

Grundintroduktion til vejrgæthedstest – tilbage til basis

Spørgsmålet på alles læber

Fjerde og sidste artikel i en serie som kort behandler de spørgsmål der oftest stilles om vejrgæthedstest.

Et hyppigt stillet spørgsmål er: "Hvordan påvirker temperaturen mine vejrgæthedstest i laboratoriet?" Prøveemnets overfladetemperatur er en ofte overset faktor i forbindelse med accelereret vejrpåvirkning. Tit baseres hovedparten af planlægningen og evalueringen udelukkende på bestrålingsstyrken og dens spektrale fordeling. Men også temperatureffekter kan have stor indflydelse på accelerationen og nedbrydningsvejen. Faktisk er de, når kun strålingsenergien (lysdosis) tages i betragtning, meget ofte årsagen til en dårlig korrelation (se ISO 4892-1) til udendørs eksponeringer.

Når det kommer til temperatur i forbindelse med vejrgæthedstest, er der primært to effekter der skal tages højde for:

1) Når temperaturen øges, stiger nedbrydningshastigheden (Arrhenius princip).

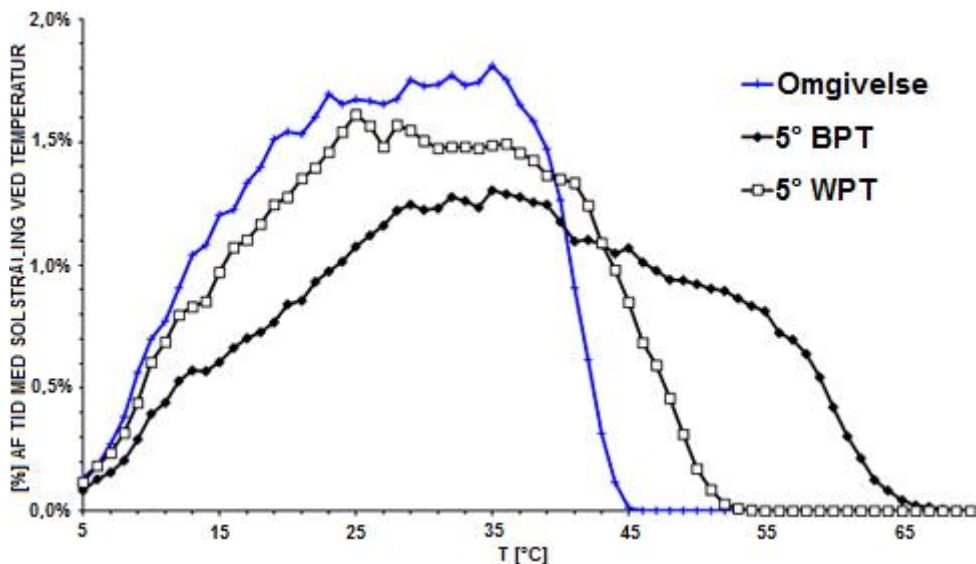
Dette gælder også for fotokemiske nedbrydningsreaktioner. Nedbrydningsgraden afhænger af materialet og ældningsmekanismen. En tommelfingerregel er at en temperaturstigning på 10 K (10 °C) fordobler reaktionstiden. Denne regel kan bruges hvis der ikke findes detaljeret information om nedbrydningsprocessen. Bemærk: Temperaturen reelle indflydelse kan afvige, men er materialespecifik.

Jo varmere, jo hurtigere! Det må være en fordel, ikke? Det kunne man forledes til at tro, men det er ikke altid tilfældet. Så hvad forhindrer os i bare vilkårligt at øge temperaturen for at opnå større acceleration? Svaret ligger i den anden temperatureffekt:

2) Stigning i temperaturen kan ændre nedbrydningsprocessen.

Den vigtigste faseændring for tekniske polymerer defineres af glasovergangstemperaturen (T_g). Glasovergangstemperaturen definerer temperaturen hvorved et amorft eller semikrystallinsk materiale går fra en hård og skrøbelig glasagtig tilstand til en viskos gummiagtig tilstand. Eftersom molekylære processer, som fx diffusion, er forskellige under og over glasovergangen, kan hele nedbrydningsprocessen være helt anderledes. Typiske tekniske polymerer har glasovergangstemperaturer der går fra -20 °C (polyolefiner) til 150 °C (polycarbonater) og højere. For at simulere nedbrydningen i deres slutbrugsmiljø er det vigtigt at polymerens tilstand er den samme i den accelererede test. For visse materialer, som fx PMMA og polyuretaner, ligger glasovergangstemperaturen i området for realistiske overfladetemperaturer i marken og under laboratorieforhold. Især her skal man i forbindelse med vejrpåvirkning i laboratoriet være særligt opmærksom på at opfylde betingelserne for felteksponering. I modsat fald kan én test ligge over mens den anden ligger under glasovergangstemperaturen, hvilket kan have en negativ effekt på korrelationen.


Kendskabet til prøveemnets overfladetemperatur i såvel dets slutbrugsmiljø som i den accelererede test understøtter realistiske test og fortolkningen af testdata. Ved udendørs eksponeringer afhænger prøveemnets overfladetemperatur under solstråling af prøvens energiabsorption, de omgivende forhold og selve prøveemnets varmeledningsevne og varmekapacitet. Figur 1 viser distributionen af den omgivende lufttemperatur i dagtimerne samt den sorte (BPT) og hvide pladetemperatur (WPT) i Phoenix, Arizona.



Figur 1: Temperatur i histogrammer: fordeling af omgivende lufttemperatur, BPT og WPT i Phoenix, Arizona i perioden 2008-2012 (Kilde: Atlas Dset Laboratories).

De fleste prøveemner under solvarme har sandsynligvis overfladetemperaturer der ligger mellem omgivelsestemperaturen og WPT (transparente prøveemner), eller mellem BPT og WPT (opake prøveemner). Prøver kan monteres enten med eller uden en isolerende understøtning, eksempelvis noget der ved tilsigtet brug bliver afkølet (af vind, vand eller andet), kontra noget der ikke afkøles i driftsposition (fx terrasseoverdækning eller vejskilte kontra tagsten eller taget på en bil). Monteringens kan derfor have stor indflydelse på overfladetemperaturen, og dermed også på dens nedbrydningsadfærd. For at opnå pålidelige vejrægthedstest er det således afgørende at betænke disse effekter i testparametrene.

I instrumenter med roterende karrusel, som fx Atlas Ci Weather-Ometer® eller Xenotest®, kan prøveemnet eksponeres enten med eller uden en understøtning. Brugen af en understøtning, og understøtningens egenskaber, vil påvirke overfladetemperaturen. Fx kan forskellen i overfladetemperaturen under standardbetingelser (ISO 4892-2 cyklus 1) på hhv. understøttede og ikke-understøttede transparente PMMA-plader være op til 14 K (14 °C) hvis der bruges en sortmalet metalplade som understøtning.

Prøveemne	ikke-understøttet	sortmalet underlag	rustfrit stål-underlag
$T_{\text{Overflade}} [^{\circ}\text{C}]$	41	55	50
PMMA			

Tabel 1: Overfladetemperatur [$^{\circ}\text{C}$] på transparente PMMA-prøver under den tørre fase af ISO 4892-2-cyklus 1 (60 W/m^2 (300-400 nm): kammertemperatur (CHT) = $38 \text{ }^{\circ}\text{C}$, sort standardtemperatur (BST) = $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$) i et Ci4000 Weather-Ometer® med S^3T -pyrometer (prøvespecifik overfladetemperatur) og Boro-S/Boro-S filtersystem (Kilde Atlas).

I betragtning af temperaturens effekter på den fotokemiske nedbrydning kan der være en stor påvirkning af testresultaterne fra to forskellige understøtninger, der følger den samme testcyklus. For at opnå en pålidelig anslået levetid er det derfor nødvendigt at tage højde for overfladetemperaturen, og at foretage en realistisk simulering af disse effekter i den accelererede test. Sidebemærkning: I

“flatbed”-instrumenter er prøveemnerne monteret på en prøvebakke. Påvirkningerne fra varmeledningsevnen og prøveunderstøtningen på overfladetemperaturen, og dermed på prøvedbrydningen, simuleres måske ikke realistisk. Derfor kan testresultater i “flatbed”-instrumenter afvige fra resultaterne i et instrument med roterende karrusel, medmindre der kompenseres for dem – eller selvfølgelig hvor prøven naturligt monteres med understøtning i brugssituation.

Specifikke overfladetemperaturer er svære at forudsige. De kan variere afhængigt af strålingskilden, materialeegenskaber og omgivelsesforhold. Derfor er det ikke muligt at forudsige prøveemners overfladetemperaturer udelukkende baseret på omgivelses-, kammer- samt BPT/BST-temperaturer uden nærmere kendskab til prøveemnets adfærd. Til tider ligger hvide temperatursensorer (WPT/WST) tættere på prøveemnets egenskaber, og kan give yderligere information. Men en måling af overfladetemperaturen på specifikke prøveemner, enten med termiske sensorer eller berøringsfri pyrometre (som fx Atlas S³T specifikke prøveoverfladetemperatursystem) giver mest information og dermed den mest troværdige fortolkning af data.

Hvis man ikke er sikker på den passende prøvemontering og dens indflydelse på prøvens termiske adfærd, eller hvis man har brug for assistance til at opsætte målinger af overfladetemperatur, er Atlas Consulting Group her til at hjælpe dig med at besvare disse spørgsmål. Atlas kan også hjælpe dig med at vælge de passende standarder, eller med at udvikle testcykluser, testmetoder eller komplette testprogrammer, som er egnet til både det produkt du skal teste og dets tilsigtede slutbrugsmiljø(er).