



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Vera Anoschkin

# Uuden tuulensuojalevyn suoritusaso- vaatimukset ja laadunvalvontakriteerit

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

5.3.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Vera Anoschkin Uuden tuulensuojalevyn suoritustasovaatimukset ja laadunvalvontakriteerit 21 sivua 5.3.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	materiaali- ja pinnoitetekniikka
Ohjaajat	laatupäällikkö Antti Turunen yliopettaja Kai Laitinen
<p>Gyproc Kirkkonummen tehtaalla halutaan saada tuotantoon uusi lasikuituhuopapääällysteinen tuulensuojalevy, jonka laatuvaatimuksia käsitellään tässä opinnäytetyössä.</p> <p>Työn tavoitteena on selvittää standardeissa SFS-EN 520:2004+A1:2009 ja SFS-EN 15283-1 + A1 asetetut kriteerit ja suorittaa ITT-testit CE-merkintää varten. Osa testeistä suoritetaan Gyprocin Kirkkonummen tehtaalla ja osa testautetaan Saint-Gobain Finland Oy:n muilla tehtailla sekä ulkopuolisessa testauslaboratoriossa. Uuden tuulensuojalevyn olisi tarkoitus asettua ominaisuuksiltaan, hinnaltaan ja kustannuksiltaan perinteisen GTS 9 ja GHS 9 Storm-levyn väliin.</p> <p>Tuotekehitysprosessissa ajettiin kolme koeajoa, joista ensimmäisessä testattiin lähinnä tuotantolinjan käytettävyyttä ja kahdessa seuraavassa keskityttiin enemmän levyn ominaisuuksiin. Ensimmäinen koeajo ajettiin märkätilalevyn reseptillä ja kaksi muuta perinteisen tuulensuojalevyn reseptillä, johon oli tehty pieniä muutoksia. Koeajoissa testattiin normaalin tuotannon aikana tehtävät testit ja kolmannelta koeajosta toimitettiin näytteitä CE-merkinnän vaatimiin testeihin, joita ei testattu tehtaalla omassa laboratoriossa.</p> <p>Tuotekehityksessä ollut tuulensuojalevy täyttää sille asetetut vaatimukset, sillä se asettuu toivotunlaisesti GTS 9 ja GHS 9 Stormin väliin. Levy on suoritustasoltaan enemmän GHS 9 Stormin kaltainen. GTX 9 on tarkoitus lanseerata alkuvuodesta 2021.</p>	
Avainsanat	kipsilevy, tuulensuoja, laadunvalvonta

Author Title Number of Pages Date	Vera Anoschkin Performance Requirements and Quality Control Criteria for the New Sheathing Board 21 pages 5 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major	Materials and Surface Engineering
Instructors	Antti Turunen, Quality Control Manager Kai Laitinen, Principal Lecturer
<p>The Gyproc in Kirkkonummi wants to launch new product, fiberglass felt-coated sheathing board, whose standardization and quality control criteria are topics of this thesis.</p> <p>The purpose of the thesis was to study the quality requirements for the CE marking set in the standards SFS-EN 15283-1 and EN 15283-1 + A1 as well as the quality requirements that must be met during normal production. Some of the tests are performed at Gyproc's Kirkkonummi plant and some are tested at Saint-Gobain Finland Oy's other plants and in an external testing laboratory. The new wind protection plate should be located between the traditional GTS 9 and GHS 9 Storm sheathing boards in terms of features, price and cost.</p> <p>In the product development process, three test drives were run, the first of them tested mainly the usability of the production line and the next two focused more on the properties of the board itself. The first test run was run with a moisture resistant plasterboard recipe and the other two with a traditional sheathing board recipe with minor modifications. During the test runs, normal production testing was in use. Samples from the third test run, were also submitted to the third-party laboratory, which made all CE marking tests that are not done in Kirkkonummi.</p> <p>The wind sheathing boards that was in product development meets the requirements set for it, as it is positioned between the GTS 9 and the GHS 9 Storm as desired. Its performance is more like that of GHS 9 Storm. The new sheathing board GTX 9 is scheduled to be launched in early 2021.</p>	
Keywords	plasterboard, sheathing board, quality control

## Sisällys

### Lyhenteet ja termit

1	Johdanto	1
2	Kipsilevy	2
3	Tuotehyväksynnän vaatimukset	3
3.1	Paloluokitus	4
3.2	Mitat ja toleranssit	4
3.3	Taivutusmurtovoima ja neliöpaino	5
3.4	Veden kokonaisabsorptio ja pinnan veden absorptio	6
4	Näytteenotto ja testimenetelmät	6
4.1	Säänkesto	7
4.2	Mittojen ja toleranssien määrittäminen	8
4.3	Taivutusmurtokuorman määrittäminen	9
4.4	Neliöpainon määrittäminen	11
4.5	Veden kokonaisabsorption määrittäminen ja Cobb-testi	11
5	Koeajot Kirkkonummen tehtaalla	12
5.1	Ensimmäinen koeajo	13
5.2	Toinen koeajo	14
5.3	Kolmas koeajo	16
6	Tulosten tarkastelu	18
7	Johtopäätökset	20
	Lähteet	21

## Lyhenteet ja termit

FPC	Tuottajan suorittama tuotannonvalvonta.
GHS 9	Glasroc H GHS 9 Storm, Gyprocin kivipohjaisen komposiittilevyn tuotenimi, jonka paksuus on 9 mm. Tuote valmistetaan Norjan tehtaalla.
GEK	Gyprocin erikoiskovan sisäverhouslevyn tuotenimi.
GRI	Gyprocin märkätilalevy.
GTS 9	Gyprocin kartonkipintaisen tuulensuojalevyn tuotenimi, jonka paksuus on 9 mm.
GTX 9	(Glasroc GTX 9) Gyprocin lasikuituhuopaisen tuulensuojalevyn tuotenimi, jonka paksuus on 9 mm.
EHS-osasto	Environment, Health & Safety -osasto.
ITT	Alustava tyyppitestaus.
Vakiomassa	Kahden peräkkäisen punnituksen tulos, jotka on suoritettu 24 tunnin välein ja jonka punnitustulos eroaa alle 0,1 % toisistaan.

## 1 Johdanto

Gyproc Kirkkonummen tehtaalla halutaan saada tuotantoon uusi lasikuituhuopapäälysteinen tuulensuojalevy, jonka laatuvaatimuksia käsitellään tässä opinnäytetyössä. Työn tavoitteena on selvittää standardeissa SFS-EN 520:2004+A1:2009 ja SFS-EN 15283-1 + A1 asetetut kriteerit ja suorittaa alustava tyyppitestaus eli ITT-testit CE-merkintää varten. Osa testeistä suoritetaan Gyprocin Kirkkonummen tehtaalla ja osa testautetaan Saint-Gobain Finland Oy:n muilla tehtailla sekä ulkopuolisessa testauslaboratoriossa. Uuden tuulensuojalevyn olisi tarkoitus asettua ominaisuuksiltaan, hinnaltaan ja kustannuksiltaan perinteisen GTS 9 ja GHS 9 Storm-levyn väliin.

Gyproc on osa Saint-Gobain Finland Oy:tä, joka tuottaa, suunnittelee ja toimittaa erilaisia rakentamisen ratkaisuja ja rakennustuotteita. Saint-Gobain Finland Oy on perustettu vuonna 2017, jolloin viisi tunnettua tuotebrändiä, eli Gyproc, Ecophon, Isover, Weber sekä PAM, yhdistettiin yhteiseen yhtiöön. Gyproc valmistaa kipsipohjaisia kevytrakentamisen ratkaisuja. Ecophon valmistaa akustisia alakatto- ja seinäjärjestelmiä. Isover on erikoistunut lämpö- ja tekniseen eristämiseen. Weber tarjoaa keraamisten laattojen kiinnitysratkaisuja, julkisivuratkaisuja sekä teknisiä muuraus- ja lattiaaasteja. PAM toimittaa putkistojärjestelmiä ja niiden komponentteja sekä palveluja vesihuollon viemäroinnin, talotekniikan ja teollisuuden tarpeisiin. Saint-Gobain Finland Oy:ssä työskentelee yli 680 henkilöä. [1.]

Saint-Gobain Finland Oy on osa kansainvälistä Saint-Gobain konsernia, jolla on liiketoimintaa kolmella eri toimialalla; innovatiiviset materiaalit, rakennusmateriaalit sekä rakennustuotteiden maahantuonti. Saint-Gobain on ranskalainen yritys, joka on perustettu 1665. Konserni toimii 67 maassa ja työllistää n. 180 000 henkilöä, Pohjoismaissa ja Baltiassa se on toiminut yli 50 vuotta. Saint-Gobain toimii Suomessa myös muilla toimialoilla, rakennustuotteiden jakelijana sekä innovatiivisten materiaalien valmistuksessa. Dahl Suomi Oy toimii rakennustuotteiden tukkukauppiana, Saint-Gobain Glass Finland Oy ja sen hallinnoimat tuotemerkit Saint-Gobain Autover ja Saint-Gobain Sekurit toimii innovatiivisten materiaalien toimialalla valmistuen ja maahantuoden mm. ajoneuvolaseja. Suomeen hiomatarvikkeita tuo Saint-Gobain Abrasives. [1.]

## 2 Kipsilevy

Kipsilevy on rakennuslevy, jota käytetään mm. sisä- ja ulkoseinissä. Levyn ydin on kipsiä ja sen pinnassa on tyypillisesti kartonkipaperi. Kipsiytimeen lisättävillä kuiduilla sekä apu- ja lisäaineilla voidaan vaikuttaa kipsilevyn ominaisuuksiin, jolloin saadaan eri käyttötarkoituksiin soveltuvia levyjä, kuten erikoiskovia, ääntä eristäviä, märkätila- tai palolevyjä tai ulkoseinissä käytettäviä tuulensuojalevyjä.

Tuulensuojalevyjä käytetään tuulensuojaukseen rakennusten ulkoseinissä, ja rakennusaikana ne suojaavat runkorakenteita ja eristeitä kosteudelta. Ulkoseinärakenteen tulee olla tuulitiivis, jotta tuulenpaine ei heikennä lämmöneristyskykyä pääsemällä seinärakenteen sisälle. Tuulensuojalevyt altistuvat lähes ulkoilmaa vastaaville olosuhteille lämpötilojen ja kosteuden kannalta. Vaikka ulkoseinärakenteen tulee olla riittävän ilmatiivis, sen tulee kuitenkin läpäistä hyvin vesihöyryä, koska hyvä rakenteen vesihöyrynläpäisykyky on kosteusteknisen toiminnan perusedellytys. Kartongin tilalla voidaan käyttää myös lasikuituhuopamattoa. Lasikuituhuovan etuna on muun muassa, että sen pinta ei ole yhtä hyvä kasvualusta mikrobeille, kuin orgaaninen kartonki. Perinteisten tuulensuojalevyjen lisäksi markkinoilla on Gyprocin valmistama Glasroc H GHS 9 Storm -levy. Storm on kivipohjainen komposiittilevy, jonka ytimessä on lasikuituvahvistus ja sen pintarakenteena on lasikuitumatto, joka on upotettu lujitettuun kipsikerrokseen. Tuote valmistetaan Norjan tehtaalla.

Tuulensuojalevyjen asentamisen jälkeen ulkoverhous tulisi asentaa mahdollisimman pian, koska ulkoverhouksen taakse jäävä tuulensuojalevy pääsee kuivumaan rajallisesti. Gyprocin GTS on kartonkipintainen tuulensuojalevy, joka kestää sääolosuhteita kolme kuukautta ilman ulkoverhoilua. GTX tuulensuojalevyssä kartongin tilalla on lasikuituhuopamatto ja sen säänkestävyydeksi pyritään saamaan 6 kuukautta ilman ulkoverhoilua.

### 3 Tuotehyväksynnän vaatimukset

Tyyppihyväksyntä on ympäristöministeriön hallinnoima kansallinen hyväksyntäjärjestelmä, joka on käytössä Suomessa. Hyväksynnällä valmistaja osoittaa, että rakennustuote täyttää lainsäädännön asettamat vaatimukset. Hyväksyntä myönnetään tuotteille määrääjäksi ja se voidaan myöntää vain tuotteille, joille on asetettu vaatimuksia Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Tyyppihyväksyntää varten testit tulee suorittaa ulkopuolisessa riippumattomassa testauslaboratoriossa, joka on Ympäristöministeriön valtuuttama. Tyyppihyväksytyä tuotetta voidaan käyttää rakentamiseen koko maassa. Tyyppihyväksyntä on tarkoitettu tuotteille, joihin ei voida laittaa CE-merkintää. Yleensä kun CE-merkintää ei voida käyttää, tuotteelle ei ole eurooppalaista yhdenmukaistettua EN-tuotestandardia. [2; 3; 4.]

Myytävien rakennustuotteiden on Euroopan talousalueella täytettävä EU:n rakennustuoteasetuksen vaatimukset. CE-merkintä on osoitus siitä, että tuote on vaatimusten mukainen yhdenmukaisella eurooppalaisella tavalla ja se asettaa edellytykset valmistajan riittävälle laadunvalvonnalle ja mittauksille. Laki velvoittaa, että kaikilla Euroopassa myytävillä rakennustuotteilla, joilla on olemassa yhdenmukaistettu standardi, on CE-merkintä. Eri maissa valmistettuja tuotteita on helppo vertailla, koska kipsilevyille on eurooppalainen tuotestandardi, jossa määritellään tuotteiden ilmoitettavat ominaisuudet sekä testustavat. Merkintä osoittaa siis, että tuote on valmistettu standardin mukaisesti ja täyttää vaaditut laatuvaatimukset ja on valmistajan antaman suorituskykyvakuutuksen (DoP) mukainen. Suomessa CE-merkintöjä valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto eli Tukes. CE-merkittyjä tuotteita saa myydä koko Euroopan talousalueella ilman, että valmistaja joutuisi hakemaan erilliset kansalliset hyväksynät jäsenmaissa. [3.]

Tuulensuojalevy GTS 9:n CE-tyyppi on EH2-9,5. Tyyppimerkinnässä E tarkoittaa kipsilevyn tyyppiä ja E viittaa levyihin, jotka on tarkoitettu ulkoseinien suojaksi, mutta niitä ei ole suunniteltu altistumaan pysyvästi sääolosuhteille. E-tyypin levyillä on alentunut vedenimeytymisnopeus ja niiden tulee läpäistä vesihöyryä. Tyyppimerkinnän H2 viittaa kipsilevyn alennettuun vedenimeytymisnopeuteen. Näihin levyihin on lisätty apuaineita veden imeytymisnopeuden vähentämiseksi. H-tyyppiin kuuluu kolme eri tyyppiä: H1, H2 ja H3, joista jokaisella on omat raja-arvot veden kokonaisabsorptiolle. Veden kokonaisabsorption on H1-luokassa  $\leq 5\%$ , H2-luokassa  $\leq 10\%$  ja H3-luokassa  $\leq 25\%$  ja pinnan veden absorption tulee olla H1-luokassa  $< 180 \text{ g/m}^2$ , H2-luokassa  $< 220 \text{ g/m}^2$  ja H3-



luokassa  $< 300 \text{ g/m}^2$ . Numero 9,5 on kipsilevyn nimellispaksuus. Tyyppimerkinnot on asetettu standardissa EN 520:2004+A1:2009. [5, s. 9, 16.]

GTX 9:n CE-tyyppi on GM-H2 ja GHS 9 Stormin CE-tyyppi on GM-H1. Tyyppimerkin­nässä GM tarkoittaa mattovahvisteista kipsilevyä ja H1 ja H2 veden alennettuun imeyty­misnopeuteen, kuten GTS-levynkin merkinnässä. Mattovahvisteisten levyjen tyyppimer­kinnot on asetettu standardissa EN 15283-1 + A1. [6, s. 9.]

Standardissa SFS-EN 15283-1 asetetaan mattovahvisteiselle kipsilevyille vähimmäislaa­tuvaatimukset sekä se, kuinka näytteenotto ja testaus tulee suorittaa. Näistä testeistä mitat ja toleranssit, taivutusmurtovoima, neliöpaino ja veden kokonaisabsorptio testataan myös ajon aikana laadun varmistamiseksi. Lisäksi alustava tuotehyväksyntä edellyttää testaamaan lämmönjohtavuuden, ilmanläpäisevyyden, vesihöyrynvastuksen ja kiinnik­keen leikkauslujuuden sekä palonkeston ja paloluokituksen. [6, s. 8.]

### 3.1 Paloluokitus

GTS 9:n ja GHS 9 Stormin Euroluokat ovat A2-s1,d0. Euroluokka kuvaa rakennusmate­riaalien paloluokitusta eli kuinka ne osallistuvat paloon tai käyttäytyvät palossa. A2-kir­jainyhdistelmä tarkoittaa sellaisia rakennustarvikkeita, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajattu. Savun tuotto ja pisarointi ilmoitetaan lisämääreillä s ja d. S1 tarkoittaa, että savuntuotto on erittäin vähäistä ja d0 ettei palavia pisaroita tai osia esiinny. GTX 9:n euroluokaksi pyritään saamaan A1, koska parempi paloluokka laajentaa markkinoita, mutta paloluokassa jäädytään mahdollisesti A2-luokkaan. [5, s. 13–14; 6, s. 12.]

### 3.2 Mitat ja toleranssit

Standardin SFS-EN 15283-1 mukaan mattovahvisteisen levyn leveyden toleranssin tu­lee olla  $+0 \text{ mm} / -4 \text{ mm}$  ja pituuden toleranssin on oltava  $+0 \text{ mm} / -5 \text{ mm}$  jokaiselle yksit­täiselle mittaukselle. Paksuuden toleranssin on oltava  $\pm 0,7 \text{ mm}$  kun levyjen nimellis­paksuus on alle 18 mm. Yksittäisen levyn yksittäisten paksuusmittauksien ero ei saa ylittää 0,8 mm. [6, s. 13–14.]

GTS 9:lle annetaan standardissa EN 520:2004+A1:2009 melko samat rajat, leveyden ja pituuden toleranssit ovat samat, leveyden toleranssi on +0 mm / -4 mm ja pituus +0 mm / -5 mm. Paksuuden toleranssi eroaa hieman, sillä toleranssiksi annetaan +0,5 ... -0,5 mm kun levyn nimellispaksuus on alle 18 mm. Yksittäisen levyn yksittäisten paksuusmittauksien ero ei saa ylittää 0,8 mm. [5, s. 15–16.]

Neliömäisyyden poikkeama ei saa olla enintään kuin 2,5 mm leveysmetriä kohti, kun neliömuotoisuus mitataan standardin EN 520:2004+A1:2009 mukaisesti. [5, s. 15–16.]

### 3.3 Taivutusmurtovoima ja neliöpaino

Huopapintaiselle kipsilevyllä asetetaan standardissa SFS-EN 15283-1 taivutusmurtovoiman vähimmäismurtokuormaksi pitkittäissuunnassa  $43 \times t$  ja poikittaissuunnassa  $16,8 \times t$ , joissa  $t$  on levyn nimellispaksuus millimetreinä. Näin vähimmäismurtokuormaksi saadaan pitkittäissuunnassa 408,5 N ja poikittaissuunnassa 159,6 N. Yksikään yksittäinen tulos ei saa olla yli 10 % näiden arvojen alapuolella. Gyproc on asettanut laadunvalvonnassa taivutusmurtovoiman minimiarvoiksi tiukemmat rajat. GTX 9 taivutusmurtovoiman minimiarvo on pintapuolella pitkittäin 450 N ja taustapuolella poikittain 330 N. [6, s. 11–12.]

Perinteisen kartonkipintaisen GTS 9:n taivutusmurtovoiman vähimmäismurtokuormaksi asetetaan standardissa EN 520:2004+A1:2009 pitkittäissuunnassa 400 N ja poikittaissuunnassa 160 N. Standardin antamia minimiarvoja ei saa alittaa yhdessäkään mittauksessa yli 10 %. Gyproc on asettanut laadunvalvonnassa taivutusmurtovoiman minimiarvoiksi tiukemmat rajat, jotta huomataan laadunvaihtelut tuotannossa. GTS 9:n pintapuolella pitkittäin taivutusmurtovoiman minimiarvo on 405 N ja taustapuolella poikittain 175 N. [5, s. 12–13.]

GTS 9:n neliöpainon tulee olla  $6,9 \text{ kg/m}^2 - 7,4 \text{ kg/m}^2$ , sen nimellispaino on  $7,10 \text{ kg/m}^2$ . GTX 9:n nimellispaino on  $7,8 \text{ kg/m}^2$ , ja neliöpaino saa olla korkeintaan 200 g kevyempi ja 500 g painavampi. Neliöpainon yläraja ei ole yhtä tarkka kuin alaraja, koska alipaino vaikuttaa mm. murtolujuuteen ja on asetettu standardissa SFS-EN 15283-1, mutta yli-paino on ainoastaan kustannuskysymys. GTX 9:n neliöpainon tulee siis olla välillä  $7,6 \text{ kg/m}^2 - 8,3 \text{ kg/m}^2$ . [6, s. 11.]

### 3.4 Veden kokonaisabsorptio ja pinnan veden absorptio

Sekä GTS 9:n, että GTX 9:n veden kokonaisabsorptioluokaksi Gyproc on asettanut H2-luokan. Tällöin pinnan veden absorption raja-arvo on  $220 \text{ g/m}^2$  ja veden kokonaisabsorption tulee olla  $\leq 10 \%$ . Standardissa EN 520:2004+A1:2009 määritetään, että E-tyypin levyjen tulee olla H1-, H2- tai H3-luokan mukaisia. H1-luokassa vedenimeytyminen on vähäisin (veden kokonaisabsorptio on  $\leq 5$ ) ja H3-luokassa suurin (veden kokonaisabsorptio on  $\leq 25$ ). [5, s. 16–17.]

GTX 9 kokonaisabsorptioksi pyritään saamaan selkeästi alle  $10 \%$  (n.  $8\text{--}9 \%$ ), jotta pienet muutokset ajan aikana ei aiheuta raja-arvojen ylityksiä ja erän hylkäämistä.

Standardissa SFS-EN 15283-1 + A1 määritetään, että H2-luokassa vesiabsorptiokyvyn raja-arvot ovat pinta- sekä taustapuolella  $220 \text{ g/m}^2$ . Gyprocin omassa laadunvalvontaseurannassa on tulos ilmoitettu  $2,2 \text{ g/10cm}^2$ . Standardissa käytetty  $\text{g/m}^2$  saadaan, kun kerrotaan  $\text{g/10cm}^2$  100:lla. [6, s. 14.]

## 4 Näytteenotto ja testimenetelmät

Näytteenoton on oltava standardien EN 520:2004+A1:2009 sekä SFS-EN 15283-1 mukaiset ja kaikkien tyyppitestien (ITT) tulokset on kirjattava ja säilytettävä vähintään viiden vuoden ajan. Tuottajan on dokumentoitava testitulokset FPC-järjestelmään sen varmistamiseksi, että tuotteet täyttävät niille asetetut suorituskykyominaisuudet. FPC tarkoittaa tuottajan suorittamaa tuotannonvalvontaa, lyhenne tulee sanoista factory product control. FPC-järjestelmä koostuu menettelyistä, säännöllisistä tarkastuksista ja testeistä ja niiden tuloksista, joita käytetään kontrolloimaan raaka-aineita tai muita saapuvia materiaaleja tai komponentteja sekä valmistusprosessia ja tuotetta. Kaikkien tarkastusten, testien tai arviointien tulokset tulee kirjata. Jos vertailuarvot tai laatuksiteerit eivät täyty, tulee kaikki tehdyt toimenpiteet kirjata. Tuottajalla on oltava kirjalliset menettelyohjeet, joissa täsmennetään, kuinka vaatimustenvastaiset tuotteet käsitellään. [5, s. 17; 6, s. 14, 24–25.]

Kaikki testaus-, punnitus- ja mittalaitteet on tarkastettava ja kalibroitava säännöllisesti. Valmistusprosessissa käytetyt laitteet tulee myös tarkastaa ja huoltaa säännöllisesti, jotta käytöstä aiheutuva kuluminen tai vika ei aiheita epäjohtomukaisuutta valmistusprosessissa. Saapuvat raaka-aineet tarkastetaan ja dokumentoidaan, jotta niiden laatu voidaan varmistaa. [5, s. 17; 6, s. 14, 24–25.]

Laboratorion testejä varten (murtolujuus, neliöpaino, imeytyminen, pinnankovuus) otetaan jokaisesta ajetusta erästä vähintään kolme näytettä, mieluiten ajon alusta ja lopusta sekä ajon keskivaiheilta. Laadunvalvoja tekee tuotannon testit kerran vuorossa suoraan tuotannosta otetuista näytteistä, jotta tuotannon vaihtelut huomataan. Dimensiot (leveys, pituus, paksuus, neliömuotoisuus) mitataan kahden tunnin välein, ja tämän tekee laadunvalvoja. Tuotannosta otetaan testiin sattumanvaraiset levyt, jotta näytteet olisivat mahdollisimman edustavia. Jos tarvitaan esimerkiksi lisänäytteitä, kun levyt on jo ehditty varastoida, näytteet tulisi ottaa pinon eri kohdista sattumanvaraisesti. Jos levyt on pakattu, tulisi avata sattumanvaraisesti ainakin kolme pakkausta, joista kustakin otetaan yhdestä sattumanvaraisesta levystä näyte. [5, s.17; 6 s. 14, 24–25.]

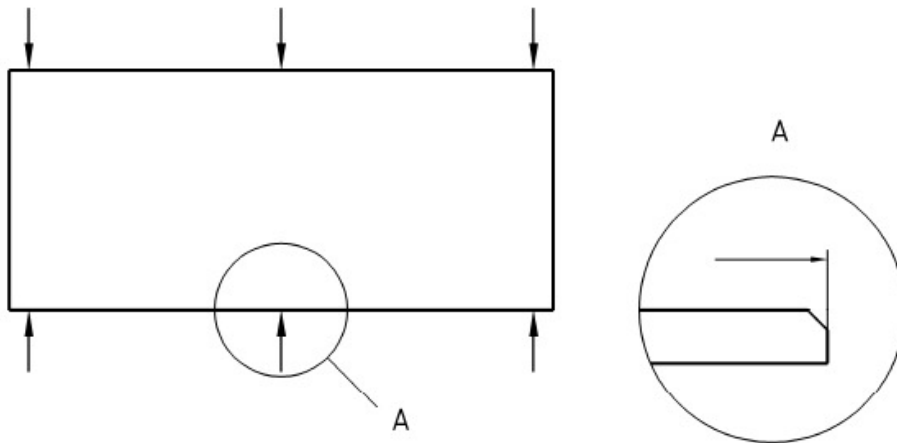
#### 4.1 Säänkesto

Säänkeston testaamiseksi Gyprocin Kirkkonummen tehtaan alueelle rakennettiin testirakennelmat, jotka demonstroivat rakennusta ennen ulkoverhoilua. Ensimmäiset testiseinät asennettiin huhtikuussa 2020 ja lisää seiiniä rakennettiin heinäkuussa. Testirakennelmilla halutaan testata, muuttuuko lasikuituhuopamaton väri ja pysyykö tuulensuoja-teippaus.

Testirakennelmien lisäksi tehdään rasituskoee, jossa 6 tunnin sykleissä levyyn sumutetaan vettä, pakastetaan, sulatetaan ja taas pakastetaan. Rasituskoeksessa on rinnakkain Storm-, GTS- ja GTX-levyt, joiden kestoa verrataan keskenään. Testissä ajetaan vähintään 100 sykliä ja levyjä tarkastellaan visuaalisesti aina 25 syklin välein. Testi ei ole virallinen testausmenetelmä, mutta testillä saadaan osviittaa GTX:n säänkestosta. Suomen markkinoille tuotujen Saint-Gobainin julkisivutuotteiden ja julkisivuratkaisujen tulee läpäistä ARC-testin sääkaappitesti siten, että levy on ehjä, kun vähintään 100 sykliä on ajettu.

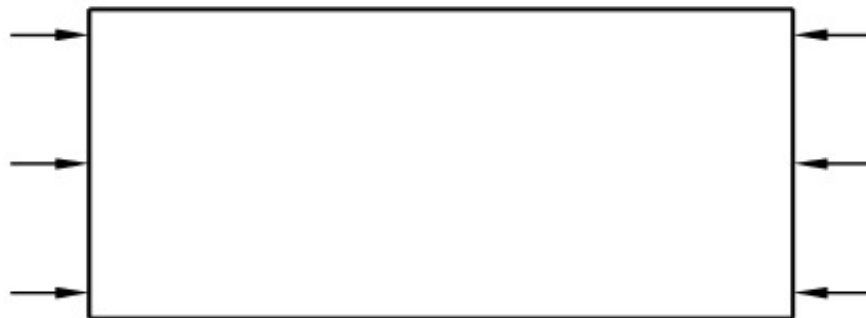
#### 4.2 Mittojen ja toleranssien määrittäminen

Kipsilevyn leveys mitataan millimetrin tarkkuudella kolmesta pisteestä, läheltä molempia pätyjä sekä keskiosasta kuten kuvassa 1 on esitetty. Tulokset ilmoitetaan millimetreinä. [5, s. 18; 6 s. 14–15.]



Kuva 1. Kipsilevyn leveyden määrittäminen [5, s. 18.]

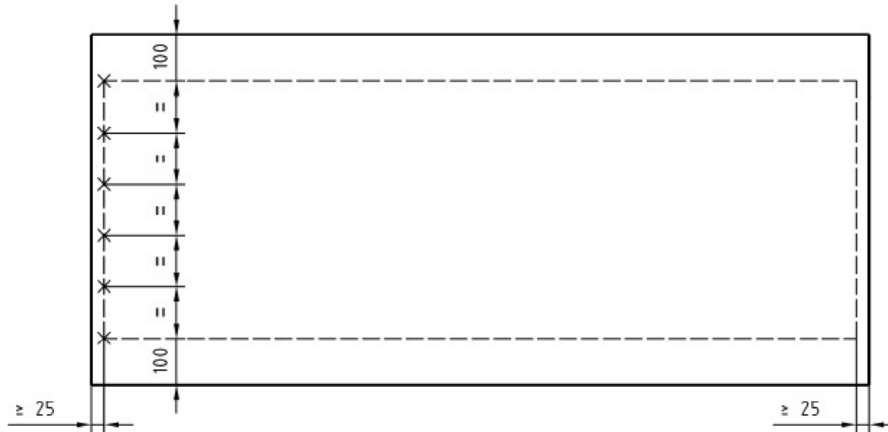
Kipsilevyn pituus mitataan samoin kolmesta pisteestä, kuten kuvassa 2 on esitetty ja tulokset ilmoitetaan 1 mm:n tarkkuudella. [5, s. 18; 6, s. 14–15.]



Kuva 2. Pituuden määrittäminen [5, s. 18.]

Levyn paksuus tulee mitata kuudesta kohdasta levyn toisesta päästä, kuten kuvassa 3 on esitetty, vähintään 25 mm päästä levyn päädystä ja 100 mm reunoista. Levyyn, jonka

nimellisleveys on enintään 600 mm, riittää 3 mittausta. Mittaus tulee suorittaa mikrometrillä, jonka tarkkuus on 0,05 mm. Mittauksista lasketaan keskiarvo ja tulos kirjataan 0,1 mm:n tarkkuudella. [5, s. 19; 6, s. 15–16.]

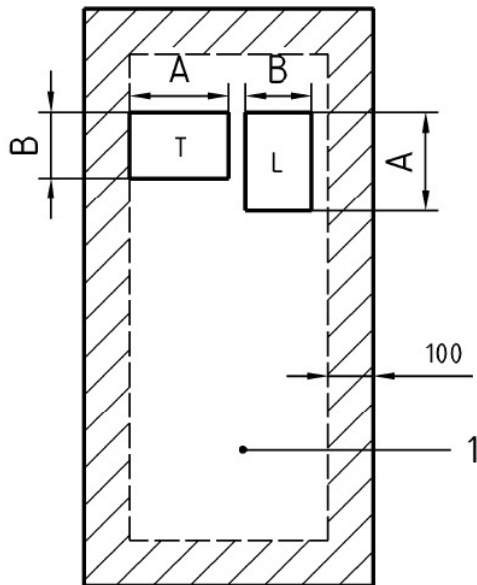


Kuva 3. Paksuuden määrittäminen [5, s. 19.]

Neliömuotoisuus määritetään mittaamalla levyn kaksi lävistäjää mitalla, jonka tarkkuus on 1 mm. Tuloksen laskemiseksi tulee mitata myös levyn pituus ja leveys millimetrin tarkkuudella. Neliö ilmaistaan lausekkeen tuloksella:  $S = \frac{(d1+d2) \times (d1-d2)}{4 \times l \times w}$ , jossa d1 ja d2 on lävistäjämitat millimetreinä, l on pituus millimetreinä ja w on leveys metreinä. [5, s. 19; 6, s. 17–18.]

#### 4.3 Taivutusmurtokuorman määrittäminen

Mittausta varten leikataan kaksi näytettä (joiden koko on 400 (± 1,5) mm x 300 (±1,5) mm) kustakin levystä kuvan 4 mukaisesti. Yksi näyte otetaan levyn pituussuunnassa (merkitty kirjaimella L) ja toinen poikittaissuunnassa (merkitty kirjaimella T). Näytteet leikataan vähintään 100 mm:n päästä levyn päistä ja reunoista, paitsi jos levyn leveys on alle 600 mm. Tällöin etäisyyttä reunasta voidaan pienentää, mutta etäisyyden on oltava yhtä suuri kummastakin reunasta. Kuvassa 4 A-mitta on 400 ± 1,5 mm ja B-mitta on 300 ± 1,5 mm. [5, s. 23–24; 6, 19–21.]



Kuva 4. Näytepalojen otto taivutusmurtokuorman määrittämiseksi (esimerkki 1200 mm leveälle levylle. [5, s. 24.]

Näytteet kuivataan vakiopainoon lämpökaapissa, jonka lämpötila on  $40 \pm 2$  °C. Murto-testi tulee suorittaa 10 minuutin kuluessa siitä, kun levy on nostettu pois lämpökaapista. Tuotannon työntekijät mittaavat murtolujuuden suoraan tuotannosta ilman kuivausta, jotta huomataan tuotannon vaihtelut. [5, s. 23–24; 6, s. 19–21.]

Pitkittäisnäyte asetetaan lastauslaitteeseen pintapuoli alaspäin ja poikittäisnäyte pintapuoli ylöspäin. Kuorma asetetaan nopeudella  $250 \text{ N / min} \pm 125 \text{ N / min}$ , tulos kirjataan Newtonin tarkkuudella. Näytteen rikkoutumiseen on mentävä vähintään 20 sekuntia, siitä kun kuorma kohdistetaan näytteeseen. [5, s. 23–24; 6, s. 19–21.]

Tulos ilmoitetaan kolmen pitkittäisnäytteen keskiarvona sekä kolmen poikittäisnäytteen keskiarvona. [5, s. 23–24; 6, s. 19–21.]

#### 4.4 Neliöpainon määrittäminen

Neliöpaino lasketaan samoista paloista, joista tehdään taivutusmurtovoiman testit. Pitkittäinen ja poikittainen pala punnitaan ennen ja jälkeen lämpökaappia ja niistä lasketaan pinta-alat. Kunkin näytteen neliöpaino lasketaan jakamalla massa (kg) pinta-alalla (m<sup>2</sup>) ja lopullinen tulos ilmoitetaan pitkittäis- ja poikittaispalojen keskiarvona (Kg/m<sup>2</sup>). Lisäksi paloista lasketaan vapaakosteusprosentti. Kosteusprosentti saadaan, kun paino kaapin jälkeen vähennetään ennen kaappia olevasta painosta ja jaetaan erotus kaapin jälkeisellä painolla. [5, s. 29; 6, s. 19.]

#### 4.5 Veden kokonaisabsorption määrittäminen ja Cobb-testi

Veden kokonaisabsorption mittausta varten leikataan näyte (300 mm ± 1, mm x 300 mm ± 1,5 mm) levyn reunojen puolivälistä ja vähintään 150 mm päästä levyn päistä. Näytepaloja tulee käsitellä varoen, jottei levyn reunat tai pinta vahingoitu. Näytteet vakioidaan vakiopainoon 23 ± 2 °C:ssa ja 50 ± 5 %:n suhteellisessa kosteudessa. Tuotannon työntekijät mittaavat veden kokonaisimeytymisen myös suoraan tuotannosta tehtävästä näytteestä, jotta tuotannon vaihtelut huomataan. Tuotannon testi tehdään kerran vuorossa. Laboratorion suorittama testi ilmastoidulle näytteelle on virallinen laadunvalvonnan näyte, koska se täyttää standardissa EN 520:2004+A1:2009 esitetyt vaatimukset. Näyte punnitaan 0,1 g:n tarkkuudella ja upotetaan vesihautteeseen, jonka lämpötila on 23 ± 2 °C ja annetaan olla upotettuna 2 h ± 2 min. Näytelevy asetetaan vaakasuoraan, siten ettei levy ole aivan astian pohjalla, mutta levyn tulee olla kunnolla upotettuna pinnan alle. Kun levy nostetaan vedestä, ylimääräinen vesi kuivataan levyn pinnalta ja reunoista ja punnitaan välittömästi 0,1 g:n tarkkuudella. Kuivaus tulee suorittaa hellästi, jotta esimerkiksi kipsi ei murene reunoista. [5, s. 24–26; 6, s. 21.]

Tulos on kunkin näytteen prosentuaalinen massan lisäys suhteessa lähtömassaan. Tulos saadaan kaavalla

$$\frac{\text{märkäpaino} - \text{kuivapaino}}{\text{kuivapaino}} \times 100 = \text{painon lisäys prosentteina} \quad (1)$$



Standardissa EN 520:2004+A1:2009 ilmoitetaan, että Cobb-testi suoritetaan standardin EN 20535 mukaan. Cobb-testiä varten leikataan kaksi näytettä, joiden koko on  $125 \pm 1,5$  mm  $\times$   $125 \pm 1,5$  mm. Levyihin tulee merkitä, kumpi on pinta- ja kumpi taustapuoli. Näytteet vakioidaan samoin vakiopainoon, kuin kokonaisimeytyspalat. Näytteet asetetaan Cobb-laitteeseen, siten että vedelle altistettava puoli on ylöspäin, toiseen pintapuoli ja toiseen taustapuoli ylöspäin. Rengas täytetään  $23 \pm 2$  °C asteisella vedellä ja annetaan veden olla  $2 \text{ h} \pm 2 \text{ min}$ , jonka jälkeen vesi kaadetaan pois ja näyte poistetaan. Ylimääräinen vesi tulee pyyhkiä kuivalla imupaperilla, eikä levyä saa hangata kuivaksi. Tämän jälkeen näyte punnitaan 0,01 g:n tarkkuudella. [5, s. 24–26; 6, s. 21.]

Näytteiden kuivan ja märän massan erotus lasketaan grammoina (märkäpaino grammoina – kuivapaino grammoina =  $g/m10^2$ ). Standardin mukaan pinnan ja taustan keskimääräinen massojen ero kerrotaan 100:lla, jolloin tulos ilmaistaan  $g/m^2$ . [5, s. 24–26; 6, s. 21.]

## 5 Koeajot Kirkkonummen tehtaalla

Tuotekehitysprosessissa ajettiin kolme koeajoa, joista ensimmäisessä testattiin lähinnä tuotantolinjan käytettävyyttä ja kahdessa seuraavassa keskityttiin enemmän levyn ominaisuuksiin. Ensimmäinen koeajo ajettiin märkätilalevyn reseptillä ja kaksi muuta perinteisen tuulensuojalevyn reseptillä, johon oli tehty pieniä muutoksia. Koeajoissa testattiin normaalin tuotannon aikana tehtävät testit ja kolmannesta koeajosta toimitettiin näytteitä CE-merkinnän vaatimiin testeihin, joita ei testattu tehtaan omassa laboratorioissa.

Ennen koeajoa tehtiin riskiarviointi, jossa pyritään tunnistamaan mahdollisia vaaranpaikkoja sekä terveyshaittoja. Arvioinnin tavoitteena on parantaa työturvallisuutta. Riskiarvioinnissa päätettiin, että kartonkiasemalla ja mikserillä tulee käyttää suojalaseja ja pinoitteita tulee käsitellä aina suojakäsineillä ja liitosta tehtäessä vaaditaan viiltosuojakäsineet. Levyä käsitellessä tulee aina käyttää viiltosuojakäsineitä niin linjalla, veitsellä kuin ulosotossakin. Arvioitiin, että levyn reuna on todennäköisesti hieman terävämpi kuin kartonkilevyillä. Kun lasikuituhuopaa käsitellään paljon, esimerkiksi linjalta isompia määriä purettaessa, tulee käyttää hengityssuojainta. Riskiarvioinnin lisäksi myös koeajon aikana oli tärkeää seurata ja arvioida mahdollisia riskejä koko ajan, vaikka ajossa ainoa uusi materiaali oli lasikuituhuopa. [8; 9.]

Koeajojen tarkoituksena oli oppia lasikuituhuovan toiminnasta ajettaessa sitä tuotantolinjalla ja tunnistaa mahdolliset ongelmat, haasteiden paikat sekä kehityskohteet. Ei ollut varmaa, voiko tämän tyyppistä tuotetta valmistaa Kirkkonummen tuotantolinjalla. Lisäksi Kirkkonummen tuotantolinjan kuivuri on uniikki, joten mahdollisia referenssitietoja ei ollut saatavilla, joten koeajossa pyrittiin oppimaan kuivurin asetuksista ja lämmöistä lasikuituhuopapinnoitteisilla tuotteilla. [8; 9.]

## 5.1 Ensimmäinen koeajo

Ensimmäinen lasikuituhuovan koeajo oli Kirkkonummen tehtaalla marraskuussa 2019. Koeajossa testattiin tuotantolinjan käytettävyyttä. Tavoitteena oli ajaa yhdet pinnoiterullat ja saada ajettua tuote linjan läpi siten, että pinnoitteen ja ytimen välinen sidos on pitävä. Ei ollut varmaa voiko kartonkilaitteilla ajaa myös lasikuituhuopaa, tarttuuko huopa kipsiin tai irtoaako huopa kuivurissa ja saadaanko levy ajettua myös sahalla. [8.]

Koeajo suoritettiin märkätilalevyn eli GRI-reseptillä ja levyn paksuus oli 12 mm. Koeajo oli kaksi vaiheinen, ensimmäisessä vaiheessa pyrittiin ajamaan noin 30 minuuttia stabiilia tuotantoa ja toisessa vaiheessa ajamaan noin 15 minuuttia siten, että silikonia lisättiin niin paljon kuin mahdollista. Koeajon kesto olisi siis n. 45–60 minuuttia. Ajossa tuli varautua, että levy käyttäytyy eri tavoin tuotantolinjalla, koska sen kitkan epäiltiin olevan suurempi kuin kartongilla. Suurempi kitka voisi aiheuttaa ongelmia PPY-pöydällä, jossa pinotaan kaksi levyä päällekkäin. PPY-pöydältä levy jatkaa sahalinjalle. Levyjä pinottaessa kitka voisi aiheuttaa ongelmia, koska levyt eivät osuisi välttämättä kohdakkain. [9.]

Koeajosta otettiin näytteet molemmista vaiheista ja testattiin kokonaisimeytyminen, Cobb ja murtolujuudet.

### Ensimmäisen koeajon tulokset

Kitkalla ei huomattu olevan vaikutusta ajossa ja muutoinkin ajo onnistui hyvin. Huomattiin kuitenkin, että lasikuituhuopa pölyttää enemmän ja siitä irtoaa pientä muhjuja. Cobb-testejä tehdessä huomattiin, että Cobb-laitetta tulee muokata, sillä testilaitte vuosi vettä, koska sitä ei saatu ruuvattua tarpeeksi tiiviisti lasikuituhuovan pintaan ilman, että huopa

vaurioituu. Tämän takia osa pinnan ja kaikki taustan Cobb-testeistä epäonnistui. Koeajon tulokset on esitetty taulukossa 1. [8.]

Taulukko 1. Koeajon tulokset 11/2019

Vaihe	Kokonaisimeytyminen	Cobb (pinta) (g)	Cobb (tausta) (g)	Murtolujuus (pinta pitkitäin) (N)	Taipuma (mm)	Murtolujuus (tausta poikittain) (N)	Taipuma (mm)
1.	12,38 %	2,47		714,6	17,5	561,7	19,8
1.	13,36 %			736,6	18,9	500,4	19,0
1.	11,89 %			724,2	18,9	498,2	20,4
2.	8,41 %	0,9		681,9	19,1	535,5	19,9
2.	6,14 %	0,79		745,0	18,8	475,0	16,3
2.	7,28 %			756,0	18,8	481,0	17,5

## 5.2 Toinen koeajo

Toinen koeajo suoritettiin maaliskuussa 2020 ja siinä tavoitteena oli ajaa ensimmäisestä ajosta jääneet pinta- sekä taustarullat ja jatkaa ajoa täysillä rullilla. Tavoitteena oli saada tuote läpi linjalta siten, että pinnoitteen ja ytimen välinen sidos on pitävä sekä saada tehtyä pinnoitteeseen onnistunut liitos. Lisäksi haluttiin saada veden kokonaisabsorptiotulokset ja vertailla normaalia GTS-tuotetta lasikuituhuovalliseen tuotteeseen. Tavoitteena oli saada veden kokonaisabsorptioluokaksi H2 ja saada säänkestoksi 6 kk tai 12 kk kun tuote on suojaamattomana ulkoeristyksessä. Koeajoa pyrittiin ajamaan noin 30 minuuttia stabiilia ajoa. Ajo ajettiin työnimellä GTX 9.

Kipsiytimen raaka-aineet ovat samoja kuin GTS-ytimessä, mutta siinä oli pieniä eroavaisuuksia esimerkiksi annostelussa. Lasikuidun määrä vastaa Glasroc X:n lasikuidun määrää suhteutettuna levyn paksuuteen, minkä vuoksi massa saattaa olla normaalia jäykempää ja sitä tuli säätää tarvittaessa dispergointiainetta lisäämällä. Reseptissä ei ollut tärkelystä ja vaahtopaino pidettiin normaalia painavampana. Kuivuriin säädettiin pienemmät lämmöt pinnoitteen läpäisevyyden takia. Liitosta tehtäessä käytettiin kaksinkertaista

teippausta ja koeajoa varten oli hankittu parempaa teippiä. Ajonopeudeksi suunniteltiin 50 m / min ja ajamaan levy 2700 mm pitkänä 8 mm:n sahausvaralla. Nippuihin laitetaan 60 kpl / nippu. [10.]

Koeajosta otettiin näyte ulosotossa heti kuin mahdollista ja sen jälkeen otettiin uusi näyte vähintään 5 minuutin välein. Näytteistä testattiin lujuus, veden kokonaisabsorptio heti linjalta sekä olosuhteutettuna, lisäksi testattiin iskunkesto sekä muut normaalit ajon aikana tehtävät mittaukset. Koeajon levyistä tehtiin testirakennelmat ulos säänkeston testaamista varten. [10.]

#### Toisen koeajon tulokset

Toisessa koeajossa liitokset eivät onnistuneet, koska pintaliitos katkesi muotoilupöydällä teippauksen peittäminen takia ja taustaliitos katkesi ensimmäiselle kiillotusraudalle, kun laadunvaihdossa vaihdettiin ajoon GTS. Koeajossa huomattiin, että kommunikointi ei ollut riittävää ja operaattorit eivät olleet saaneet riittävän selkeää tietoa koeajosta tai sen ajankohdasta. Koeajosuunnitelmat oli toimitettu yhtä vuorokautta ennen tuotannon tautotilaan ja mikserille, mutta korona pandemia vaikutti varmasti osaltaan tiedon kulkuun. Lasikuidusta tulee paljon muhjuja, joka kertyy paakkuvahteihin ja kiillotusraudoille, eikä tämän takia paakkuvahteja voitu käyttää. Huopa myös pölyää mikserialueella, joten EHS-osaston kanssa tutkitaan tarvittavia lisätoimenpiteitä ja lisäsuojavarusteiden käyttöä, kun tuotantoa tehdään isommalla skaalalla. Muutoin ajo oli tasaista ja stabiilia. Kiuurin lämpötiloja tulee vielä optimoida myös seuraavissa ajoissa. Seuraavaan koeajoon tuli selvittää mitä teippiä Ruotsissa käytetään vastaavan tuotteen ajossa ja tilata kyseistä teippiä testiin. Toisen koeajon tulokset on esitetty taulukossa 2. [11.]

Taulukko 2. Koeajon tulokset 3/2020

Vaihe	Kokonaisimeytyminen	Cobb (pinta) (g)	Cobb (tausta) (g)	Murtolujuus (pinta pitkitäin) (N)	Taipuma (mm)	Murtolujuus (tausta poikittain) (N)	Taipuma (mm)
1.	11,18 %	3,32	5,18	512,1	26,7	406,9	28,79
1.	7,91 %	0,88	epäonnistui	573,3	29,1	418,5	28,6
1.	8,15 %	0,78	1,28	557,5	30,7	389,1	30,43
1.	8,34 %			560,2	30,4	381,5	28,56
1.	8,38 %			567,6	32,5	384,8	28,24
2.	7,98 %	0,52	0,84	561,8	32,7	407,1	32,24
2.	7,76 %	0,55	0,8	541,2	28,8	355,4	27,71
2.	10,51 %			561,4	31,1	354,5	29,21
2.	7,50 %	0,67	1,49				

### 5.3 Kolmas koeajo

Koeajo suoritettiin heinäkuussa 2020 tuotenimellä Glasroc GTX 9. Koeajon tavoitteet olivat suurilta osin samat kuin toisessa koeajossa. Koeajossa pyrittiin valmistamaan H2-luokan levyjä lanseerausta varten tehtäviin testeihin sekä valmistaa jo myyntiinkin tulevia levyjä. Koeajon pituudeksi suunniteltiin 60 minuuttia stabiilia ajoa. Ajo aloitettiin edellisestä ajosta jääneillä vajailta lasikuituhuoparullilla ja kun ajo olisi vakaata, tehtäisiin liitos heti muutaman minuutin kuluttua. Tavoitteena oli myös selvittää, olisiko mahdollista saavuttaa H1-luokka veden kokonaisabsorptiossa. [12.]

Kipsiytimen raaka-aineet ovat samoja kuin GTS-ytimessä, mutta siinä oli muutamia huomioita. Lasikuidun määrä vastaa Glasroc X:n lasikuidun määrää suhteutettuna levyn paksuuteen, jonka vuoksi massa saattaa olla normaalia jäykempää ja sitä tulee säätää tarvittaessa dispergointiainetta lisäämällä. Reseptissä ei ole tärkkelystä ja vaahtopaino pidetään normaalia painavampana ja reseptiin annostellaan pieni määrä sementtiä. Sementti lisää emäksisyyttä, jolloin silikoni toimii paremmin. Silikonin oikean määrän optimointi on tärkeää, koska se on hintava raaka-aine. Silikonin annostelu nostetaan maksi-

misyötölle ajon viimeiseksi 15 minuutiksi. Kuivuriin säädettiin pienemmät lämmöt pinnoitteen läpäisevyyden takia. Liitosta tehtäessä käytettiin tuplateippausta ja koeajoa varten oli hankittu parempaa teippiä. Ajonopeudeksi suunniteltiin 50 m / min ja ajamaan levy 3000 mm pitkänä 8 mm sahausvaralla. Nippuihin laitetaan 60 kpl / nippu. [12.]

Ensimmäisestä vaiheesta oli tarkoitus ottaa 5 näytettä ja toisesta vaiheesta 3 näytettä. Ensimmäisestä vaiheesta otettiin lisäksi 3 nippua karanteenialueelle ITT-testejä varten. Näytteisiin tuli merkittä leima-aika sekä prosessisuunta. Näytteistä testattiin lujuus, veden kokonaisabsorptio heti linjalta sekä olosuhteutettuna. Lisäksi testattiin muut normaalit ajon aikana tehtävät mittaukset. [12.]

### Kolmannen koeajon tulokset

Ennen ensimmäistä starttia ajettiin liitos GEK:istä (Gyproc erikoiskova kipsilevy) lasikuituhuovalle onnistuneesti ajonopeuden ollessa 60 m/min. Lasikuitu-lasikuituliitos jäi testaamatta, koska pinta- ja taustahuopien hännät karkasivat pukeilta 40 minuutin ajon jälkeen. Eli lasikuituhuoparulla loppui yllättäen ennen kuin ehdittiin tekemään liitos. Levyissä huomattiin mustia jälkiä, jotka johtuvat lasikuituhuovan valmistajasta. Pohdittiin haittaavanko jäljet, koska ne eivät jää näkyviin, koska levyjen päälle tulee ulkoerhoilu. Lisäksi levyjen valkoiseen pintaan tippui ruosteista vettä kuivurin puhalluslaatikosta. Koska levyt menevät kerroksittain kuivurissa, ongelma on yleinen silikonia sisältäviä levyjä ajettaessa. Ruosteiset vesitahrat eivät vaikuta laatuun, mutta ovat kosmeettinen haitta. Vaikka ulkoerhoitus tulee levyjen päälle, ulkonäkö vaikuttaa myyntiin. [13.]

Muhjun muodostuminen oli edelleen ongelma, jonka vuoksi paakkuvahteja ei voitu käyttää. Koeajon ensimmäinen aloitus epäonnistui, koska pyörien noston jälkeen aihio luisti levylinjalla ja pysähtyi, mutta toinen startti onnistui. Kuivurin lämpöjä tulee tarkastella myös jatkossa. Ajon loppuun oli tarkoitus lisätä reseptiin maksimisilikonimäärä, jotta testattaisiin, kuinka alas veden kokonaisabsorptiotuloksissa päästäisiin, mutta tämä jäi tekemättä. Kolmannen koeajon ensimmäisen vaiheen tulokset on esitetty taulukossa 3. [13.]

Taulukko 3. Koeajon tulokset 7/2020

Vaihe	Kokonaisimeytyminen	Cobb (pinta) (g)	Cobb (tausta) (g)	Murtolujuus (pinta pitkittäin) (N)	Taipuma (mm)	Murtolujuus (tausta poikittain) (N)	Taipuma (mm)
1.	8,13 %	2,86	1,58	507,9	29,5	365,3	26,14
1.	7,10 %	1,19	1,32	525,4	30,7	416,2	30,3
1.	6,75 %			542,0	31,4	424,0	31,65

Koeajon levyistä teetetään lanseerausta varten tarvittavat testit. Tuotannon mielestä levy on ajettavissa, kunhan levyn pinnassa olevat laatuvirheet ja likaantuminen saadaan poistettua. [13.]

## 6 Tulosten tarkastelu

Ensimmäisessä koeajossa ensimmäisen vaiheen kokonaisimeytymiset eivät saavuttaneet vaadittavaa H2-tasoa, jonka raja on  $\leq 10$  %. Myös ensimmäisen vaiheen ainoa onnistunut Cobb-testi ylitti H2 raja-arvon, joka on  $\leq 2,2$  g. Toisen vaiheen kokonaisimeytymisissä päästiin tavoitellun imeytymisprosentin alle (8–9 %), joka on hieman alle standardissa asetetun 10 %.

Toisessa koeajossa saavutettiin tavoiteltu H2-imeytymislukua ajon molemmissa vaiheissa. Tulokset olivat selkeästi alle 10 % ja keskiarvo asetetussa 8–9 %. Silikonin anostelua lisäämällä ei todettu olevan suurta vaikutusta veden kokonaisabsorptiotuloksiin, sillä keskiarvot eroavat vain 0,4 %. Ensimmäisen vaiheen kokonaisimeytymisen keskiarvo oli 8,8 % ja toisessa vaiheessa 8,4 %.

Kolmannessa koeajossa saavutettiin H2-luokka veden kokonaisabsorptiolle. Tulokset olivat suoraan tuotannosta 8,1–8,2 % ja varsinaisissa tuotetesteissä veden kokonaisabsorption keskiarvo oli 7,33 %.

Säänkestävyysajossa Storm ja GTX kestivät ilman vaurioita 100 sykliä, ja ainoastaan GTS-levyssä havaittiin pinnassa pientä aaltoilua. Rakenne tarkasteltiin silmämääräisesti ja mahdolliset vauriot kartoitettiin, minkä jälkeen testiä jatkettiin 500 sykliin asti.

Taulukossa 4 on vertailtu GTS 9 ja GTX 9 ja GHS 9 Stormin ilmoitettuja suoritustasoja. GTS 9:n ja GHS 9:n tulokset on otettu suoraan niiden suoritustasoilmoituksista, tähän oppinnäytetyöhön liittyviä testejä on suoritettu vain lanseerattavalle GTX 9:lle. Tuloksiltaan GHS 9 ja GTX 9 ovat varsin samankaltaiset, joka johtuu siitä, että ne ovat CE-tyypiltään lähes samanlaiset. GTS 9 ominaisuudet poikkeavat joiltain osin selkeästi. Tämä johtuu siitä, että levyssä sovelletaan eri standardia, koska levy on kartonkipintainen.

Taulukko 4. GTS-, GHS Storm- ja GTX-levyjen suoritustasojen vertailu

Tuulensuojalevyjen suoritustasojen vertailu			
Tuotenimi	GTS 9	GHS 9 Storm	GTX 9
Levyn pinta	kartonki	lasikuituhuopa	lasikuituhuopa
Nimellispaksuus	9,5 mm	9,5 mm	9,5 mm
Nimellispaino	7,2 kg/m <sup>2</sup>	7,6 kg/m <sup>2</sup>	7,6 kg/m <sup>2</sup>
Leveys	1200 mm	1200 mm	1200 mm
Pituus	2700 mm, 3000 mm	2700 mm, 3000 mm	2700 mm, 3000 mm
CE-tyyppi	EH2-9,5	GM-H1	GM-H2
Euroluokka	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0
Veden kokonaisabsorptio	H2 (<10 %)	H1 (<5 %)	H2 (<10 %)
Lujuus pinta pitkittäin	400 N	408,5 N	408,5 N
Lujuus tausta poikittain	160 N	159,6 N	159,6 N
Leikkauslujuus per kiinnike	290 N	240 N	299 N
Vesihöyrynvastus	10	10	11
Lämmönjohtavuus	0,25 W/m*K	0,25 W/m*K	0,25 W/m*K
Ilmatiiviys		0,0006 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h Pa	0,0006 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h Pa
Säänkesto	3 kk	12 kk	6 kk



Levyn pinnassa havaitut ulkonäkövirheet ovat vielä selvityksessä, voiko niille mahdollisesti tehdä jotain. Asia on haastava, koska mustat jäljet johtuvat lasikuituhuovan valmistajasta ja ruosteiset ”kahvitahrat” kuivurista, kun sillä ajetaan silikonista sisältäviä levyjä. Näillä näkymin tuotteen lanseeraus on maaliskuussa 2021 ja ensimmäinen varsinainen tuotantoajo helmikuussa 2021.

## **7 Johtopäätökset**

Glasroc GTX tuulensuojajärjestelmä on tuulitiivis ja kosteudenkestävä, joten rakenteelle voidaan taata 6 kuukauden säänkesto. Tämän ansiosta julkisivu voidaan jättää verhoamatta esimerkiksi talven ajaksi.

Uusi tuulensuojalevy GTX 9 on täyttänyt sille asetetut laatuvaatimukset.

## Lähteet

- 1 Saint-Gobain Suomessa. Verkkoaineisto. Saint-Gobain. <<https://www.saint-gobain.fi/suomessa>>. Luettu 3.11.2020.
- 2 Rakennustuotteiden tyyppihyväksyntä. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/tyyppihyvakysynta>>. Luettu 5.11.2020.
- 3 Kiwa Inspecta. Rakennustuotteiden Sertifiointi, opas tuotesertifiointista ja tuotteiden laadun osoittamisesta.
- 4 Rakennustuotteiden tuotehyväksyntä. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakennustuotteet>>. Luettu 5.11.2020.
- 5 Standardi, SFS-EN 520:2004+A1:2009 Gypsum Plasterboards. Definitions, requirements and test methods. 2010
- 6 Standardi, SFS-EN 15283-1 + A1 Kuituvahvisteiset kipsilevyt. Määritelmät, vaatimukset ja testimenetelmät. Osa 1: Mattovahvisteiset kipsilevyt. 2008.
- 7 Standardi, SFS-EN 12667 Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden lämpötekniset ominaisuudet. Lämmönvastuksen määrittäminen kuumalevy- ja lämpövirtalevy-laitteella. Tuotteet, joilla on korkea tai suhteellisen korkea lämmönvastus. 2001.
- 8 Turunen, Antti. 2019. Laatupäällikkö, Saint-Gobain Finland Oy, Gyproc, Kirkkonummi. Palaveri 12.11.2020
- 9 Järveläinen Jukka. 2019. Koeajosuunnitelma, lasikuituhuopa 1. koeajo 29.11.2019. Gyproc Kirkkonummi.
- 10 Järveläinen Jukka. 2020. Koeajosuunnitelma, lasikuituhuopa 2. koeajo 25.3.2020. Gyproc Kirkkonummi.
- 11 Järveläinen Jukka. 2020. Koeajoraportti, lasikuitu 2. koeajo 25.3.2020. Gyproc Kirkkonummi.
- 12 Järveläinen Jukka. 2020. Koeajosuunnitelma, lasikuituhuopa 3. koeajo 1.7.2020. Gyproc Kirkkonummi.
- 13 Järveläinen Jukka. 2020. Koeajoraportti, lasikuitu 3. koeajo 1.7.2020. Gyproc Kirkkonummi.