



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LAMINOINTIKONEEN HANKINTA- JA

KÄYTTÖPROSESSI

Heini Sjöholm

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2018
Biotuote- ja prosessitekniikka
Prosessitekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja Prosessitekniikka
Prosessitekniikka

SJÖHOLM HEINI:

Laminointikoneen hankinta- ja käyttöprosessi

Opinnäytetyö 31, joista liitteitä 1 sivua
Maaliskuu 2018

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selkeä käyttöönottopa Rakla Tampere Oy:n uudelle laminointikoneelle sekä tutkia koneen prosessia ja hankintaprosessia. Työn tavoitteena oli myös tutkia ja vertailla eri toimittajien ja valmistajien EVA-kalvojen teknisiä arvoja tuoden kalvojen ominaisuudet selkeästi esiin yrityksen käyttötarpeita varten. EVA- kalvojen, eli etyylivinyyliasettaattikalvojen käyttö lisää lasin turvallisuutta sen rikkoutuessa. Edellä olevan lisäksi laminoinnissa voidaan käyttää PVB-kalvoja eli polyvinyylibutyaalikalvoja. Työn aikana kirjoitettiin laminointikoneelle yksityiskohtainen käyttöohje sekä toimintaohje erilaisia ongelmatilanteita varten. Tämä on kuitenkin luottamuksellista materiaalia ja näin ollen se on poistettu julkisesta raportista. Luottamukselliset osat palvelevat Rakla Tampere Oy:tä ja sen työntekijöitä.

Työ aloitettiin Rakla Tampere Oy:n uuden laminointikoneen perehdytyksellä sekä koneen asiantuntijan haastattelulla. Näillä tiedoilla saatiin koottua laminointikoneen käyttöprosessi. Laminointikoneen asiantuntijan avulla saatiin myös informaatiota EVA- ja PVB- kalvoista. Muita yrityksen toimihenkilöitä haastatteleamalla saatiin koottua tietoa Rakla Tampere Oy:stä, yrityksen historiasta sekä laminointikoneen hankintaprosessista. Opinnäytetyöhön sisällytettiin tietoa myös lasin kemiallisesta käyttäytymisestä sekä vertailtiin EVA- ja PVB- kalvon eroja.

Tutkimustyö aloitettiin etsimällä eri EVA- kalvojen valmistajia sekä toimittajia. Kun kontakteja saatiin luotua, ryhdyttiin sähköpostin välityksellä keräämään teknisiä arvoja heidän kalvoistaan. Kerätyt tekniset arvot koottiin yhteen Excel- taulukon muotoon ja toimitettiin Rakla Tampere Oy:lle.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct and Process Engineering
Process Technology

HEINI SJÖHOLM:

Acquisition Process and Commissioning Process for Lamination Machine

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 1 pages
March 2018

The purpose of this thesis was to make a clear user manual and guide for the new lamination machine of Rakla Tampere Oy and to find out about the process of the machine and acquisition process. In addition, the aim of this work was to explore and to compare the technical values of EVA-films from different suppliers and manufacturers showing distinctly all the different features of the films for the company's use. Use of EVA-films, in other words Ethylene Vinyl Acetate films, reinforces the glass and make it safer if broken. In addition, PVB-films, or Polyvinyl Butyral films can also be used in lamination. One aspect of this thesis was to create a detailed user manual as well as guidelines in the case of problem situation. However, this is classified material and therefore removed from the public report. The confidential parts serve Rakla Tampere Oy and its employees.

The work began in Rakla Tampere Oy with an introduction of the new lamination machine and an interview with an expert of the machine. With the gathered information a user manual for the lamination machine was assembled. With the help of an expert of the lamination machine information was also obtained about EVA- films and PVB-films. By interviewing company's other employees valuable information was received about Rakla Tampere Oy, its history and acquisition process of the lamination machine. The thesis includes information about the chemical behavior of glass and differences in EVA-film and PVB-film were compared.

The research began with seeking for different EVA- film manufacturers and suppliers. When contacts were built the technical values of their EVA- films were gathered via e-mails. The received technical values were collected in an Excel- table which was given to Rakla Tampere Oy.

Key words: eva, pvb, lamination

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	RAKLA TAMPERE OY	7
	2.1 Historia.....	7
	2.2 Rakla Tampere Oy nyt.....	8
3	LASIN KEMIALLINEN KÄYTTÄYTYMINEN.....	10
4	MIKSI LAMINOIDA LASIA?	11
5	LAMINOINTIKONEEN HANKINTAPROSESSI	13
6	EVA- JA PVB KALVO	15
	6.1 EVA- kalvo	15
	6.2 PVB-kalvo	15
7	POHDINTA.....	18
	LÄHTEET.....	20

ERITYISSANASTO

PVB	Polyvinyylibutyaali
EVA	Etyylivinyyliasetaatti
Moh´ın asteikko	Tapa luokitella mineraalien kovuus.
Rw	Yleiset keskitaajuiset äänet
dB	Mittäyksikkö desibeli
Rw+c	Keski- ja korkeataajuiset äänet
Rw+Ctr	Matala- ja keskitaajuiset äänet
Soda lime- silikaattilasi	Float lasia eli tavallinen lasi

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä selkeä käyttöönottopa uudelle laminoitukoneelle sekä tutkia laminoitukoneen prosessia. Työhön kuului myös tutkia ja vertailla EVA- JA PVB-kalvojen välisiä ominaisuuksia. Tätä opinnäytetyötä voi käyttää hyväksi, kun yritykseen palkataan uusia työntekijöitä koneen käyttöön tai informoida laajemmin työntekijöitä.

Rakla Tampere Oy on lasia jatkojalostava yritys Tampereella Vehmaisissa. Rakla keskittyy tuotannossaan turvalaseihin, palonsuojalaseihin, eristyslaseihin sekä laminoituihin lasihin. Rakla toimittaa tuotteitaan mm. julkisivurakentamiseen, rakennusteollisuuteen kuin myös sisustuspuolellekin. Yritys on jatkuvasti asiakaskuntansa lisäksi läheisessä yhteistyössä niin suunnittelijoiden, taiteilijoiden kuin arkkitehtienkin kanssa. Muita yrityksen monipuoliseen tuotevalikoimaan kuuluvia tuotteita ovat taustamaalatut lasit sekä silkki- ja digitaalisesti painetut lasit.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Rakla Tampere Oy:n uuden laminoitukoneen hankinta- ja laminointiprosessiin. Tämä opinnäytetyö voi osaltaan toimia pohjana uusien työntekijöiden perehdytykseen.

2 RAKLA TAMPERE OY

Rakla Tampere Oy on lasialan ammattilainen, joka on keskittänyt toimintansa lasin jatkojalostukseen. Raklan toimipiste sijaitsee Tampereella Vehmaisissa. Yritys tarjoaa asiakkailleen innovatiivisia lasiratkaisuja ja on näin läheisessä yhteistyössä mm. design- ja insinööritoimistojen sekä arkkitehtien kanssa. Yrityksen tuotteita valmistetaan niin julkisivurakentamiseen, rakennusteollisuuteen, kuin sisustuspuolellekin. Heidän tuotevalikoimaansa kuuluvat karkaistut-, laminoitut, eristys- ja palosuojalasit. Muita tuotannon tuotteita ovat taustamaalatut lasit sekä silkki- ja digitaalisesti painetut lasit. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan tarkemmin laminoitua lasia sekä laminointikoneen prosessia.

Rakla Tampere Oy yritykseen kuuluu 39 tuotannon työntekijää sekä 11 toimihenkilöä. Tämä määrä pitää sisällään eritasoiset hallinnon työntekijät sekä kaksi myyjää. Yrityksen tuotevalikoimaan kuuluu kaikki yksittäisistä asiakkaan toiveiden mukaan räätälöidyistä tuotteista tarvittaessa satojen tai tuhansien kappaleiden jatkuviin sarjoihin. Rakla Tampere Oy:n kaikki tuotanto on asiakaslähtöistä ja ainakaan nykyisellään yrityksellä ei ole omia tuotteita. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

2.1 Historia

Rakla Tampere Oy on vuosien ajan joutunut sopeutumaan monenlaisiin muutoksiin. Yritys on useasti läpikäynyt niin omistajavaihdoksia, kuin nimenvaihdoksiakin. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Vuosituhanen alussa yritys toimi nimellä Tamglass Turvalasi Oy. Vuosien kuluessa ja toiminnan laajentuessa yrityksen toimipaikkojen määrä kasvoi ja nimi muuttui Tamglass Lasinjalostus Oy:ksi. Sitten Lasinjalostuksen aikoina päätettiin, että eri paikkakunnilla toimivat toimipisteet yhdistettiin yhdeksi toimipisteeksi Tampereelle. Muutos toi mukanaan Tampereen toimitiloihin niin uutta konekantaa, kuin uusia työntekijöitäkin. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Huhtikuussa 2009 muutokset jatkuivat ja yrityksen uudeksi nimeksi vaihtui Interpane Glass Oy. Tämä päätös tuli yrityskauppojen myötä, kun Tamglass Lasinjalostus Oy

vaihtui saksalaisen Interpane Glass Oy:n ja emoyhtiön Glaston Oyj Abp:n yhteisyritykseksi. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Huhtikuussa 2010 muutoksen tuulet puhalsivat edelleen, ja yrityskauppojen ja nimenvaihdon myötä Interpane Glass Oy vaihtui Rakla Finland Oy:ksi. Toimintaa oli tämän jälkeen sekä Tampereella, että Helsingissä, mutta kumpaisenkin kaupungin yksiköt toimivat omina irrallisina yhtiöinä. Tampereen yksikkö jatkoi toimintaa nimellä Rakla Tampere Oy. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Joulukuussa 2013 Rakla Finland Oy ajautui kuitenkin konkurssiin ja näin ollen Helsingin toimipisteen toiminta lakkautettiin. Helsingin henkilöstöä ja konekanta siirrettiin Tampereen toimipisteen tiloihin, joissa yrityksen toiminta nyt jatkui emoyhtiön konkurssista huolimatta. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

2.2 Rakla Tampere Oy nyt

Rakla Tampere Oy:n kymmenen vuoden myllerryksen jälkeen oli yhteen tuotantolaitoksen toimitiloihin siirretty kolmen eri yrityksen henkilöstöä, konekanta ja toimitapoja. Näin ollen yhtenäisen kokonaisuuden luominen ja henkilökunnan jouheva yhteistyö on luonut omat haasteensa ja työtä tehdään asian eteen edelleenkin. Henkilöstömäärä on vähentynyt vuosien varrella huomattavasti, mutta yritykselle on tärkeää pystyä säilyttämään markkina-asemansa vähentyneelläkin henkilöstömäärällä. Tämä on luonnollisesti yrityksen menestymisen kannalta ensiarvoisen tärkeää kilpailutilanteen ollessa tiukkaa alan toimijoiden, niin kotimaisten kuin ulkomaistenkin, kesken. Toiminnan tuloksellisen jatkuvuuden kannalta tuotteiden laatu, toimitusvarmuus ja toimitusaikataulu ovat kriittisimpiä tekijöitä kilpailuaseman pitämiseksi. Jotta edellä mainittu toiminta säilyisi, niin johdolla, kuin koko muullakin henkilöstöllä jatkuva ja suuri rooli prosessien kehittämisestä ja hallinnasta. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Väkimäärän vähentymisen myötäkin perinteinen johtaja–alainen -roolijako on muuttanut muotoaan yrityksen sisällä. Tämä nähdään vahvasti mm. työnjohdollisten henkilöiden tuotannollisiin töihin osallistumisena. Tämä on yksi Rakla Tampere Oy:n menestyksen voimavaroista, kun se ammattitaitoisen henkilöstönsä avulla säilyttää asemaansa alati muuttuvassa markkinassa. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Uusimpia muutoksia Rakla Tampere Oy:ssä tapahtui toukokuussa 2017, kun yritykseen saapui uusi toimitusjohtaja Satu Eskelinen. Uudella toimitusjohtajalla on laaja kokemus rakennuttamisesta asiakkaan näkökulmasta ja on näin saanut hyviä kontakteja mm. arkkitehteihin. (Lähde: Rakla kotisivu)

Vuonna 2017 Rakla Tampere Oy on investoinut yli miljoona euroa uusiin tuotannon koneisiin ja kesällä yritys saikin käyttöönsä niin uuden laminointikoneen, kuin Glastonin valmistaman yrityksen käytössä ollut entistä suuremman karkaisu-uunin. Nämä investoinnit vastaavat entistä paremmin asiakkaiden sekä laadullisiin, että toimitusajallisiin toiveisiin. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Vuonna 2016 Rakla Tampere Oy:n liiketoiminta lähti hyvään kasvuun ja saavutti 7,1 miljoonan euron liikevaihdon sekä 0,26 miljoonan euron tuloksen. Vuoden 2017 ensimmäisen kvartaalin jälkeen oli yritys saavuttanut jo positiivisen tuloksen. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

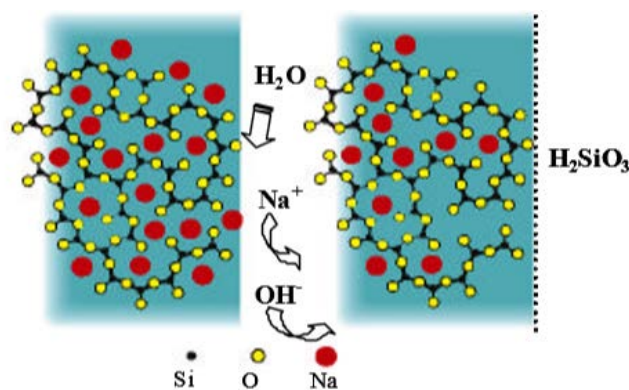
3 LASIN KEMIALLINEN KÄYTTÄYTYMINEN

”Lasin kovuus on Moh’in asteikolla 7 eli se on selvästi yleisiä muovimateriaaleja kovempaa, esimerkiksi akryylit noin 3 Moh.” (Lasi rakennusmateriaalina, 485. Luettu: 11.3.2018.)

”Rakentamisessa käytetyn lasin perusominaisuudet voidaan ymmärtää sen molekyyli-rakenteesta. Lasin pääraaka-aine on piioksidi (SiO_2). Sulatuksen hallitsemiseksi ja käyttöominaisuuksien optimoimiseksi tarvitaan joukko muita yhdisteitä. Kemiallisen käyttäytymisen kannalta piin (Si) ja hapen (O) kovalenttisista sidoksista muodostuneen homogeenisesti isotrooppiseen verkkomaiseen molekyyli-rakenteeseen jääneillä, valmistusteknisesti välttämättömällä vapaalla natriumilla on taipumus migroitua lasin pintavyöhykkeeseen. Veden huuhdella pinta, syntyy vesiliukoinen Na^+OH^- (lipeä) huuhtoutuu pois ja pintaan syntyy ohut, happoja vastaan erittäin resistentti H_2SiO_3 -kerros.” (Lasi rakennusmateriaalina, 484. Luettu: 11.3.2018.)

”Periaatteessa hapoista ainoastaan fluoripohjaiset yhdisteet syövyttävät lasia. Toisaalta lasin pinta on herkkä väkeville alkaalisille liuoksille. Yleisimpiä liuottimia lasi kestää hyvin.” (Lasi rakennusmateriaalina, 484. Luettu: 11.3.2018.)

”Rakenteestaan johtuen soda lime –silikaattilasi on helposti kierrätettävissä. Lasin sulatus jopa vaatii hallittavasti toimiakseen tietyn määrän, min noin 20% kierrätettyä lasimurskaa sulatusprosessin katalyytiksi.” (Rakenteiden Mekaniikka, Vol. 36 No. 2, 2003, ss. 7.)
Kuvassa 1 on kuvattu soda lime- silikaattilasin rakennetta.

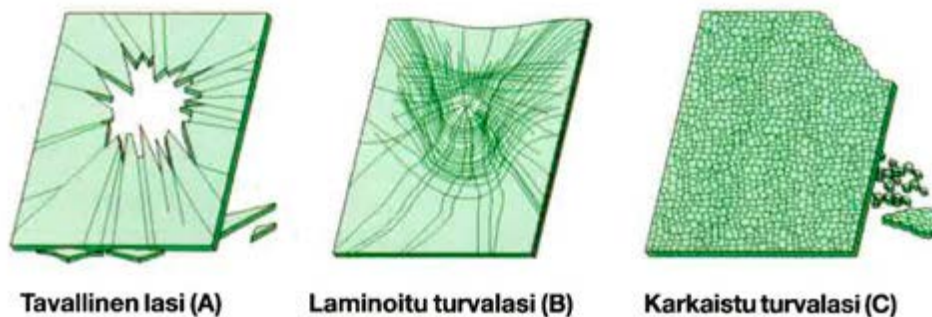


KUVA 1. Soda lime -silikaattilasi. (Lähde: Rakenteiden Mekaniikka, Vol. 36 No. 2, 2003, ss. 7.)

4 MIKSI LAMINOIDA LASIA?

Tilat, joissa käytetään lasia voivat olla vaarallisia. Tämän vuoksi on kehitetty kaksi erilaista turvalasin valmistus menetelmää, joilla varmistetaan turvallisuus ympäristössä. Näitä turvalasi menetelmiä kutsutaan lasin laminoinniksi ja lasin karkaisuksi. (Lähde: Porvoon lasi. Luettu 27.2.2018.)

Karkaistulle lasille on tehty lämpökäsittely, jossa lasia lämmitetään noin 650°C asteeseen. Lämpötila pehmentää lasia ja näin lasin jännitykset häviävät. Tämän jälkeen prosessissa alkaa lasin nopea jäähtytys. Tämä saa aikaan lasin pinnassa pysyvän puristusjännityksen sekä keskiosan pysyvän vetojännityksen. Näin ollen lasin lujuus on kasvanut 3-5-kertaiseksi verrattuna käsittelemättömään lasiin. Karkaistun lasin rikkoutuessa lasi hajoaa pieniin murusiin, jotka eivät ole niin teräviä verrattuna käsittelemättömään lasiin. Kuvassa 2 on kuvattu lasien rikkoutumistapoja. (Lähde: Porvoon lasi. Luettu 27.2.2018.)



KUVA 2. Esimerkkejä lasien rikkoutumistapoja. (Lähde: Porvoon lasi. Luettu 27.2.2018.)

Laminoitu lasi valmistetaan vähintään kahdesta lasilevystä, joiden väliin asetetaan muovikalvo. Lasi- kalvo yhdistelmä asetetaan EVA- laminoinnissa vakuumpussissa laminointiuuniin, joka sulattaa kalvon lasien välissä kovassa lämpötilassa ja paineessa. PVB-laminointi tapahtuu autoklaavissa.

”Muovikerros tekee laminoidusta turvalasista sitkeän ja vaikeasti rikottavan. Kun lasia ylikuormitetaan, se murtuu tavallisen lasin tavoin, mutta lasinsirpaleet pysyvät kiinni muovikalvossa. Levy pysyy yhtenäisenä, jolloin läpitukenkeutuminen estyy ja haavojen syntymisen riski minimoituu.” (Lasifakta 2018, 44.)

Rakla Tampere Oy käyttää pääasiallisesti karkaistua lasia laminoinnissaan. Näin ollen saavutetaan laminoidun lasin murrenkestävyys ja sirpaleita sitova ominaisuus, sekä karkaistun lasin mekaaninen lämpötilaerojen sietokyky ja kestävyys. (Lähde: Porvoo lasi. Luettu 27.2.2018.)

Laminoitua lasia käytetään tiloissa, joissa lasilta edellytetään erityistä turvallisuutta ja kestävyyttä. ”Se on hyvä vaihtoehto, kun lasin täytyy kestää raskaiden, ei terävien esineiden suuria kuormia. Se kestää myös kovia potkuja ja ihmisen holtittoman kaatumisen. Lisäksi lämpöjännitysten aiheuttaman rikkoutumisen riski pienenee ratkaisevasti.” (Lasifakta 2018, 44.)

Laminoitu lasi antaa myös UV- säteilynsuojan, jolloin lasi soveltuu erityisesti parvekelasiksi. Muita laminoidun lasin käyttökohteita ovat mm. kattolasitus, portaikkojen ja kaiteiden lasitukset sekä ajoneuvopuolen sovelluksina mm. autojen tuulilasit. (Lähde: Porvoo lasi. Luettu 27.2.2018.)

5 LAMINOINTIKONEEN HANKINTAPROSESSI

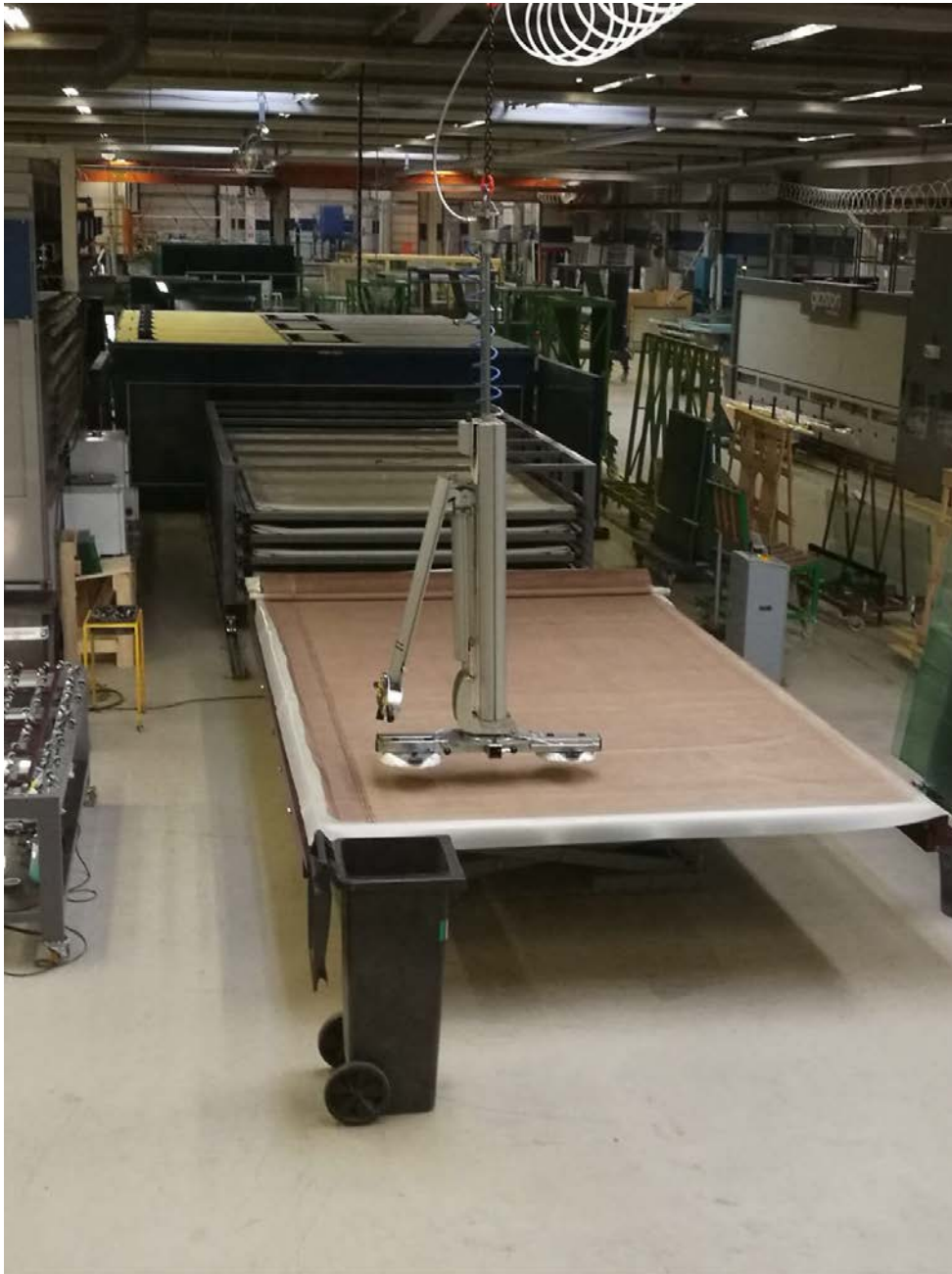
Lasien laminointi Raklassa aloitettiin kesällä 2017. Tamglass- aikaan yrityksessä laminoitiin ajoneuvolasia, ja vähäisissä määrin rakennuslasiakin, mutta Rakla- nimellä Vehmaisissa ei omaa laminointia ollut ennen kesää 2017. Yritys toki leikkaa ja jatkojalostaa valmiiksi laminoitua lasia, mutta tätä ennen kaikki laminointityö on teetetty alihankintana laminointipalveluja tarjoavissa yrityksissä. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Tätä pidettiin pitkään 2010- luvun alkupuolella toimivana ratkaisuna alihankitun laminoitun lasin suhteellisen vähäisen tarpeen vuoksi, eikä omaan laminointikoneeseen investointia pitkään pidetty järkevänä vaihtoehtona. Vuosikymmenen puolivälissä markkinan muutos alkoi ilmentämään kuitenkin kasvua karkaistun ja laminoitun lasin menekissä, ja keskustelut ja kartoitustyöt mahdollisen oman laminointivaihtoehdon hankkimiseksi käynnistettiin. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Alusta pitäen selvänä ajatuksena pidettiin, että Raklalle sopivin laminointivaihtoehto olisi EVA- laminointi, jossa ei prosessissa tarvita autoklaavia. EVA-laminointiin tarkoitetut markkinoiden tarjoamat vaihtoehdot ovat kautta linjan paitsi käytöltään yksinkertaisempia, jo tuosta autoklaavittomuudestaankin johtuen myöskin hinnaltaan huomattavasti edullisempia. Siitäkin huolimatta, että niiden tuotantovolyyymi ei lähellekään vastaa PVB- linjojen vastaavaa saantoa, niin sekä Raklan edeltävien vuosien keskivertotarpeeseen, että laskennalliseen tulevaan kasvavaankin tarpeeseen vaihtoehto tulisi olemaan enemmänkin kuin riittävä. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)

Lopullisen todellisen sysäyksen oman laminoinnin suunnittelu sai, kun yksi Raklan käyttämistä laminoitsija-alihankkijoista päätyi keskittämään omaa toimintaansa. Palvelu siirtyi nykyisestä, sijainniltaan erittäin toimivasta paikasta Raklan kannalta logistisesti huomattavasti hankalammin hallittavaan toimipaikkaan. Pohjatyöt oli tehty ja todellinen yrityksen tarpeisiin parhaiten soveltuvan konevaihtoehdon kartoitus ja pudotuspeli alkoi. Laajan selvitystyön tuloksena Rakla päätyi valitsemaan itselleen niin kapasiteetiltaan, kuin käytettävyydeltäänkin yrityksen tarpeisiin todennäköisesti parhaiten soveltuvaksi vaihtoehdoksi ukrainalaisen LamiFlexin valmistaman EVA- laminointilinjan. Hankintaprosessi käynnistyi loppuvuoden 2016 aikana ja sai päätöksensä konkretisoituen

heinäkuun viimeisellä viikolla 2017, kun ensimmäiset laminoidut lasit Vehmaisissa valmistuivat. Kuvassa 3 on esitelty Rakla Tampere Oy:n laminointikone. Kuvassa 3 on kuvattu Rakla Tampere Oy:n laminointikone. (Lähde: Rakla Tampere Oy haastattelut.)



KUVA 3. Rakla Tampere Oy laminointikone.

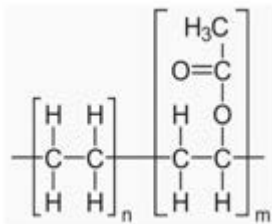
6 EVA- JA PVB KALVO

Tässä kappaleessa käsitellään EVA- ja PVB kalvoja ja niiden ominaisuuksia.

6.1 EVA- kalvo

EVA- kalvo eli etyyliivinyliasetaatikalvo on helpommin käsiteltävää verrattuna PVB- kalvoon. EVA- kalvo on turvallisempi valinta, koska se ei sula uudelleen, eli kalvo on kertamuovia. (Lähde: EVA-toimittajan haastattelu)

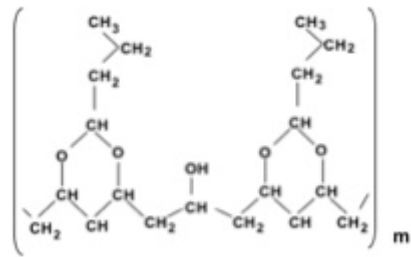
EVA- kalvoille on tyypillistä vakaat mekaaniset ominaisuudet laajemmissa lämpötiloissa. EVA- kalvo on helppokäyttöisempää, sekä helpommin säilytettävää ja käsiteltävää. Lasin ja kalvon välinen Adheesio on paljon voimakkaampi EVA-kalvoilla sekä lasin kirkkaus pysyy parempana sen ikääntyessä. Kuvassa 17 on kuvattu EVA:n kemiallinen kaava. (Lähde: Evasafe. Sähköpostilähde.)



KUVA 17. EVA:n kemiallinen kaava. (Lähde: NovoGenio. Luettu 27.2.2018.)

6.2 PVB-kalvo

PVB- kalvo eli polyvinylibutyaalikalvo vaatii erityiset olosuhteet käytettäessä. PVB- kalvo imee kosteutta vielä prosessin jälkeenkin. Tämän vuoksi tulee PVB- kalvoa käytettäessä olla huone, jossa kosteutta voidaan säädellä. PVB- kalvo ei ole yhtä turvallinen verrattuna EVA- kalvoon, koska se sulaa uudelleen. PVB-kalvo on siis kestomuovia. Jos PVB- kalvo alkaa sulamaan lasien välissä, saattavat laminoidut lasit liikkua paikaltaan, jolloin lasi ei ole enää turvalasia. Kuvassa 18 on kuvattu PVB:n kemiallinen kaava. (Lähde: EVA-toimittajan haastattelu)



KUVA 18. PVB:n kemiallinen kaava. (Lähde: NovoGenio. Luettu 27.2.2018.)

TAULUKKO 1. EVA- ja PVB- kalvojen vertailua. (Lähde: Pujol. Sähköpostilähde.)

		VISUAL	PVB
Transparency	Haze (%)	0.05	0.13
	Light Transmittance (%)	91	89
Delamination & Durability	Adhesion (N/m ²)	>140	60
	Crosslink (%)	>87	0
	UV Filtering 380 nm (%)	100	80
	Open edge delamination	PERFECT (20h)	DEFECTS (8h)
Sound control	Sound Insulation (dB)	36	34
Production process	Investment in machinery	↓	↑
	Energy cost	↓	↑
	Raw material cost in Tempered Glass (mm)	0.76	1.52
	Storage — Manufacturing (°C/%)	T<35/HR<80	T<20/HR<30

Taulukossa 1 on vertailtu yrityksen Pujol PVB- ja EVALAM VISUAL kalvon ominaisuuksia. Taulukosta voidaan päätellä, että kaikki tekniset ominaisuudet ovat paremmat EVA- kalvolla, kuin PVB-kalvolla. Tästä esimerkkinä valon läpäisy EVA-kalvolla on merkittävästi parempi, kuin PVB-kalvolla. Myös kustannusmielessä on EVALAM VISUAL kannattavampi, koska laitteiston hankinta- ja energiakustannukset ovat alemmat EVA:lla kuin PVB:llä. Ainoastaan kalvon hinnassa PVB- kalvo on edullisempää.

TAULUKKO 2. (Lähde: Pujol. Sähköpostilähde.)

Frecuencia	4+4 (Evalam 0.38mm)	4+4.2 (0.76mm de PVB)	4+4.2 (0.76mm de PVB sound Control)	4+4 (Evalam 0.76mm)
RW (dB)	34	34	37	36
C=	0	0	-1	-1
Ctr=	-2	0	-3	-3

Taulukosta 2 huomataan, että PVB erikoiskalvolla on paras ääneneristävyys, mutta EVA-kalvolla on lähes yhtä hyvät mittausarvot. Rw- arvo taulukossa tarkoittaa yleistä keskitaajuisia ympäristömelua ns. normaaliäänet. Nämä arvot on merkitty mittayksiköllä desibeli (dB). Rw+c- arvo taulukossa on keski- ja korkeataajuiset äänet, esimerkiksi lentokonemelu. Rw+Ctr- arvo on matala- ja keskitaajuisen melu, esimerkiksi raskasliikenne, diskomusiikki ja potkurikoneet. (Lähde: Lasifakta 2018, 39-40.)

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli aikaansaada kattava yhteenveto Rakla Tampere Oy:n uuden laminointikoneen käyttöönottavasta sekä tutkia laminointikoneen prosessia. Tehtävänä oli myös tutkia ja vertailla EVA- JA PVB-kalvojen välisiä ominaisuuksia. Tätä opinnäytetyötä voi käyttää yrityksen sisäisessä toiminnassa uusien työntekijöiden laitteelle perehdyttämisen apuvälineenä ja runkona.

Hankintaprosessin ja käyttöönottoprosessin tietoja kerättiin Rakla Tampere Oy henkilökunnalta haastatteluilla ja tiedonantopyynnöillä. Näistä tiedoista saatiin koottua sekä hankintaprosessin tiedot että ohje laminointikoneen käyttöönottoon. EVA- ja PVB-kalvojen vertailu olikin suurempi työ, kuin miltä se aluksi vaikutti. Tiedon kerääminen kotimaasta onnistui ongelmitta, mutta ulkomailta tiedonkeruu osoittautui haastavammaksi, kuin olisi voinut olettaa. Alalla toimivien kansainvälisten yritysten takana olevien tietojen keruu ei valitettavasti ollut toivotun sujuvaa. Asia lienee niin, että yritykset saattavat ohittaa opiskelijan lähettämät viestit, koska eivät koe tarvetta tai hyötyä niihin vastaamiseen. Asiaa yritettiin ratkaista laittamalla viestit Rakla Tampere Oy:n sähköpostin kautta. Tämä toimenpide tuottikin tulosta ja tutkimuksessa päästiin eteenpäin. Vaikka informaation vähäisyys jätti tutkimuksen odotettua kapeammaksi, oli sillä saatu tieto kuitenkin asianmukaista.

Jälkiviisaana työ olisi saattanut olla hyvä aloittaa tutkimustyöstä, eikä opinnäytetyön tavanomaisesta järjestyksestä. Näin ollen tutkimustyössä olisi jäänyt enemmän aikaa korjata informaationsaantivaikeudet sekä laajentaa tutkimusta edelleen. Kuitenkin tutkimuksen jättäminen työn loppuvaiheille mahdollisti kattavamman teoriaosuuden koonnin. Jos työ olisi alkanut tutkimuksella olisi saattanut käydä niin, että teoriaosuus olisi jäänyt suppeammaksi.

Opinnäytetyössä informaation saanti onnistui hyvin sekä kirja- ja internet-lähteistä että kotimaisilta kalvon toimittajilta ja valmistajilta. Onnistuneet lähitapaamiset yrityksessä mahdollistivat myös runsaan kuvien saannin ja tiedonkeruun Rakla Tampere Oy:stä.

Kyseistä tutkimustyötä olisi mahdollista laajentaa. Tämän voisi toteuttaa esimerkiksi tekemällä fyysisiä kokeita eri toimittajien ja valmistajien EVA-kalvonäytteillä. Tutkimuksen voisi toteuttaa mm. yliopistojen laboratorioissa käyttämällä sääkaappeja,

jolloin saataisiin uutta tietoa kalvojen käyttäytymisestä eri olosuhteissa. Myös pitkäaikaistesteillä saataisiin paljon uutta informaatiota valmistajien kalvojen välisistä eroista. Toki tällainen tutkimus vaatisi tutkimusapurahan toimiakseen. Koska lasien laminoinnista EVA- kalvotekniikalla on vielä varsin vähän tutkittua dataa, olisi tällaisista testauksista varmastikin paljon hyötyä monille alan toimijoille.

LÄHTEET

Rakla kotisivu. Ajankohtaista. Luettu 5.3.2018.

<http://rakla.fi/>

Porvoon lasi. Tietoa lasista. Luettu 27.2.2018.

<http://www.porvoonlasi.fi/tietoalasista.html>

NovoGenio. Glass Laminated Structures with EVA or PVB. A Comparison Analysis. Luettu 27.2.2018.

<https://www.novogenio.com/blog/glass-laminated-structures-with-eva-or-pvb.-a-comparison-analysis>

Pilkington Lahden lasitehdas. Lasifakta 2018.

Tahvo Sutela. Lasi rakennusmateriaalina. Luettu: 11.3.2018.

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050403.pdf>

Tahvo Sutela. Rakenteiden Mekaniikka. Lasi Rakennusmateriaalina. No2, 2003, 7. Luettu 11.3.2018.

http://rmseura.tkk.fi/rmlehti/2003/nro2/RakMek_36_2_2003_2.pdf

Pujol. Sähköpostilähde.

Foundite. Sähköpostilähde.

EVA- kalvotoimittajan haastattelu.

Rakla Tampere Oy haastattelut

Evasafe. Sähköpostilähde.