

# Byggematerialers vejrbestandighed

Af Scott Zimmerman, salgsdirektør, Atlas Weathering Services Group, Atlas Material Testing Technology LLC.

Overalt i den moderne verden spiller arkitekturen en vigtig rolle. Man kan hævde at det er udviklingen af interrimistiske bygninger for over 30.000 år siden <sup>[1]</sup> der siden har ført til udviklingen af det moderne samfund. Da mennesket begyndte at designe og konstruere primitive boliger af mudder eller strå (figur 1), blev det muligt at gå fra at være et migrerende jæger-samler-samfund til et landbrugssamfund med permanente bosættelser. Således blev arkitekturen født.



Figur 1.

Helt fra sin ydmyge begyndelse har arkitekturen været en manifestation af menneskets tekniske kunnen, magt og kunstneriske talent. Dette findes der adskillige beviser på helt tilbage fra oldtiden: klippehulerne i det sydvestlige USA, de egyptiske pyramider, mayaruinbyerne Chichen Itza og San Bartolo, Colosseum i Rom, Taj Mahal i Indien og inkabjergfæstningen Machu Picchu er alle velbevarede eksempler på menneskets forhold til arkitekturen. I vore dage identificerer vi ofte byer ud fra deres signaturbygninger, fx Det Hvide Hus, Louvre, Buckingham Palace, Operahuset i Sydney og Pearl Tower i Shanghai.

Den samme manifestation (eller fascination) gælder for individuelle boliger, anskueliggjort ved det engelske ordsprog: "En mands hjem er hans slot." Dette ordsprog stammer faktisk helt tilbage fra romertiden hvor det blev fremført af Cicero som: "Hvad er mere helligt, hvad er stærkere bevogtet af enhver hellig følelse, end en mands eget hjem?" <sup>[2]</sup>



Figur 2.

I dag tager vi for givet at vores boliger beskytter os mod omgivelserne, foruden at være komfortable og energieffektive. Vi forventer at bygningerne er en fysisk forlængelse af hvad vi gør, og hvem vi er samtidig med at de bevarer deres skønhed og integritet i meget lang tid. Og dette er faktisk et stort forlangende.

Hvem er ansvarlig for at vores bygninger bliver designet så de imødekommer disse enorme forventninger? For at kunne besvare dette komplekse spørgsmål, er vi nødt til først at forstå produkterne og de materialer der bruges i en klimaskærm.

Byggematerialer kan inddeles i indvendige og udvendige materialer (figur 2). Herunder ses nogle af de vigtigste grupper af produkter der bruges hhv. udvendigt og indvendigt i moderne bygninger. De spænder fra strukturelle/funktionelle til dekorative materialer.

## Udvendigt

- **Vinduesgruppering** – vinduer, døre og ovenlys (aluminium, træ, trækomposit, vinyl og fiberforstærkede hærdeplastprofiler).
- **Facade** – udvendig beklædning (aluminium, stål, træ, vinyl, fiberdug og cementholdige materialer).
- **Tagdækning** – tagspåner, tegl, membran, metal og væske.
- **Supplerende** – malinger, coatinger, plastik, klæbemidler, inddækning og isenkram.
- **Energieffektivitet** – bygningsintegrerede solceller (BIPV), glas, malinger og coatinger.
- **Strukturelt skelet** – træ, stål, aluminium og beton.
- **Etageadskillelse og rækværk** – træ og trækomposit, stål, aluminium og PVC.

## Indvendigt

- **Loft** – tagplader, træ, gips (glasfiber, træ og trækomposit, dekorative metaller og gipsplade).
- **Gulvbelægning** – tæppe, træ, trækomposit, klinker, sten, beton og laminater.
- **Indervæg** – træ, fliser, gips, sten og beton.
- **Supplerende** – malinger, coatinger og plastik.
- **Strukturelt skelet** – træ, stål, aluminium og beton.
- **Gelænder** – træ og trækomposit, dekorative metaller og PVC.

Ansvar for at opstille krav til den materialespecifikke holdbarhed, for at der testes i overensstemmelse med disse krav og at kravene overholdes, hviler på diverse industri-fokuserede organisationer, regeringsorganer, standardiseringsorganisationer, producenter af byggematerialer og testlaboratorier.

Sådanne organisationer inkluderer bl.a.:

- ASTM International.
- ISO (international standardiseringsorganisation).
- AAMA (sammenslutningen af amerikanske byggematerialeproducenter).
- WDMA (sammenslutningen af vindues- og dørproducenter).
- NAFS (nordamerikansk standard for vinduesgrupperinger).
- NGA (national glassammenslutning).
- IEC (Den Internationale Elektrotekniske Kommission).
- CRRC (rådet for klassificering af kolde tage).
- NRCA (den nationale sammenslutning af taglæggere).
- VSI (institut for udvendig beklædning).

Ovennævnte organisationer arbejder sammen med forbruger-, industri- og regeringsorganer om at udvikle standardiserede testmetoder som adresserer sikkerheden og produktets ydeevne. Metoderne definerer ydeevnen både ud fra et mekanisk/funktionelt og et æstetisk synspunkt; vi forventer ikke kun at vores hjem og huse kan modstå tidens tand hvad angår funktionalitet, men også at de bliver ved med at se nye ud.

Mange testmetoder er designet til at vurdere arkitektoniske elementers ydeevne på materiale-, komponent og systemniveau. Da byggematerialer typisk forventes at have en holdbarhed på 10, 20, 40 år eller mere, er påvirkningen fra vejrfaktorer som fx sollys, fugt og temperatur afgørende for materialernes ydeevne.

Mange af de ovennævnte industristandarder specificerer forskellige metoder til test af byggematerialers langsigtede vejrægtighed. Lad os se nærmere på nogle af de eksisterende vejrægtighedstest til byggematerialer.



Figur 3: Prøveemner placeret på stativer til udendørs eksponering på Atlas' testområde i det sydlige Florida.



Figur 4: Atlas MTT's testområde i ørkenen - Phoenix, Arizona.

## Naturlig udendørs vejrpåvirkning

Her er et par eksempler:

### AAMA

Til test af deres lakerede aluminium (AAMA 2603, 2604 og 2605), fiberforstærkede hærdeplast (AAMA 623, 624 og 625) og vinylprofiler (AAMA 613, 614 og 615) foreskriver AAMA 1 års, 5 års og 10 års (45° sydvendt) udendørs eksponering i det sydlige Florida. AAMA 613 foreskriver en ekstra nedbrydning ved 6 måneders, 1 års og 2 års eksponering.



Figur 5: Atlas MTT subtropisk testområde – Miami, Florida.

### CRRC

CRRC foreskriver 3 års udendørs test i Miami, Phoenix og Ohio (hvh. subtropisk, ørken- og tempereret klima).

### VSI

VSI forsøgsjournal foreskriver 2 års udendørs eksponering i Miami, Phoenix og Ohio.

### Ikke-industrispecifik

Eksempler på generelle standarder for udendørs vejrpåvirkning af byggematerialer:

- ASTM G7 – Standardpraksis for test af ikke-metalliske materialer ved eksponering for atmosfærisk miljø.
- ASTM D1435 – Standardpraksis for udendørs vejrpåvirkning af plastik.
- ISO 877 – Plastik – Metoder til eksponering for solstråling – Del 2: Direkte stråling og eksponering bag vinduesglas.

I forbindelse med vejrrægthedstest er de 2 mest aggressive af de primære referenceklimaer hhv. varmt/tørt ørkenmiljø og varmt/vådt subtropisk/tropisk miljø. Repræsentative eksponeringssteder inkluderer Phoenix, Arizona (figur 4) og Miami, Florida (figur 5).

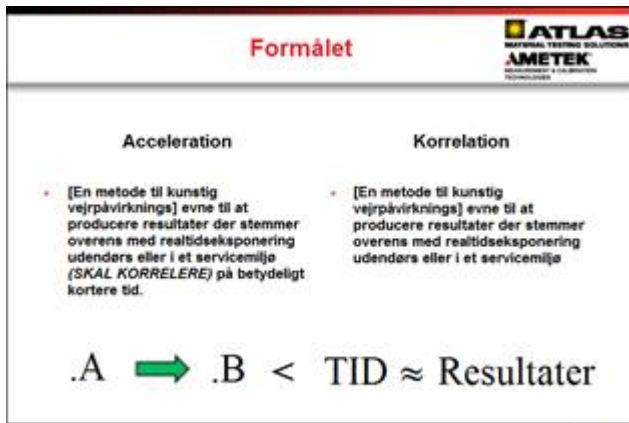


Figur 6: Atlas' globale eksponeringsnetværk af teststeder.

Det er almindeligt at teste hele bygninger eller funktionelle komponenter (fx dør- og vindueskarme) i referencemiljøer for at se hvordan de enkelte elementer i et system vil interagere med hinanden under de ekstreme forhold der hersker på de udendørs teststeder.

Yderligere test kan foretages på eksempelvis anlæg i højtliggende eller kystnære (korrosion) områder, i et tempereret klima ved høje breddegrader, ved ætsning af industrielle syrer eller andre steder hvor man kan teste materialernes holdbarhed i specielle miljøer. Der findes teststeder i nicheklimaer over hele verden. På figur 6 ses en liste over alle stederne der indgår i Atlas' Globale Eksponeringsnetværk (WEN).

Udendørs vejrrægthedstest er ekstremt vigtige i forbindelse med vurderingen af bygningsmaterialers ydeevne, men de kan ikke stå alene. Det er de færreste virksomheder der kan vente 5 år eller mere på at sende deres produkter på markedet, og derfor findes der en række accelererede vejrrægthedstest til bygningsmaterialer. De accelererede test kan udføres parallelt med de udendørs test, og målet med dem er hurtigt at opnå testresultater som ligger så tæt som muligt på test i den "virkelige verden", for på den måde at afkorte tiden der går før produktet kommer på markedet (figur 7).



Figur 7

## Udendørs accelererede test

Som et alternativ til kravet om 1 års, 5 års og 10 års udendørs eksponering tillader AAMA 623, 624 og 625 i stedet ASTM G90 cyklus 3 (standardpraksis for accelereret udendørs vejrpåvirkning af materialer ved eksponering for koncentreret naturligt sollys) med befugtning i nattetimerne og temperaturkontrol. Til eksempel kan EMMAQUA® (figur 8) og lignende apparater på hhv. 4, 12 og 24 måneder tilføre en mængde energi der svarer til 1 år, 5 år og 10 år. Nyere apparater til udendørs accelereret eksponering, fx den ultra-accelererede EMMAQUA® (figur 9), kan yderligere reducere testtiden til hhv. 2, 6 og 12 måneder. Det beslægtede apparat EMMAQUA® (figur 10) til test ved lave temperaturer er med succes blevet anvendt til accelereret vejrpåvirkning af vinyl- og kompositbelægning. Denne teknologi bruges desuden i tagdæknings- og glasindustrien.

Producenter af tagdækningsmaterialer og -belægninger har siden 2009 brugt det ultra-accelererede vejrpåvirkningssystem UAWS (Figur 11) for at opnå meget hurtige resultater og opfylde kravene til langtidsholdbarhed. UAWS kan producere op til 63 gange stærkere stråling end det sker i naturen. Apparatet bruger en speciel patenteret "koldspejls"-teknologi, der kun reflekterer UV og lav synlig stråling på prøveemnerne. Spejlene lader den infrarøde energi passere igennem idet de begrænser mængden af termisk energi, og minimerer risikoen for en urealistisk termisk oxidering. Denne teknologi anvendes også i den ultra-accelererede EMMAQUA® til lave temperaturer.



Figur 8: EMMAQUA®

## Muligheder for accelereret vejrpåvirkning i et laboratorium

Dette afsnit omhandler metoder til laboratorietest i xenonapparater som fx Ci5000 Weather-Ometer® og SUNTEST XXL+ (Figur 12).

Her er et par eksempler:

- ASTM G155 – Standardpraksis for betjening af et xenonapparat til eksponering af ikke-metalliske materialer.
- ASTM D2565 – Standardpraksis for xenoneksponering af plastik til udendørs anvendelse.
- ASTM D4355 – Standardtestmetode til nedbrydning af fiberduk ved eksponering for lys, fugt og varme i et xenonapparat.
- ASTM D 4798 – Standardpraksis for betingelser til accelererede vejrægthedstest og procedurer for bituminøse materialer (xenonmetoden).
- ISO 4892-2 - Plastik – Metoder til eksponering for laboratorielyskilder – Del 2: xenonlamper.
- ISO 11341 – Malinger og lakker – Kunstig vejrpåvirkning og eksponering for kunstig stråling – Eksponering for filtreret xenonstråling.



Figur 9: Ultra-accelereret EMMAQUA®



Figur 10: Lavtemperatur EMMAQUA®

Man skal være særligt opmærksom på de nyeste metoder til accelereret vejrpåvirkning:

- ASTM D7869 – Standardpraksis for xenontest af transportmalinger ved eksponering for forstærket lys og vand.



Figur 11: Ultra-accelereret vejrpåvirkningssystem (UAWS)

- ASTM D7869 blev over en periode på 10 år udviklet af virksomheder på tværs af forskellige industrier i et forsøg på at udvikle en mere repræsentativ testmetode til udvendige belægninger brugt til transportmalinger. Metoden tager højde for at forvitring ikke blot sker ved eksponering for en ekstrem grad af sollys, fugt og temperatur i et givent miljø, men også for den unikke dagscyklus der eksisterer i den virkelige verden. Metoden foreskriver brugen af xenonlampefiltre der i højere grad simulerer lyset i UV-spektrret, foruden at være en bedre metode til produktion af fugt. Dette er den til dato mest avancerede metode til vejrægt-hedstest. Den blev oprindeligt udviklet til test af udvendige coatinger til biler og andre transportmidler, men ASTM D7869 bruges efterhånden også på andre områder, fx til undersøgelse af overfladebehandlings- og profilmaterialer i forbindelse med produktion af vinduer og døre.

## Metoder med solvarmecykler



Figur 12: Ci5000 Weather-Ometer® (roterende prøvestativ) og SUNTEST XXL+ (flatbed) i Atlas' laboratorium til accelereret vejrpåvirkning i Mount Prospect, Illinois, USA.

Når man tager i betragtning at byggematerialer skal kunne modstå alle typer af miljøbelastninger som fx påvirkning fra støv og sand, salt, vand, temperatursvingninger, fryse-tø-cykler, sne osv., bør man vælge standardtestmetode baseret på de belastninger materialet vil blive udsat for ved slutbrugen. Hensigten er at supplere holdbarhedstesten på komponentniveau med industrigodkendte ydelsesdata under ekstreme enkeltbelastninger.

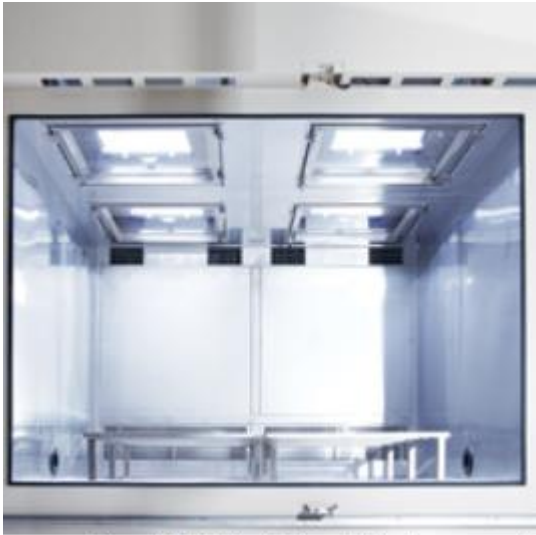
Metoderne for specifikke stressfaktorer inkluderer:

- Brugerdefinerede metoder – Afhænger af slutbrugsmiljøet og kendte fejlmekanismer.
- MIL 810 G – Miljøtekniske overvejelser og laboratorietest afsnit 505.5.
- IEC 61215 - Krystallinsk silikone-solcellemoduler (markantlæg) – designkvalifikation og typegodkendelse.

Afsnit 10.11 – Temperaturcyklus (modificeret til at omfatte lys) – anvendelig til byggematerialer.

Afsnit 10.12 – Fugt-fryse-cyklus (modificeret til at omfatte lys) – anvendelig til byggematerialer.

Afsnit 10.13 – Fugtig varme (modificeret til at omfatte lys) – anvendelig til byggematerialer.



Figur 13: Et kig ind i sol-klimakammeret.

## Program til test af langtidsholdbarhed

Byggematerialers holdbarhed påvirkes af en lang række faktorer i slutbrugsmiljøet. Derudover påvirker integreringen af et arkitektonisk element, fx et vindue, i en bygning bygningens værdi hvis elementet skulle svigte. Dette giver større udfordringer med hensyn til afkastet fra investeringer i byggematerialer og bygningselementer.

Atlas Material Testing Technology har udviklet en test til vurdering af bygningselementers forventede levetid. Programmet inkorporerer en sekvens bestående af forskellige globale testparametre: et korrosivt miljø, et subtropisk miljø, et tempereret fryse/tø-miljø og endelig et ørkenmiljø. Desuden testes samme parti komponenter for basisdata ved udendørs referencebetingelser. Ydeevnen vurderes forud for testen, under testen og efter testen. Når testprogrammet er afsluttet, får man en officiel rapport der gør rede for produktets forventede levetid.

Testen gør det muligt at foretage sammenlignelige undersøgelser af forskellige bygningselementers ydeevne.

Arkitekturen er rodfæstet i samfundsstrukturerne over hele verden, og vil fortsat være det langt ind i fremtiden. Vores hjem, kontorbygninger, statsbygninger og kirker er en forlængelse af selve vores eksistens. Vejrægthedstest vil fortsat spille en vigtig rolle i forbindelse med udviklingen af byggematerialer, så vores moderne vidundere kan nydes i mange år fremover.

## Referencer

[1] <http://www.historyworld.net/wrldhis/PlainTextHistories.asp?historyid=ab27>

[2] [https://en.wiktionary.org/wiki/a\\_man%27s\\_home\\_is\\_his\\_castle](https://en.wiktionary.org/wiki/a_man%27s_home_is_his_castle)