

 **Toiminnallinen testaus**

Asiakas:

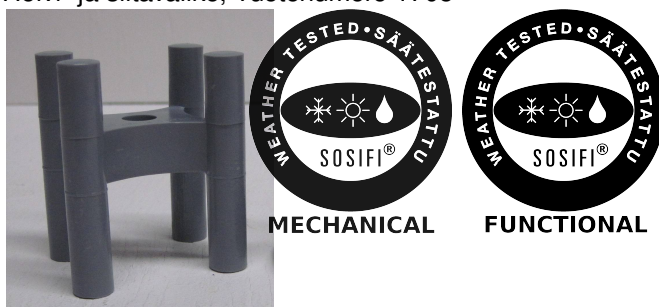


Tutkimussopimus:

ref.no: OkariaTakomo__ta021013HS.pdf

Kohde:

Holvi- ja siltavälike, Tuotenumero 1705



Kuvio 1. Holvi- ja siltavälike 1705

Testausaika:

Testaus alkoi: 12.11.2013

Testaus päättyi: 10.12.2013

Testauksen tarkoitus:

Testauksessa tutkittiin siltavälikkeiden (siltojen raudoitustukien) mekaanisia ominaisuuksia, erityisesti auringon säteilylle altistumisen mahdollisesti aiheuttamia muutoksia mekaanisissa ominaisuuksissa. Todellisessa käyttöympäristössään siltavälike voi olla ulkona auringon valolle alttiina pitkiäkin aikoja, muutamia kuukausia, ennen valua.

Näytteille suoritettiin erilliset testit, joissa toisessa oli sekä UV- että lämpöaltistus ja toisessa pelkkä lämpöaltistus, jotta saadaan selville onko materiaalin ja tuotteen mahdollisen heikkenemisen syynä auringon UV- vai lämpöärsitys.



Testausmenetelmä:

Yhtäjaksoinen 500 h altistus, kaksi erillistä testiä:

- 1) UV-säteily, intensiteetti 100 W/m^2 , näytteen pintalämpötila $+40^\circ\text{C}$
- 2) Lämpö, $+40^\circ\text{C}$

Mekaaninen testaus 0 h, 170 h (1 vk), 340 h (2 vk) ja 500 h (3 vk) altistuksen jälkeen
Visuaalinen tarkastelu ennen ja jälkeen altistuksen

Testausmenetelmän validointi:

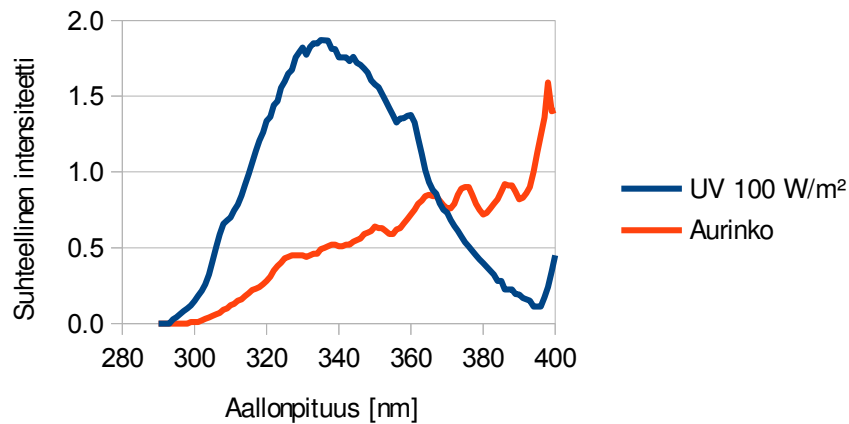
UV-säteily ja lämpö ovat pääasiallisia syitä polymeerimateriaalien, kuten muovien, mekaanisten ominaisuuksien ja ulkonäön muutoksiin. Näytteiden testissä saama UV-energian kokonaismäärä vastaa noin vuoden annosta luonnonolosuhteissa Etelä-Suomessa ja lämpötila vastaa kuuman kesäpäivän olosuhteita Suomen kaltaisessa ilmastossa.

Suoritettujen toimenpiteet:

UV-säteilykentän intensiteetti mitattiin tarkkuuspyranometrillä 7×3 -matriisista, joka kattoi tasaisesti näytealuetta. Mitattu intensiteetti oli $97 \pm 2 \text{ W/m}^2$.

Tässä testissä käytetty UV-säteily sisältää samat aallonpituudet kuin luonnollinen auringon UV-säteily. Säteilyn intensiteetti oli suurempi kuin luonnonvalossa, mitä käytetään tällaisessa kiihdytetyssä testauksessa nopeuttamaan UV-säteilyn aiheuttamia muutoksia.

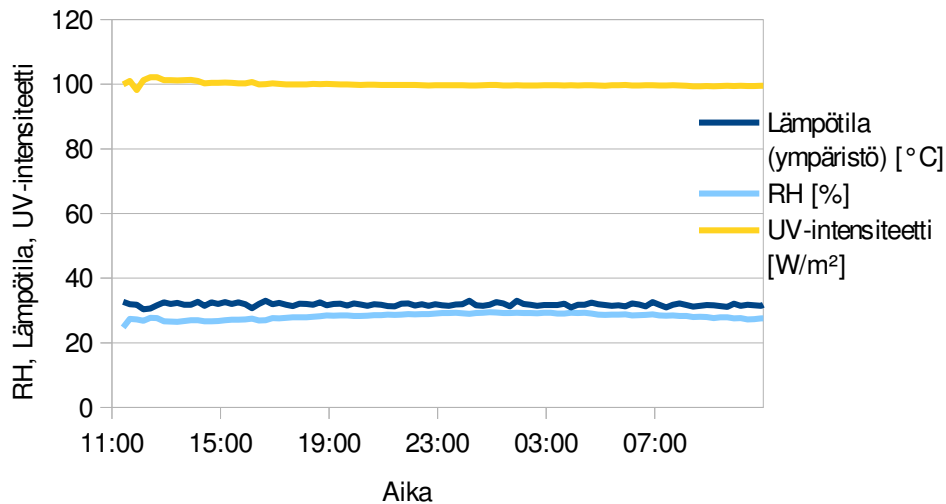
Testissä käytetyn UV-säteilyn ja auringon UV-säteilyn spektrit on esitetty kuviossa 2.



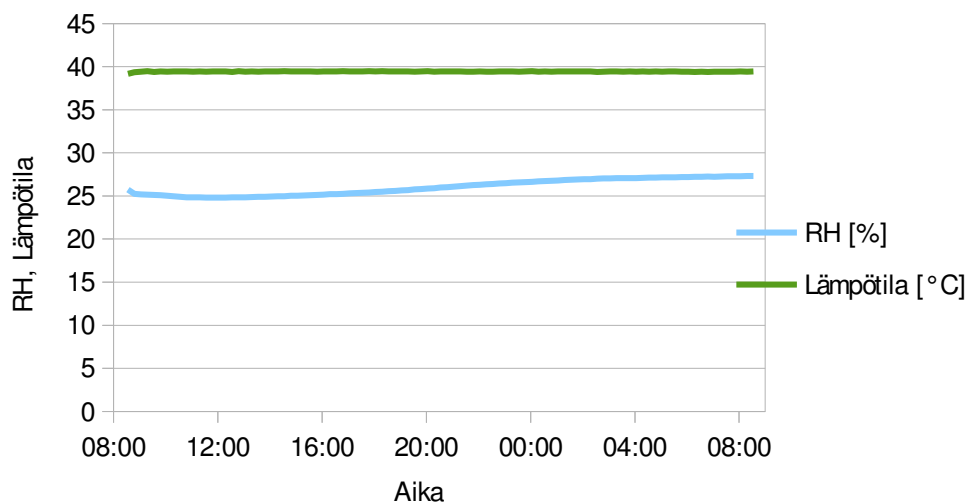
Kuvio 2. Testissä käytetyn UV-säteilyn (sininen käyrä) ja auringosta tulevan UV-säteilyn (punainen käyrä) spektrit. UV-säteilyn suhteellinen intensiteetti aallonpituuden funktiona.

UV-säteilyn vaikutuksesta näytteiden, erityisesti tummien näytteiden, pintalämpötilat ovat korkeampia kuin ympäröivän ilman lämpötila. Tässä testissä mitattiin pääasiallisen tutkimuskohteen, harmaan siltavälikkeen, pintalämpötila UV- altistuksessa IR-lämpömittarilla. Tavoitteena oli saavuttaa olosuhteet, joissa pintalämpötila on 40°C . Mitattu pintalämpötila oli $40 \pm 2^\circ\text{C}$, kun ympäristön lämpötila oli noin 35°C ja UV-säteilyn intensiteetti edellä mainittu $97 \pm 2 \text{ W/m}^2$.

Lämpöaltistuksessa säädettiin olosuhdekaapin lämpötilaksi 40°C, jolloin myös näytteiden pintalämpötila oli hyvin lähellä tätä arvoa. Olosuhteet UV-altistuksen ja lämpöaltistuksen aikana on esitetty kuvioissa 3 ja 4.



Kuvio 3. Olosuhteet UV- ja lämpöaltistuksen aikana. Ympäristön lämpötila, suhteellinen kosteus (RH) ja UV-säteilyn intensiteetti 24 tunnin ajalta. Tässä esitetty intensiteetti on mitattu laitteiston kontrollointiin tarkoitetulla nopeavasteisella fotodiodilla.



Kuvio 4. Olosuhteet lämpöaltistuksen aikana. Suhteellinen kosteus (RH) ja lämpötila 24 tunnin ajalta.

Näytteet merkittiin ennen altistusta seuraavasti:

T = lämpöaltistus (ilman kirjainta = UV-altistus)

Piste •, pisteiden lukumäärä vastaa altistuksen kestoa

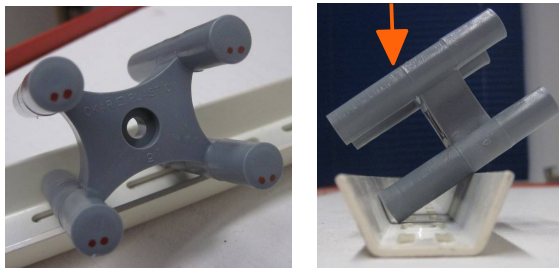
Ei pistettä = 0 h

• = 170 h (~1 vk)

•• = 340 h (~2 vk)

••• = 500 h (~3 vk)

Merkinnät tehtiin siltavälikkeisiin jokaisen tukipilarin molempiin päihin, ks. Kuvio 5(a). Näin pyrittiin varmistamaan että mekaanisessa testauksessa mahdollisesti irtoavien osien alkuperä tunnistetaan. Näytteet asetettiin testauslaitteeseen kuvion 5(b) osoittamalla tavalla vinottain näytealustalle. Yksi erä (5 kpl) siltavälikkeitä asetettiin vertailunäytteeksi myös suoraan pystyasentoon, jotta nähdään onko asennolla vaikutusta. UV-säteilyn tulosuunta oli ylhäältä alaspäin.



(a)

(b)

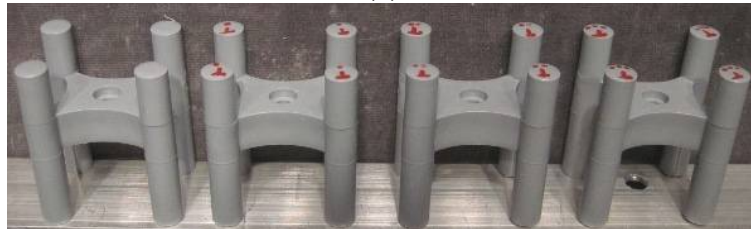
Kuvio 5. (a) Esimerkki näytteiden merkitsemisestä. Tässä näytteessä ei ole kirjainta, mikä merkitsee UV-altistusta. Kaksi pistettä merkitsee 340 h altistusaikaa. Merkitsemiskäytäntö on selostettu tekstissä. Samanlaiset pisteet on merkitty myös tukipilareiden toisiin päihin. (b) Siltavälike UV-testauksen näytealustalla. Nuoli kuvaa UV-säteilyn tulosuuntaa.

Lämpö- ja UV-altistuksen jälkeen näytteitä tarkasteltiin visuaalisesti. Pelkkä lämpöaltistus ei aiheuttanut näkyviä muutoksia näytteiden ulkonäköön. Harmaiden siltavälikkeiden pinta muuttui UV-altistuksen kuluessa hiukan epätasaisemmaksi ja sen kiilto heikkeni. Kuviossa 6 on esitetty valokuvia näytteistä altistusten jälkeen.



UV: 0 h 170 h 340 h 500 h

(a)



T: 0 h 170 h 340 h 500 h

(b)

Kuvio 6. Harmaa holvi- ja siltavälike kuvattuna (a) UV-altistuksen ja (b) lämpöaltistuksen (T) jälkeen. Altistusaika on merkitty kuviin.

Mekaaninen testaus

Mekaaninen testaus suoritettiin 0 h (ei altistusta), 170 h, 340 h ja 500 h altistuksen jälkeen. Mekaaniset testit tehtiin huoneenlämpötilassa. Näytekappaleita puristettiin Kuvion 7(a) mukaisella laitteistolla ja rekisteröitiin puristusvoima, joka sai aikaan kappaleiden murtumisen. Puristava sauva oli harjaterästä ja sen halkaisija oli 16 mm. Murtumisella tarkoitetaan Kuviossa 7 (b) nähtäviä ilmiöitä. Harmaat siltavälikkeet lohkesivat keskeltä. Kussakin puristuskokeessa oli aina 5 kpl samanlaisia näytteitä ja tuloksena on ilmoitettu näiden keskiarvo. Tulokset on esitetty Taulukossa 1 ja Kuviossa 8.



(a)



(b)

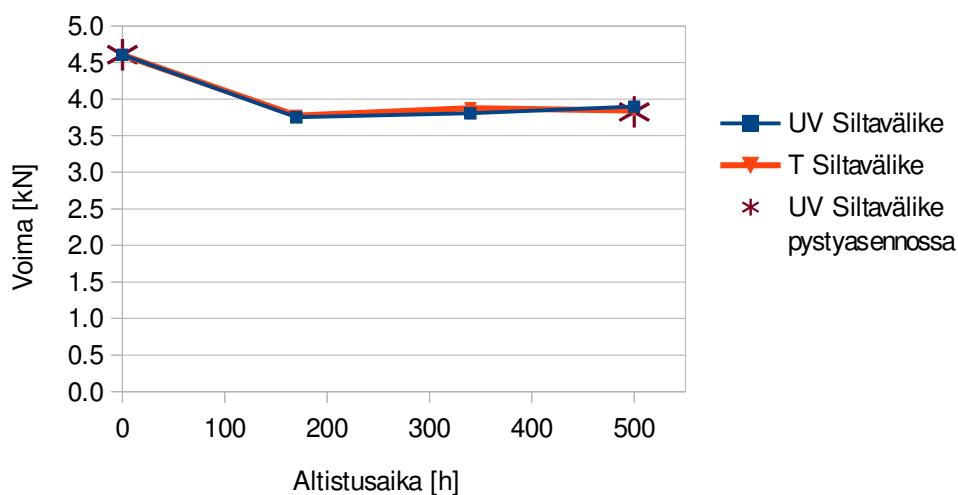
Kuvio 7. (a) Mekaanisessa testauksessa käytetty puristuslaitteisto. (b) Ylhäältäpäin kohdistetun puristusvoiman aikaansaama murtuma siltavälikkeessä.

Tuloksista havaitaan, että harmaan siltavälikkeen puristuslujuus heikkenee heti 170 h altistuksen jälkeen n. 15 % ja pysyy samalla tasolla 500 h asti. Yhdistetyn UV- ja lämpöaltistuksen sekä pelkän lämpöaltistuksen aiheuttama vaikutus on samanlainen. Tästä voidaan päätellä, että harmaan siltavälikkeen mekaanisten ominaisuuksien muutos on lämpöaltistuksen aiheuttama.

Taulukko 1. Mekaanisen testauksen tulokset. Puristusvoima, joka aikaansaa kappaleen murtumisen.

Altistusaika [h]	Puristusvoima murtumishetkellä [kN]	
	UV + lämpö	Lämpö
0	4.608	4.608
170	3.752	3.774
340	3.806	3.876
500	3.898	3.844
500*	3.826*	

*Näyte pystyasennossa



Kuvio 8. Mekaanisen testauksen tulokset. Kappaleen murtumiseen vaadittava voima altistusajan funktiona. Merkintä UV tarkoittaa yhdistettyä UV-säteily ja lämpöaltistusta ja T pelkkää lämpöaltistusta.

Käytetty laitteisto:

UV-testauslaite, nro 16
Olosuhdekaappi, nro 68
UV-säteilyn intensiteetti:

Pyranometri, nro 11, kalibroitu 9.9.2013, kalibrointi on voimassa
Jännitemittari, nro 24, kalibroitu 15.4.2013, kalibrointi on voimassa
Nro 16 / Fotodiodi, kalibroitu 12.11.2013, kalibrointi on voimassa
Nro 51 / Temp, kalibroitu 12.10.2012, kalibrointi on voimassa
Nro 32 IR lämpömittari, kalibroitu 21.02.2013, kalibrointi on voimassa

Lämpötila:

Suhteellinen kosteus:
Voima- ja extensometri:

Nro 51 / RH_aux, kalibroitu 1.7.2013, kalibrointi on voimassa
941071 (Turku AMK), kalibroitu 12.5.2011, kalibrointi on voimassa

Analyysi:

Säteilyn vastaavuus:

Keskimääräinen auringosta tuleva UV-säteilyenergia vuoden aikana Etelä-Suomessa on 54 kWh/m² vaakasuoralle pinnalle ja 47 kWh/m² pystysuoralle pinnalle. Täten tämän testin aikana saatu kokonaisenergia n. 50 kWh/m² vastaa noin 11 kuukautta vaakasuoralla pinnalla ja lähes 13 kuukautta pystysuoralla pinnalla luonnonolosuhteissa Etelä-Suomessa.

Yhteenveto:

Testattavat tuotteet altistettiin UV-säteilylle ja lämmölle sekä pelkälle lämmölle. Testin aikana saatu UV-säteilyn kokonaisenergia oli 50 kWh/m² ja tuotteiden pintalämpötila oli n. +40°C.

Pelkkä lämpöaltistus ja yhdistetty UV- ja lämpöaltistus aiheuttivat samanlaisen heikkenemisen harmaan holvi- ja siltavälikkeen (tuotenumero 1705) mekaanisissa ominaisuuksissa, joten heikkeneminen oli lämmön aikaansaama. Muutos oli havaittavissa jo ensimmäisessä mittauspisteessä 170 h altistuksen jälkeen eikä enää muuttunut siitä altistusajan kasvaessa. UV-altistus aiheutti vain pieniä visuaalisia muutoksia, pinnan kiilto heikkeni ja se muuttui epätasaisemmaksi.

Auringon UV-säteilyllä ei ole vaikutusta siltavälikkeen mekaanisiin ominaisuuksiin mutta jo lyhytkin altistuminen auringon säteilyn aiheuttamalle lämpenemiselle aiheuttaa puristuslujuuden heikkenemisen 15 %:lla.

Huomautukset:

Mekaanisen testauksen suoritti Turun Ammattikorkeakoulu (Turku AMK).

Toiminta ja raportointi perustuu standardiin ISO/IEC 17025:2005 'Testaus- ja kalibrointi-laboratorioiden pätevyys. Yleiset vaatimukset.'

Allekirjoitus:



Riitta Perälä
Littoinen, 20.1.2014

