirtoja sekä mitata sähkönkulutusmittareilla tuotannon eri prosessivaiheiden sähkönkulutuksia. Tavoitteena oli havainnollistaa, miten lähtömateriaaleista syntyy valmis tuote eri prosessivaiheiden kautta, sekä selvittää lopputuotteen vaatima energiankulutus.

Työn teoriaosassa käsitellään muovisia terassilankkuja sekä niihin käytettäviä raaka-aineita, niiden ominaisuuksia ja eri prosessointimenetelmiä. Ekotehokkuuteen ja yleisiin sähköasioihin paneudutaan myös teoriaosassa.

Opinnäytetyön käytännön osassa esitellään tuotantoprosessia yleisesti sekä selvennetään tuotannon eri prosessivaiheiden sähkönkulutuksia ja lopulta selvitetään, kuinka paljon kuluu energiaa valmista tuotetta kohden.

Luvut 9, 10, 11 ja 12 ovat kokonaan salaisia.

Avainsanat: energiankulutus, komposiitti, puumuovi, profiili, ekstruusion energian kulutus

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Plastics Engineering

KYMÄLÄINEN TIMO: Material flows and electricity consumption in profile
extrusion

Bachelor's Thesis in Plastics Engineering (public part), 19 pages.

Autumn 2013

ABSTRACT

The objective of this thesis was to investigate material flows in the production of UPM ProFi, and to measure electricity consumption in different process stages with kWh consumption indicators. The goal was to demonstrate how the raw materials will turn into a finished product through different process steps, and to investigate how much electricity the finished product has consumed.

The theory part of the thesis deals with plastic terrace planks, the raw materials which are used, their qualities, and different processing methods. The theory part also examines eco-efficiency and general aspects of electricity.

The practical part of the thesis explains the production process in general, investigates the electricity consumption of different production stages, and finally presents how much energy is consumed per finished product.

The chapters nine, ten, eleven and twelve are completely secret.

Key words: electricity consumption, composite, WPC, profile, extrusion

SISÄLLYS

TEORIA OSA

1	JOHDANTO	1
2	MUOVISET TERASSILANKUT	2
2.1	Puumuovikomposiitit	2
2.2	Uusiomuovituotteet	2
3	PUUMUOVIKOMPOSIITTIIEN RAAKA-AINEET	4
3.1	Muovi	4
3.2	Puukuitu	4
3.3	Lisäaineet	5
4	PUUMUOVIKOMPOSIITIN OMINAISUUDET	6
4.1	Viruminen	6
4.2	Kosteuden vaikutukset	6
4.3	Lämpölaajeneminen	7
5	PUUMUOVIKOMPOSIITTIIEN PROSESSOINTI	8
5.1	Yleistä käsittelystä	8
5.2	Syöttölaitteet	8
5.3	Sekoittamismenetelmiä	9
5.3.1	Ekstruusio	9
5.3.2	Agglomeraatin valmistus	9
5.3.3	Pelletointi	9
6	KESTÄVÄ KEHITYS	11
6.1	Ekotehokkuus	11
6.1.1	Ekologinen kestävyys	12
6.1.2	Taloudellinen kestävyys	12
6.1.3	Sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys	13
6.2	Laatuajattelu	13
6.3	Dematerialisaatio	14
7	YMPÄRISTÖJOHTAMINEN	15
7.1	Ekokilpailukyky	15

8	SÄHKÖ	17
8.1	Sähkölaitteiston käyttöönotto	17
8.2	Sähkölaitteiston käyttö ja kunnossapito	17
8.3	Sähköltä suojautuminen normaalissa käytössä	18
	LÄHTEET	19

1 JOHDANTO

Puumuovikomposiitin käyttö Euroopassa on kasvanut paljon viimeisen vuosikymmenen aikana. Euroopan tuotantoluvut eivät ole lähelläkään Amerikan markkinoita, mutta Japanin ja Kiinan tuotantoluvut ovat Eurooppaa jäljessä. Suurin osa Euroopassa käytettävästä puumuovikomposiitista käytetään terassirakentamiseen. Muita suurimpia sovelluskohteita ovat ikkunoiden osat ja erilaiset verhoilulaudat. Puumuovikomposiitin käyttö monissa eri sovellutuksissa tulee kasvamaan tulevaisuudessa ympäri maailman.

Nykyään yleisenä trendinä on ekotehokkuus ja pienen hiilijalanjäljen jättäminen maapallolle. Monissa yrityksissä pyritään lisäämään materiaalin uudelleenkäyttöä ja nostamaan tuottavuutta kuitenkin unohtamatta ympäristöasioita. UPM ProFin tuotteissaan käyttämä pääraaka-aine on hyvä esimerkki sellaisen materiaalin uudelleenkäyttämisestä, joka muuten menisi poltettavaksi.

Opinnäytetyö suoritettiin UPM:n Lahden-tehtaalla ProFin omassa yksikössä. Työn tavoitteena oli selvittää materiaalin kulkua eri tuotantoprosesseissa sekä mitata sähkönkulutusmittareilla tuotannon eri prosessivaiheiden sähkönkulutusta. Mittauksia varten ei tarvinnut valmistella koeajoja, vaan mittaukset pystyttiin tekemään tuotannon käynnissä ollessa ilman erityisjärjestelyjä. Sähkönkulutuksien seuraamisella pyrittiin selvittämään valmiiseen tuotteeseen kulunutta energian määrää.

2 MUOVISET TERASSILANKUT

2.1 Puumuovikomposiitit

Puu ja muovi ovat molemmat polymeeripohjaisia, mutta eroavat paljon perustaltaan, rakenteeltaan ja suorituskyvyltään. Puumuovikomposiiteissa polymeerimatriisi muodostaa yleensä jatkuvan faasin puuosan ympärille. Puumuovikomposiiteissa käytettävät matriisipolymeerit ovat yleensä valtamuoveja, joilla on hyvät virtausominaisuudet kuumennettaessa. Näiden polymeerien hyvät virtausominaisuudet mahdollistavat hyvän prosessoitavuuden yhdessä puuaineksen kanssa. Näillä polymeereillä on suuri lämpölaajeneminen, mutta ne imevät vähän kosteutta ja ovat tehokkaita estämään kosteuden tunkeutumista hyvin suunnitellussa komposiitissa. Puu maksaa vähemmän, on jäykkää ja vahvempaa kuin sen kanssa käytettävät synteettiset polymeerit. Nämä asiat tekevät puusta hyödyllisen täyteaineen. Vaikka puu ei kutistu ja turpoa juurikaan lämpötilan muutoksissa, se imee helposti itseensä kosteutta, mikä muuttaa sen ominaisuuksia ja mittoja ja voi johtaa biohajoamiseen, jos sitä ei suojata. (Oksman Niska & Sain 2008, 1.)

Puumuovikomposiiteille sopivat samat valmistusmenetelmät kuin tavalliselle kestomuovituotteellekin. Yleisimmät valmistustavat ovat ekstruusio ja ruiskuvalu. Näillä valmistusmenetelmillä luonnonkuidun osuus puumuovikomposiiteissa vaihtelee 30 ja 85 prosentin välillä. Puumuovikomposiitteja pystytään myös työstämään kuten puuta, esimerkiksi sahaamalla, poraamalla ja liimaamalla. (Koto & Tiisala 2004, 3 - 4.)

2.2 Uusiomuovituotteet

Plastic lumber (kierrätysmuoviprofiili) on 100-prosenttisesti tehty kierrätysmuovista. Sitä käytetään samoissa sovellutuksissa kuin puumuovikomposiittiakin, esimerkiksi terassituotteissa, kaiteissa ja aidoissa. Kierrätysmuoviprofiilien valmistajat väittävät tuotteidensa olevan ympäristöystävällisempiä ja vaativan vähemmän huoltoa kuin puumuovikomposiitit ja käsitellyt puut. Uusiomuovi on

lahoamaton, ja se tarjoaa kierrätysmuoville uuden käyttömahdollisuuden. Yleisimmät muovit, joita uusiomuoveissa käytetään, ovat PE-HD, PVC, PP, ABS ja PS. Uusiomuovi ei ole niin jäykkää kuin puu, ja se saattaa mennä pilalle erittäin lämpimässä ilmastossa. (Wikipedia 2010.)

3 PUUMUOVIKOMPOSIITTIIEN RAAKA-AINEET

3.1 Muovi

Puukuidun alhaisen lämmönkeston johdosta muovit, joita voidaan sulatyöstää alle 200 °C:ssa, ovat yleensä käytettyinä puumuovikomposiiteissa. Käytetyimpiä muoveja puumuovikomposiiteissa ovat PE, PP ja PVC. Polypropeenit käytetään laajasti Euroopassa, kun taas polyeteeni on käytetyin Pohjois-Amerikassa. Vaikka PE ja PP ovat hyviä kosteuden sietokyvyltään, ne ovat herkkiä UV-säteilyn aiheuttamalle hajoamiselle, joten UV-stabiliaattorien käyttö on yleistä. Laajeneminen ja kutistuminen lämmön vaikutuksesta ovat polyeteenilla ja polypropeenilla merkittäviä, ja niillä on tapana myös virua kuormituksessa ja korkeissa lämpötiloissa. Nämä ongelmat heikentävät polyeteenin ja polypropeenin rakenteellisia ominaisuuksia. Täyte- ja apuaineilla pystytään ehkäisemään sekä virumista että lämpölaajentumista. (Oksman Niska & Sain 2008, 2 - 8.)

Kertamuoveja on käytetty puun ja muiden luonnonkuitujen kanssa 1900-luvulta lähtien, mutta viime vuosina kertamuovien käyttö ei ole vastannut kestomuovien käyttöä puumuovikomposiiteissa. Kestomuovien käyttö on kasvanut viime vuosikymmeninä paljon, mikä johtuu piha- ja ulkorakenteiden käytön kasvusta, kuten kaiteissa, ikkuna- ja ovirakenteissa ja erityisesti terassirakentamisessa. (Oksman Niska & Sain 2008, 4 - 5.)

3.2 Puukuitu

Puumuovikomposiiteissa käytettävä puukuitumateriaali vaihtelee paljon riippuen, mistä puukuitu on kotoisin. Eniten käytetyistä kuitumateriaaleista voidaan mainita pellava, bambu, puukuitu tai sahajauho. Paperi- ja kartonkitekiteollisuudesta hyödynnetään paljon kierrätys- ja jättemateriaaleja. Puukuidun määrä vaihtelee komposiitissa 30 ja 85 %:n välillä. Puukuidun etuja ovat edullisuus, kierrätettävyyden ja mahdollisuus polttaa energiaksi. (Koto & Tiisala 2004.)

3.3 Lisäaineet

Puumuovikomposiiteille on monia lisäaineita, jotka parantavat niiden ominaisuuksia. Yleisimpiä lisäaineita ovat liuku-, täyte- ja kytkentäaineet sekä UV-aineet. Liukuaineet vaikuttavat viskositeettiin ja virtausominaisuuksiin esimerkiksi siten, että prosessoitava massa liikkuu paremmin työstökoneen metallipinnoilla. KytKentäaineiden tarkoitus on parantaa eri materiaalien homogeenisuutta, mikä pienentää muun muassa veden absorptiota. UV-aineet auttavat ehkäisemään haitallisen säteilyn pääsyä puumuovikomposiitin sisään. (Oksman Niska & Sain 2008, 26 - 32.)

4 PUUMUOVIKOMPOSIITIN OMINAISUUDET

4.1 Viruminen

Puumuovikomposiiteille ja kestumuovipohjaisille materiaaleille on tyypillistä aikojen kuluessa tapahtuva muodonmuutos rasituksen alaisena. Tätä muodonmuutosta kutsutaan virumiseksi. Puumuovikomposiiteilla tapahtuva viruminen ei ole niin suurta kuin pelkällä polymeerillä. Erilaisilla testeillä on osoitettu esimerkiksi, että PP-muovin viruminen väheni kolmasosaan, mikäli muovin seassa oli 40 painoprosenttia puukuitua. Tiedossa on myös, että pidemmät puukuidut toimivat paremmin virumisen estona kuin lyhyet puukuidut. (Oksman Niska & Sain 2008, 166 - 177.)

Virumismuodonmuutos kasvaa puumuovikomposiiteilla lämpötilan noustessa. Polymeerit pehmenevät tyypillisesti lämpötilan noustessa. Tämä ominaisuus on määräävä tekijä, kun aletaan miettiä virumisenestoa. Erilaisten lisäaineiden pitoisuuden kasvattaminen vähentää muodonmuutosta ajan kuluessa, ja yleisesti voidaan todeta, että polymeerin molekyylipainon kasvattaminen ja polymeerin kiteisyysasteen lisäys vähentävät puumuovikomposiitin virumista. (Oksman Niska & Sain 2008, 166 - 177.)

4.2 Kosteuden vaikutukset

Puumuovikomposiitti imee vähemmän kosteutta kuin puu, mutta silti veden vaikutusta puumuovikomposiittiin ei pidä vähätellä. Vesi saattaa aiheuttaa puumuovikomposiiteissa muodonmuutosta, laajenemista ja murtumia koko matriisissa. Kosteudelle altistuessaan tapahtuu puumuovikomposiitissa vahinkoa, joka heikentää mekaanisia ominaisuuksia. Jos puukuitu on joskus altistunut kosteudelle, mutta kuitenkin päässyt kuivumaan, niin sen ominaisuudet eivät ole entisellään, vaan puukuidun ja muovin väliin on muodostunut rajapinnan rikkoutumista, joka myöhemmin altistuu helpommin kosteudelle. Puukuidun ja muovin väliin muodostunut rajapinnan rikkoutuminen on pääasiassa vastuussa komposiitin heikentymisestä. Puumuovikomposiitin kosteudenkesto on vaikuttaa puukuidun rakenne

ja koko, prosessointimenetelmä ja lisäaineistus. (Oksman Niska & Sain 2008, 145 - 146.)

4.3 Lämpölaajeneminen

Puumuovikomposiittien käyttölämpötilat vaihtelevat yleensä -30 °C :n ja $+50\text{ °C}$:n välillä. Puumuovikomposiittien lämpölaajenemisen on osoitettu olevan anisotrooppista tavanomaisissa ekstruusioprofiileissa, jotka on valmistettu PE-HD:stä tai PP:stä ja joissa on vähintään 50 % puukuitua ja 50 % muovia sekä lisäaineita. Esimerkiksi polypropeenimatriisilla lämpölaajentumisen on osoitettu vaikuttavan eniten paksuussuunnassa, sitten leveysuunnassa ja vähiten pituussuunnassa. Ekstruusiossa polymeeriketjut ja puukuidut orientoituvat konesuunnassa, tämän käyttäytymisen uskotaan myötävaikuttavan anisotrooppista lämpölaajentumista puumuovikomposiiteissa. Lämpölaajenemisominaisuudet puumuovikomposiiteilla pitää ottaa huomioon asennuksen aikana, koska väärä asennusväli saattaa johtaa patiolankkujen vääntymiseen. (Oksman Niska & Sain 2008, 149.)

Mitä pidempiä puukuidut ovat ja mitä enemmän puukuitu on orientoitunut pituussuunnassa, sitä pienempi on lämpölaajenemisvaikutus. On kaksi päätapaa vähentää puumuovikomposiittien lämpölaajenemista. Ensiksi voidaan muuttaa puumuovikomposiittimateriaalin reseptiä, kuten vähentää muovin määrää, käyttää erilaisia täyteaineita tai kasvattaa ekstruuderin tuottoa, jotta pituussuuntainen orientaatio kasvaisi. Toinen tapa vähentää lämpölaajenemista on asentaa vahvempia nauvoja ja ruuveja pitämään lankut kiinni patioissa paremmin. (Anatole A. Klyosov 2007, 21.)

5 PUUMUOVIKOMPOSIITTIIEN PROSESSOINTI

5.1 Yleistä käsittelystä

Puun ja muovin sekoitusprosessi vaatii tarkkuutta, jotta saadaan aikaiseksi hyvää puumuovikomposiittia. Kun puukuitua käytetään yhdessä muovin kanssa, on erittäin tärkeää selvittää ja määritellä puukuidun ominaisuuksia, esimerkiksi puukuidun kosteuspitoisuus ja sen partikkelikoko. Puukuidun koko saattaa vaihdella pölystä isoihin lastuihin ja kosteusprosentti vaihtelee myös laajasti. Koko ja kosteuspitoisuus vaikuttavat mm. materiaalin virtausominaisuuksiin, tärkeimpään tekijään materiaalin käsittelyssä. (Oksman Niska & Sain 2008, 72 - 73.)

Puukuitu karakterisoidaan bulkkimateriaaliksi, mikä johtuu sen yksittäisten partikkelien kyvystä liikkua toistensa suhteen. Tavalliset bulkkiominaisuudet eivät ole verrattavissa suoraan puukuidun ominaisuuksiin, koska kuidun ominaisuudet vaihtelevat laajalti. Esimerkiksi puukuidun bulkkitiheys on yleisesti 70 - 350 kg/m³. Puukuitua säilötään useasti suursäkeissä ja siiloissa, kun on kyseessä laaja-alainen tuotanto. Muovit lasketaan myös bulkkimateriaaleiksi puukuidun ohella. Muovia siirretään tuotannon sisällä yleensä paineella toimivissa syöttöputkissa ja puukuitua siirretään ruuvisyötöillä ja hihnasyötöillä. (Oksman Niska & Sain 2008, 73 - 75.)

5.2 Syöttölaitteet

Syöttölaitteet voidaan jakaa tilavuuteen tai massaan perustuviin syöttölaitteisiin. Tilavuussyöttölaite toimii siten, että se laskee tarvittavan syöttöasteen teoreettisesti käyttäen tiedokseen bulkkitiheyttä. Bulkkitiheyden muutoksiin syöttölaite ei reagoi. Tätä tapaa käytetään vain, jos on käytössä yksi syöttölinja, tai tiedetään, että raaka-aine on erittäin tasalaatuista. Massasyöttöisessä systeemissä syöttöaste määräytyy massan muutoksena aikayksikössä. Massasyöttöistä systeemiä käytetään yleensä puun ja muovin sekoittamisessa. (Oksman Niska & Sain 2008, 75.)

5.3 Sekoittamismenetelmiä

5.3.1 Ekstruusio

Puumuovikomposiittituotteiden valmistuksessa käytettäviin ekstrudereihin on olemassa monia erilaisia ruuviratkaisuja, jotka vaikuttavat puumuovikomposiitin prosessointiin. Esimerkiksi yksiruuvikone ja kaksi-ruuvikone, jossa ruuvit pyörivät eri suuntiin, ovat erinomaisia nostamaan painetta, minkä takia niitä käytetään paljon profiiliekstruusiossa. Näiden yksi- ja kaksi-ruuvikoneiden kanssa käytetään hot-cold-sekoittajaa agglomeroimaan muovia ja puuta. (Oksman Niska & Sain 2008, 79 - 80.)

5.3.2 Agglomeraatin valmistus

Hot-cold-sekoittajia käytetään pääasiassa PVC:n prosessoinnissa, mutta puumuovikomposiittien valmistuksessa niitä käytetään PP:n ja puun esi-agglomeroinnissa, koska yksi- ja kaksiruuvikoneen raaka-aineen kuljetuskyyvyt eivät ole riittävät puukuidulle, jonka bulkkitiheys on alhainen. Kaikki raaka-aineet, kuten puukuitu, muovi ja lisäaineet syötetään sekoittajaan yhdeksi annokseksi. Sekoituksen aikana materiaali kuumennetaan 110 - 180 asteeseen riippuen halutuista ominaisuuksista. (Oksman Niska & Sain 2008, 80 - 81.)

Sekoitusprosessissa tapahtuu komponenttien lisääminen sekoittajaan, jossa seosta kuumennetaan kitkan ja sekoittajan laipan avulla muovin sulamispisteeseen. Kun on saavutettu haluttu agglomeraatin koko, niin seos vapautetaan kylmäsekoittajaan, jossa tapahtuu seoksen viilennys noin 80 °C lämpötilaan ja jälkimurskaus. (Oksman Niska & Sain 2008, 80 - 81.)

5.3.3 Pelletointi

Muoviteollisuudessa on erittäin tavallista käyttää pellettejä ruiskuvalukoneissa ja ekstrudereissa. Pelletöintimenetelmiä on useita, mutta puumuovikomposiittien

valmistuksessa käytetään kylmä- ja kuumaleikkauspelletöintimenetelmiä. Perusperiaate pelletöinnissä on, että ekstruuderista tulee rei'itetyn suuttimen kautta spagettimaista sulaa, joka viilennetään tämän jälkeen vedessä. Vesikylvystä materiaali siirtyy leikattavaksi pieniksi pelleteiksi. Puumuovikomposiittien pelletöinnissä puukuidun yli 50 prosentin osuus aiheuttaa yleensä suuttimesta tulevan materiaalin haurautta ja täten on vaikea pitää pelletointiprosessi käynnissä. Erilaisilla sovellutuksilla voidaan kuitenkin saada puukuidun osuus jopa 70 %:iin ja vielä niin, että pelletointijärjestelmä toimii ongelmitta. (Oksman Niska & Sain 2008, 90 - 95.)

6 KESTÄVÄ KEHITYS

6.1 Ekotehokkuus

Kestävän kehityksen mukainen toiminta edellyttää, että luonnonvaroja käytetään niin vähän kuin mahdollista, ja sekin määrä, joka käytetään, hyödynnetään mahdollisimman hyvin. Ekotehokkuuden parantamisen taustalla on tavoite löytää ratkaisuja maapalloa uhkaaviin globaaleihin ja paikallisiin ympäristöongelmiin. Materiaalien käyttö pitää suhteuttaa ekologisesti kestäväksi, jotta maapallon kantokyky ei ylittyisi. (Rissa 2001, 10.)

Ekotehokkuuden tarkoitus on myös vähentää tuotteen tai palvelun haitallisia ympäristövaikutuksia koko sen käyttöiän aikana. Ekotehokkaalla yrityksellä säästyy kustannuksia ja yrityksen kilpailukyky paranee. Yritys pystyy lisäämään tuotteen ekotehokkuutta muun muassa valitsemalla raaka-aineita sekä energia- ja kuljetusmuotoja, joiden elinkaaren aikana kuluttama energian ja materiaalin määrä on pieni, parantamalla tuotantoprosessien raaka-aineen ja energian käyttöä, kehittämällä tuotteen monikäyttöisyyttä ja huollettavuutta ja kehittämällä tuotteelle uudelleenkäyttötapoja, kun varsinainen käyttötarkoitus päättyy. (Ympäristö 2010.)

Kun yrityksen materiaalinkäyttö muuttuu tehokkaammaksi, niin se tarvitsee yleensä pienemmän määrän raaka-aineita ja tuottaa vähemmän jätettä. Ekotehokkuus saattaa luoda myös aivan uusia innovaatioita ja tuottaa tulosta yrityksille. Kansantalous paranee ekotehokkuuden myötä, koska pitkälle jalostettuihin ja vähän luonnonvaroja kuluttaviin tuotteisiin sijoitettu pääoma tuo kansakunnalle enemmän vaurautta ja työpaikkoja kuin mitä tavalliseen massatuotantoon sijoitettu pääoma. (Rissa 2001, 10.)

Teollisuus on nostanut ekotehokkuuskäsitteen ympäristöpoliittisiin keskusteluihin, jotta siihen kohdistuva arvostelu ympäristöhaittojen vähättelemisestä vähenisi. Ekotehokkuuskäsitteen avulla on pystytty näyttämään, että ympäristönsuojelu pystytään huomioimaan myös, vaikka yrityksillä onkin omat liiketaloudelliset tavoitteet ja kova kilpalu toistensa kanssa. Materiaalien ja energian käyttöä ei voi

kuitenkaan loputtomiin tehostaa, sillä jossain vaiheessa tulee kasvun raja vastaan. Kasvun rajat voidaan ymmärtää myös ekotehokkuuden rajoina, sillä luonnon sietokyvyn ohella ne määrittävät lopulta myös taloudellisen kasvun rajat. (Honkasalo 2004, 21.)

Ekotehokkuutta mitataan esimerkiksi ottamalla selville tuotteeseen kuluvat välilliset ja välittömät materiaalit ja jakamalla nämä tiedot tuotteen käyttökerroilla. Ekotehokkuutta pystytään esimerkiksi parantamaan, kun vähennetään tuotteen tekemiseen tarvittavaa raaka- aineen määrää tai lisätään tuotteen kestoikää. (Honkasalo 2004, 29 - 31.)

Kestävä kehitys on maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. Laajemmin käsiteltynä kestävä kehitys sisältää kolme eri osa-aluetta: ekologisen, taloudellisen ja sosiaalikulttuurisen. (Rissa 2001, 12.)

6.1.1 Ekologinen kestävyys

Kestävän kehityksen yksi tärkeimmistä asioista on biologisen monimuotoisuuden ja erilaisten ekosysteemien säilyttäminen toimivana kokonaisuutena sekä ihmisen oman toiminnan sovittaminen luonnon kestokykyyn. Ekologiseen kestävyteen pyrittäessä kansainvälinen yhteistyö on tärkeässä asemassa paikallisten toimien tukemana. Ekologisen kestävyuden tärkeä periaate on ympäristöhaittojen ennaltaehkäiseminen ja niiden torjuminen alkutekijöihinsä. (Ympäristö 2010.)

6.1.2 Taloudellinen kestävyys

Taloudellinen kestävyys on tasapainoista kasvua, joka pyrkii välttämään pitkällä aikavälillä velkaantumista ja varantojen hävittämistä. Taloudellinen kestävyys on tärkeä toimintaedellytys yhteiskunnan keskeisille toiminnoille. Kestävä talous vaatii pitkäjänteisesti tehtävää talouspolitiikkaa, joka luo hyvät olosuhteet ihmisten hyvinvoinnin ylläpidolle ja kasvattamiselle. Vahvalla pohjalla oleva talous

auttaa valmistautumaan esimerkiksi väestörakenteellisista muutoksista aiheutuviin sosiaaliturva- ja terveystalouden muutoksiin. (Ympäristö 2010.)

6.1.3 Sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys

Sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyuden tarkoitus on taata hyvinvoinnin olemassaolo ja edellytykset siihen myös tuleville sukupolville. Sosiaalisen kantokyvyn haasteita asettavat muun muassa köyhyys, väestönkasvu ja koulutuksen järjestäminen kaikille. Näillä haasteilla on suuria vaikutuksia ekologiseen ja taloudelliseen kestävyyskäsitykseen. On selvää, että näihin haasteisiin vastaaminen vaatii paljon töitä yksilöiltä ja ennen kaikkea kansainväliseltä yhteisöltä. (Ympäristö 2010.)

6.2 Laatuajattelu

Ekotehokkuuteen voidaan liittää myös laatuajattelu, joka on erittäin tärkeä osa nykyaikaista yritystoimintaa. Laatu voidaan määritellä yrityksen toiminnan kehittämiseksi, jonka tavoitteena on asiakkaiden tyytyväisyys, tuloksen tekeminen ja kilpailukyky edistäminen. Laatutoiminnassa ja ekotehokkuudessa molemmissa pyritään tuottavaan ja ongelmattomaan tuotannolliseen tekemiseen. Yrityksen kehittymiselle on tärkeää hallita laatujohtaminen ja sitä kautta luoda yrityksen laatukulttuuri, jota noudatetaan. Tarkoituksena olisi päästä niin kutsuttuun nollavirhetasoon, joka tarkoittaa tuotannon häiriöttömyyttä mahdollisimman vähäisillä työtapaturmilla ja vähäistä haitallista päästöä ympäristöön. Nollavirhetasoon pääseminen edellyttää myös mahdollisimman vähäistä luonnonvarojen kulutusta. (Rissa 2001, 44.)

Huono laatu tuo kustannuksia yritykselle, sillä rahaa kuluu laatuvirheiden tutkimiseen ja korjaamiseen. Ekotehokkuuteen pyrkivällä toiminnalla pystytään parantamaan kokonaislaatua ja vähentämään laatuongelmia. Laatuajatteluun sisältyy myös tuotteeseen käytettyjen luonnonvarojen ja syntyvien jätteiden määrän vähentäminen koko tuotteen elinkaaren ajalta. Tuotteen hankintahinta ei ole enää asiakkaalle yksinomaan tärkein asia, vaan mieluummin tuotteen käytönaikaiset kustannukset. Ekotehokkuus saa alkunsa laadukkaasta tuotekehityksestä ja suunnittelusta. Tuotesuunnittelussa on tärkeää miettiä käytettävät raaka-aineet, tuotan-

totapa, kierrätys ja muita tärkeitä ympäristöasioita. Tuotesuunnittelun aikana kehittyi yleensä ekotehokkuutta parantavia innovaatioita. Kattava laatujärjestelmä tukee yrityksen toimintojen ja ekotehokkuuden jatkuvaa kehitystä. (Rissa 2001, 44 - 45.)

6.3 Dematerialisaatio

Yhdeksi ekotehokkuuden parantamiskeinoksi on noussut dematerialisaation kasvattaminen. Dematerialisaatio tarkoittaa yksinkertaisesti materiaalien kulutuksen vähentämistä. Kaikki raaka-aine mikä tuotantolaitoksissa ja yhteiskunnassa käytetään, joutuu loppujen lopuksi takaisin luontoon, joten ympäristöhaitat ovat keskimääräisesti sitä suurempia, mitä enemmän raaka-aineita käytetään. Mitä enemmän erilaisia materiaaleja sitoutuu yhteiskuntaan, sitä enemmän tarvitaan hoitoa ja energiaa sen ylläpitoon ja korjaamiseen. (Honkasalo 2004, 41.)

Materiaalivirtatarkastelu on myös siksi tärkeää, että se mahdollistaa ymmärrettävän ja hallittavissa olevan tavan tutkia ympäristövaikutusten moninaista kokonaisuutta. Yrityksen materiaalivirroista saatavan tiedon tuottaminen on aikaa vievää ja kallista, mutta kun tietoa saadaan hankittua, niin yritykset pystyvät melko helposti tutkimaan oman tuotantonsa raaka-ainekulutusta ja tapoja vähentää niitä. Maailmassa käytettävä materiaalivirran määrä kasvaa väestönkasvun kanssa. Teollistuneet maat käyttävät edelleen suurimman osan tästä materiaalivirrasta. (Honkasalo 2004, 41.)

7 YMPÄRISTÖJOHTAMINEN

Yrityksellä kannattaa olla hyvä tietämys oman toimintansa aiheuttamista ympäristövaikutuksista, sillä se on tärkeä osa yrityksen laatua ja turvallisuutta. On havaittu, että tehokas ympäristönsuojelun johtaminen on samanlaista kuin laatu- ja työturvallisuusjohtaminen. Ympäristöasioiden ollessa hallinnassa kilpailukyky, tuotavuus ja yrityksen antama kuva muille parantuvat samanaikaisesti. (Rissa 2001, 136.)

Ekotehokkuuden lisääminen on tärkeässä asemassa yrityksiä ympäristöasioiden hoidossa. Ekotehokkuuden parantamiseen ei yksinään riitä pelkkä ympäristöjohtaminen, vaan kokonaisvaltainen ekotehokkuusajattelu on liitettävä yhdeksi osaksi myös tutkimus- ja tuotekehitystä, hankintoja, tuotantoa ja markkinointia. Lisäämällä voimavaroja ekotehokkuuteen yritys voi lisätä huomattavasti toimintaansa ja tuottavuuttaan. Myös materiaalivirtojen hallintaan ja kustannussäästöihin voidaan löytää uusia keinoja, jolloin kehittämiskohteet huomataan ajoissa ja niihin pystytään varautumaan jo entistä aikaisemmassa vaiheessa. (Rissa 2001, 136.)

7.1 Ekokilpailukyky

Ekokilpailukyky tarkoittaa sitä, että yritys kykenee kilpailijoitaan paremmin vastaamaan asiakkaiden ja yhteiskunnan vaatimiin ympäristövaatimuksiin ja käyttämään hyödyksi ympäristönäkökohtia omassa liiketoiminnassaan. Ekokilpailukyvyn tehostaminen ja ylläpito edellyttävät yrityksiltä korkeaa osaamista, jotta tuotteiden ja toiminnan kehitys olisi kestävä kehityksen mukaista. Kilpailukyvyn vahvistaminen vaatii, että yritykset noudattavat ympäristökäytäntöä ja kehittävät koko ajan ympäristönsuojelun suoritusasoan. Itsenäisen toiminnan hallinta edellyttää yrityksiltä oman tuotannon ja tuotteiden ympäristövaikutusten tuntemista ja hallitsemista. (Rissa 2001, 136.)

Maailmalla on trendinä, että teollisuus ostaa senhetkistä parasta teknologiaa uusiin investointikohteisiinsa, koska tällä tavoin pystytään vastaamaan yhä tiukempiin ympäristövaatimuksiin. Ekotehokkuus tulee olemaan tulevaisuudessa tärkeä osa kilpailukykyä. Vähemmästä enemmän tuottaminen on usein taloudellisestikin kannattavaa. Kustannussäästöjä saadaan aikaiseksi muun muassa raaka-aineiden tehokkaammasta käytöstä, energiatehokkuudesta, jätehuoltokustannusten vähentämisestä ja ympäristövahinkojen ennaltaehkäisemisestä. Ympäristöä varjelevat ratkaisut antavat mahdollisuuden kilpailuetuun muita yrityksiä vastaan sitä todennäköisimmin, mitä aikaisemmassa vaiheessa yritys alkaa niitä käyttää. (Rissa 2001, 137.)

8 SÄHKÖ

8.1 Sähkölaitteiston käyttöönotto

Sähkölaitteiston käyttöönotolla tarkoitetaan sähkötöitä, joita tarvitsee tehdä, kun sähkölaitteistoa saatetaan normaaliin käyttökuntoon. Käyttöönotettavana kohteena voi olla uusi, korjattu tai huollettu sähkölaitteisto. Sähkölaitteisto lasketaan otetuksi käyttöön, kun se käynnistetään ensimmäisen kerran sille suunnitellussa käyttökohteessa. Sähkölaitteisto voidaan ottaa käyttöön vasta, kun se on päässyt läpi käyttöönototarkastuksesta, jolloin siitä ei saa aiheutua vaaraa tai häiriötä. Sähkölaitteistolle voidaan myös määrätä ylimääräisiä varmennustarkastuksia ennen laitteiston käyttöönottoa ja jo sähkölaitteiston ollessa käytössä. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1998, 123 - 124.)

8.2 Sähkölaitteiston käyttö ja kunnossapito

Sähkölaitteiston käyttö- ja kunnossapitotöissä on pidettävä huolta, että koko työskentelyalueen laitteisto on täydellisesti jännitteetön. Laitteisto tehdään jännitteettömäksi erottamalla se kaikista mahdollisista suunnista. Sähkölaitteen erotus tehdään erottimella, erotuskytkimellä, irrottamalla sulakkeet tai jollain muulla luotettavalla tavalla. Jotta erottamisen pystyy tekemään luotettavasti, on sähköpiirustusten ja merkkauksen oltava ajan tasalla. Ennen mahdollisia kunnossapitotöitä on vielä varmistettava työkohteen jännitteettömyys. Jännitteettömyyttä testataan erilaisilla jännitteenkoettimilla. Pienjännitettä voidaan testata esimerkiksi koestuskynällä, kunhan siinä ei ole ruuvitalttakärkeä. Jännitteenkoettimen toimivuus on aina testattava verkkojännitteellä, ja sen on oltava aina ehjä, puhdas ja kuiva. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1998, 133 - 139.)

Turvakytkimiä käytetään, kun on tarpeellista erottaa jokin yksittäinen laite sähkönsyötöstä ja varmistua, ettei laite käynnisty vahingossa missään tapauksessa. Turvakytkin on käsikäyttöinen, ja se on varustettu selkeällä asennonosoituksella. Turvakytkimiä kannattaa olla käytössä erilaisissa moottoreissa ja työstökoneissa.

On tärkeää, että turvakytin erottaa myös laitteen mahdollisen ohjausvirtapiirin, eikä yksinään päävirtapiiriä, jos on kyseessä laitteen erottaminen käyttöjännitteestä sähkötoiden ajaksi. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1998, 139 - 141.)

8.3 Sähköltä suojautuminen normaalissa käytössä

Sähkölaitteet pyritään tekemään turvallisiksi monilla tavoilla. Yksi menetelmistä on jännitteisten osien eristäminen. Eri sähkölaitteille on erilaiset määräykset eristyksen suhteen, jotka määritellään laitekohtaisissa standardeissa. Eristeille on asetettu sellaisia ehtoja, kuten mekaanisen rasituksen kesto, lämpötila, kemialliset aineet ja kosteus. Johtimien eristeenä käytetään yleisesti PVC- tai PE-muovia. Eri sähkölaitteille on erilaisia kotelointiluokkia, jotka takaavat turvallisuutta. Kotelointiluokka suojaa samanaikaisesti sähkölaitteen käyttäjää kosketuksista aiheutuvista sähköiskuista sekä sähkölaitetta ympäristöstä tulevilta haitoilta. Toinen menetelmä on esteiden käyttö, jota käytetään, jos kotelointi on jostain syystä vaikeaa tai mahdoton toteuttaa. Jännitteiset osat voidaan myös sijoittaa kosketusetäisyyden ulkopuolelle. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1998, 163 - 166.)

LÄHTEET

Painetut lähteet

Honkasalo, A. 2004. Työ ja ekotehokkuus. Helsinki: Ympäristöministeriö, 2004.

Klyosov, A. A. 2007. Wood-Plastic Composites. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons inc., Publication.

Koto, T. & Tiisala, S. 2004. Muovi+puu puukuitulujitteiset muovikomposiitit. Jyväskylä: Gummerus.

Oksman Niska & Sain 2008. Wood-polymer composites. Cambridge England. Woodhead publishing limited.

Rissa, K. 2001. Ekotehokkuus– enemmän vähemmästä. Helsinki: Edita Oyj.

Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. 1998. Sähkötyöturvallisuusopas. Espoo: Painokurki Oy.

Sähköiset lähteet

Vattenfall. 2013 Sähkölaskuri. [viitattu 21.5.2013] Saatavissa:

<http://www.vattenfall.fi/fi/sahkolaitelaskuri.htm>

Wikipedia. 2010 Plastic lumber. [viitattu 11.3.2010] Saatavissa:

http://en.wikipedia.org/wiki/Plastic_lumber

Ympäristö. 2010 Ekotehokkuus. [viitattu 13.3.2010] Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/>