

Data loggerele: alternativa inteligentă la termohigrograf.



Puțină istorie: termohigrograful.

Timp de multe decenii, termohigrorafele au fost instrumentul preferat pentru documentarea climatului interior în muzee. Cu o configurație tehnică simplă și ușor de înțeles, acestea pot fi operate și întreținute de către personalul muzeului după un instructaj relativ scurt. Cu ocazia inspecțiilor regulate, o privire rapidă la tambur este suficientă pentru a stabili dacă condițiile climatice sunt în regulă. Cu toate acestea, acest avantaj poate deveni un dezavantaj, deoarece termohigrorafele sunt relativ mari și, prin urmare, vizibile, motiv pentru care pot fi considerate drept expozate în anumite muzee.

Mai mult, acestea necesită un efort de întreținere sporit. Hârtia pentru tamburul de înregistrare trebuie schimbată cu regularitate - zilnic, săptămânal sau cel puțin lunar, în

funcție de setări. Bateriile pentru mecanismul ceasului și creioanele trebuie, de asemenea, schimbate cu regularitate. Pentru documentarea pe termen lung, foile individuale ale termohigrografelor trebuie arhivate în mod adecvat.

Date fiind aceste cerințe de întreținere regulată și dimensiunea lor, termohigrorafele nu pot fi folosite peste tot, neavând loc în vitrine, de exemplu. Totodată, acestea sunt complet inadecvate pentru monitorizarea transportului deoarece sunt sensibile la vibrații și la schimbările de poziție. Nu în ultimul rând, problema costurilor revine din nou în prim plan. Costurile per punct de măsurare sunt relativ mari din cauza întreținerii anuale, chiar dacă prețul mare de achiziție poate fi repartizat pe mulți ani dată fiind longevitatea termohigrografelor.



Fig. 1: Termohigrograf

Cerințe pentru data loggere în muzee

Având în vedere dezavantajele evidente ale termohigrografelor, data loggerele sunt folosite din ce în ce mai mult pentru monitorizarea climatului în muzee, începând cu anii 1990. După toți acești ani, am putea crede că există o gamă largă de data loggere perfecte special dezvoltate pentru muzee. Din păcate, acest lucru nu este adevărat. În primul rând, deoarece aceste instrumente au fost, în general, dezvoltate pentru aplicații complet diferite și sunt frecvent utilizate „abuziv” în muzee. În al doilea rând, nu există o aplicație tipică pentru muzee. Cerințele pentru un data logger variază considerabil în cadrul unui muzeu.

În zonele de expoziție

Aici, instrumentele trebuie să fie discrete, să poată fi fixate în siguranță și să permită o monitorizare permanentă a climatului interior prin intermediul afișajului. Aceste ultime aspecte redau în totalitate funcția termohigrografelor. Pentru a îndeplini cele mai exigente cerințe privind designul, aplicabile zonei de expoziție, instrumentele ar trebui să fie, în mod ideal, „invizibile”. Aici instrumentul „folosit inadecvat” este deseori restricționat: Multe data loggere sunt complet inadecvate pentru mediul unui muzeu din cauza designului lor tehnic.



Fig. 2. Practic: Sondă externă discretă în vitrină, data logger ascuns în baza vitrinei

În vitrine

Atunci când sunt folosite în vitrine, prezența imperceptibilă a data loggerului este avantajul cheie. Mai mult, vitrinele nu pot fi nici măcar deschise pentru lucrări de întreținere la data logger, cum ar fi pentru schimbarea bateriilor sau citirea memoriei. Aici însă se pot folosi sonde externe mici, care pătrund în interiorul vitrinei în timp ce data logger-ul este „ascuns” în baza vitrinei. Alternativ, data logger-ul poate fi citit și prin semnal radio - presupunând că are o durată de viață suficientă a bateriei.

În depozit

Pentru monitorizarea zonelor de depozitare a exponatelor, data loggerele nu trebuie să îndeplinească, de regulă, nicio cerință de design, însă există frecvent locații de depozitare îndepărtate care nu au întotdeauna pe cineva la fața locului pentru a monitoriza condițiile ambientale. Citirea regulată a memoriilor instrumentelor poate presupune un anumit efort. Opțiunea de acces de la distanță ar fi ideală pentru a preveni deplasările inutile la locul de depozitare.

În mod ideal, aceste cerințe diferite ar fi acoperite de un singur sistem. Acesta ar permite ca instrumentele să fie interschimbabile de la o aplicație la alta, complexitatea sistemului fiind minimă și nevoia de instruire a angajaților fiind minimală.



Fig. 3. Data logger în depozit

Data loggerele măsoară diferit: mai degrabă digital decât prin semnale analogice

Comparativ cu un termohigrograf, care are toată tehnica sa și toate funcțiile sale la vedere, un data logger este o cutie neagră, similară celei a avioanelor prin care se oferă detalii despre cauzele prăbușirii.

Data loggerele sunt dispozitive electronice care, pe lângă senzori (pentru temperatură, umiditate relativă, lumină, etc.), conțin și un microprocesor care alocă o marcă de timp citirilor pe care le stochează astfel într-o memorie. Datele se pot transfera din memorie pe un calculator prin diferite interfețe. Fiind un dispozitiv electronic, un data logger are nevoie de o sursă de alimentare, asigurată fie prin baterii, acumulatori fie printr-o conexiune la rețea.

Similar cutiei negre a avioanelor, există data loggere care își dezvăluie secretele odată ce au fost „recuperate” și conectate la un computer pentru a fi citite. Anumite instrumente afișează valorile curente pe un ecran sau vă anunță printr-un LED că valoarea limită setată a fost depășită. Cu toate acestea, gravitatea încălcării valorii limită poate fi stabilită doar după ce se citește memoria dispozitivului.

Unde pot găsi valoarea curentă?

Mecanismul de înregistrare al unui termohigrograf trasează continuu linia pe tambur, locul unde se află în prezent fiind

valoarea curentă. Lumea digitală nu este familiarizată cu această continuitate, valorile înregistrate fiind disponibile doar la intervale de timp discrete. În cazul data loggerelor, acest interval de timp este denumit, de regulă, interval de măsurare și poate fi setat de obicei prin software. Dacă nu sunteți familiarizați cu condițiile ambientale de la locația de măsurare, selectarea intervalului de măsurare poate fi riscantă: de exemplu, presupunând că sistemul de climatizare asigură condiții constante și cu scopul de a economisi spațiu de depozitare, se setează un interval de măsurare orar. Un termohigrograf ar înregistra o curbă în zigzag în fiecare caz pentru temperatura și umiditatea de la această locație de măsurare.

Cu toate acestea, ciclul de măsurare al data loggerului este selectat atât de inadecvat încât curba de control a sistemului de climatizare alunecă pur și simplu prin grila de măsurare și se afișează fluctuații mult mai joase și mai lente ale climatului.

Prin urmare, este foarte important să se aleagă un interval de măsurare adecvat astfel încât să nu se piardă nicio informație. În caz de incertitudine, se recomandă inițial măsurarea mai frecventă, cu un interval de măsurare mai scurt și ajustarea ulterioară a intervalului de măsurare la situația rezultată după evaluarea unui volum suficient de date.

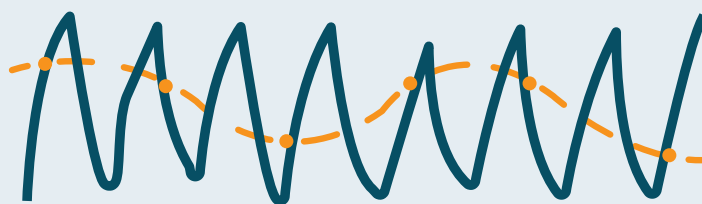


Fig. 4. Curba de control a unui termohigrograf (albastru) și punctele de măsurare discrete ale data loggerului (portocaliu), care nu reflectă intensitatea fluctuațiilor climatice-

Sursa: <http://www.conservationphysics.org/datalog/datlog8.php>

Data loggerele măsoară diferit: precizie

Cu un termohigrograf, deformarea mecanică a unui bimetal este transferată direct la brațul de scriere pentru temperatură. "Conversia" în valori pentru temperatură se face prin scara benzii de hârtie. Procesul este similar pentru umiditatea relativă. Aici, modificarea lungimii unui fir de păr natural sau sintetic este transferată la brațul de scriere pentru umiditatea relativă.

Cu un data logger, senzorii trebuie să convertească valoarea citită efectivă într-un semnal electric. Pentru temperatură, acest lucru se poate face ușor și foarte precis, de ex. prin măsurarea rezistenței. Cu toate acestea, umiditatea relativă este o variabilă relativ dificil de măsurat. Pentru a o putea converti în semnal electric, se măsoară, de regulă, capacitatea electrică a unui condensator. Componenta sa dielectrică este alcătuită dintr-un polimer al cărui conținut de apă depinde de umiditatea ambientală. Provocările constau în a face acest polimer rezistent la udarea directă cu apă (poate fi supus condensului) și la diverse substanțe chimice. Solvenții de toate felurile pot deteriora un polimer, cauzând erori de măsurare. Îmbătrânirea materialului este o altă sursă de eroare, dificil de prevenit și, pe parcursul

anilor, aceasta cauzează așa-numita abatere a senzorului. O altă particularitate a măsurării umidității relative o reprezintă efectul cunoscut drept histereză. În termeni simpli, imprecizia de măsurare depinde de partea din care senzorul se apropie de valoarea „adevărată”. La modul ideal, umiditatea dintr-un polimer este în echilibru cu umiditatea relativă a aerului ambiental. În realitate însă, acesta continuă să rețină umiditate reziduală adițională atunci când provine dintr-un mediu mai umed și rămâne puțin mai uscat atunci când provine dintr-un mediu uscat. Acest efect nu joacă un rol major într-o schimbare lentă a umidității relative, însă acest lucru nu este valabil și atunci când variațiile sunt rapide. În concluzie, nu este deloc surprinzător faptul că există diferențe mari în calitatea senzorilor de umiditate. Instrumentele cu senzori de înaltă calitate sunt evidente când vorbim de erori de măsurare, producătorul nespecificând doar un singur procent, ci valori multiple pentru a arăta detaliat marja de eroare în funcție de umiditatea relativă. Mai mult, trebuie specificate abaterea preconizată și histereza. În cazul unui produs ieftin, suma acestor valori poate apărea mai mare decât valoarea unică specificată a erorii. Cu toate acestea, această valoare unică spune doar o parte din întreaga poveste.



Fig. 5. Un specialist în metrologie într-un laborator de calibrare

Calibrare. Sau: Care este, de fapt, precizia unui data logger?

În special proprietarii exponatelor cer claritate absolută cu privire la precizia data logger-ilor, specificațiile producătorului furnizate în broșură nefiind suficiente. Cea mai simplă și sigură cale spre un răspuns constă în calibrarea data logger-ului. Toți producătorii renumiți oferă acest serviciu. Un certificat de calibrare adecvat al instrumentului, eliberat de un laborator certificat în acest sens, oferă această garanție necesară.

Pentru a nu fi nevoite să trimită regulat toate data loggerele la producător în vederea calibrării, este cu siguranță oportun ca muzeele să achiziționeze un higrometru calibrat, portabil,

de înaltă calitate. Acesta permite verificarea data loggerelor la intervale de timp regulate. În situația oricăror abateri incerte sau prea mari, loggerele se trimit producătorului pentru calibrare.

Sonde digitale sunt acum disponibile și pentru anumite data logger. Prin urmare, nu mai este necesar să se demonteze și trimită loggerul, ci doar să se înlocuiască senzorul cu unul nou. Se elimină astfel nu doar timpul de așteptare, care poate cauza o pauză în înregistrarea datelor, ci și eventualele costuri deoarece înlocuirea poate fi considerabil mai avantajoasă decât calibrarea în laborator.

Data loggerele pot face mai mult: alți parametri măsurați

În principiu, repertoriul unui data logger poate include orice parametru imaginabil ce poate fi reprezentat ca semnal electric. Pe baza datelor de la senzori, se pot calcula și alte variabile.

Intensitatea luminii În completarea condițiilor ambientale, lumina din muzee este un aspect important, în mod deosebit. Un data logger cu un senzor lux poate oferi informații detaliate despre intensitatea luminii, în special când vorbim despre un procent foarte variabil de lumină naturală, care nu este supus doar fluctuațiilor zilnice din pricina norilor, ci și variațiilor majore de la un anotimp la altul, în funcție de poziția soarelui. Mai mult, acest tip de logger poate determina doza totală de lumină dintr-o zi, o săptămână sau de pe parcursul întregii expoziții, prin însumarea valorilor lux din perioada de timp specificată. Dacă un data logger are un senzor UV, acesta poate monitoriza nu doar lumina vizibilă, ci și cantitatea de radiație

ultravioletă cu un nivel energetic semnificativ mai mare.

Dioxid de carbon

O concentrație crescută de CO₂ influențează direct starea de bine a vizitatorilor. Monitorizarea nivelului de CO₂ poate fi utilă în special în zonele aglomerate din cadrul expoziției, cu opțiuni de ventilație limitate. Pentru mai multe informații în acest sens, consultați documentul nostru: [monitorizarea CO₂ și calitatea aerului interior.](#)

Data loggerele pot face mai mult: alarme



O practică standard în configurarea data loggere-lor constă în specificarea valorilor limită pentru diferiți senzori, depășirea acestor valori declanșând o alarmă. Însă cum semnaleză data loggerele aceste încălcări ale valorilor limită? Majoritatea data loggerelor indică depășirea valorilor limită doar pe afișaj sau prin intermediul LED-urilor. Astfel, puteți afla despre o situație alarmantă doar dacă vedeți data logger-ul.

Câteva data loggere oferă câteva contacte adiționale pentru alarme care comandă sirene, lămpi de avertizare sau

sisteme de alarmă telefonice. Aceste sisteme permit transmiterea alarmei pe distanțe mai mari și extinderea considerabilă a razei de informare, fiind astfel mult mai ușor să se ia măsurile de remediere. Prin intermediul stației de bază (data logger wireless) și internetului (data logger WiFi), instrumentele corespunzătoare pot reacționa la situațiile de alarmă mai ușor și în timp real.

Ocazional, cascade de alarme sofisticate și setări complexe pentru alarme transmise prin e-mail sau SMS asigură alertarea angajaților responsabili întotdeauna.

Cum obținem datele?

Pentru a accesa datele logger-ului, este nevoie, de regulă, de conectarea acestuia la un calculator prin intermediul unei interfețe. Utilizatorul poate fie să aducă data loggerul la calculator, fie să meargă de la un logger la altul cu un caiet. Uneori, este nevoie și de stații de citire speciale, în care trebuie introduse data loggerele. Alte data loggere se pot conecta direct la calculator prin cablu USB. Există colectoare de date care facilitează colectarea datelor de la loggere multiple și le copiază în calculator, în mod agregat. Acest tip de colector de date poate fi și un simplu card de memorie SD sau chiar un smartphone. Datele se preiau de la logger printr-o conexiune Bluetooth. O aplicație adecvată vă permite, de asemenea, să vizualizați datele imediat pe telefonul dumneavoastră smart.

Mai ușor de folosit sunt **sistemele radio**, în care data loggerul nu mai trebuie conectat direct la un calculator. Datele sunt transmise la intervale regulate prin radio la o stație de bază care le transmite calculatorului utilizatorului. Se folosesc aici diferite standarde wireless și diferite frecvențe, dintre care unele diferă considerabil din punctul de vedere al ariilor de acoperire wireless. Ceea ce au în comun aceste sisteme radio este instalarea lor relativ complexă și nevoia de aceasta să se facă de către specialiști. Marele avantaj al sistemelor radio este acela că citirea greoaie și îndelungată a data loggerelor individuale este automată și că toate datele se pot înregistra central. Comparativ cu data loggerele care trebuie conectate individual la un calculator pentru a fi citite, această citire automată reduce enorm volumul de muncă. Mai mult,

această tehnologie permite alarme automate în timp real, dacă valorile înregistrate indică o problemă. În prezent, un tip special de data logger wireless folosește standardele internaționale privind rețelele locale fără fir (WiFi sau WLAN), prin care toate calculatoarele, tabletele sau telefoanele smart se pot conecta acum la internet. Cu toate acestea, aceste data loggere fac un pas mai departe și își folosesc propria conexiune la internet pentru a stoca toate datele



centralizat pe un server, în ceea ce numim Cloud. Astfel chiar și datele de la locații aflate la distanță pot fi gestionate în comun, cu ușurință. În plus față de avantajele menționate mai sus ale loggerelor wireless, loggerele WiFi oferă și alte posibilități: întrucât datele sunt stocate în Cloud, acestea se pot vizualiza și analiza oricând, de oriunde din lume, cu condiția unui drept de autentificare adecvat pentru contul Cloud.

Care sunt sistemele de operare și software-ul de care am nevoie?



Microsoft Windows este sistemul de operare standard pentru majoritatea software-ului data loggerelor. Utilizatorii de iOS de la Apple vor găsi ceea ce caută doar de la un singur producător american. Nu există standarde pentru formatele de date sau pentru evaluarea datelor. Fiecare producător oferă programe corespunzătoare pentru data loggerelor sale. Din păcate, veți constata la anumiți producători că modelele de loggere diferite necesită software diferit.

Pentru a evita instalarea unui număr mare de programe pentru diferite tipuri de data loggere, programe cu care trebuie să vă familiarizați înainte de operare, este recomandat să vă concentrați atenția asupra unui singur producător atunci când alegeți loggerele. Dacă sunteți, însă, nevoiți să alegeți producători diferiți, toate programele oferă

cel puțin opțiunea de exportare a datelor în format CSV. Aceste date pot fi apoi evaluate împreună, într-un program de tipul foii de calcul, ca de exemplu Excel. Având datele stocate în Cloud, data loggerelor WiFi sunt foarte convenabile din această perspectivă, nemaifiind nevoie de instalarea unui software pe propriul calculator. Accesul la date și evaluarea acestora se pot face convenabil printr-un browser de internet, chiar și prin smartphone atunci când sunteți în deplasare, nemaifiind legați de un sistem de operare pe calculator.

O caracteristică deosebit de interesantă este aici posibilitatea de a acorda proprietarului unei exponate acces la datele privind climatul. În acest fel, proprietarul poate afla informații despre situația curentă a articolului său valoros oricând și nu mai este limitat la studierea raportului furnizat la finalul expoziției, atunci când nu mai există nicio posibilitate de a interveni.

De câtă memorie am nevoie?

Mărimea memoriei este indicată în moduri diferite în funcție de producător. Uneori aceasta este exprimată ca numărul total de valori înregistrate ce pot fi memorate, alteori memoria este deja împărțită pe canale de măsurare existente (ex. temperatură și umiditate) și se specifică apoi numărul per canal. Pentru o comparație constructivă a diferitelor loggere, fișele tehnice aferente trebuie citite cu atenție, având acest aspect în vedere. În ultimă instanță, există doi factori decisivi:

- 1.** De ce interval de măsurare este nevoie pentru a putea detecta eventualele fluctuații? Cu cât este mai scurt acest interval, cu atât mai multe date trebuie stocate zilnic.
- 2.** La ce interval ar trebui citit data loggerul? Posibilitatea de a stoca peste un milion de măsurători este impresionantă,

însă va acoperi, de regulă, doar o perioadă de câțiva ani. Dacă puteți aștepta atât pentru citire și evaluare, se naște întrebarea legitimă dacă măsurătorile sunt într-adevăr necesare. Pentru a înțelege magnitudinea, dacă presupunem un interval obișnuit de măsurare de 15 minute, cu măsurarea simultană a temperaturii și umidității, obținem 192 de valori măsurate pe zi - sau puțin sub 6.000 de valori pe lună.

Cu sisteme radio, nu trebuie să vă faceți griji pentru memorie. Stocarea efectivă a datelor se face fie pe calculatorul dumneavoastră fie în Cloud. Memoria data logger-ului este necesară doar pentru o perioadă scurtă de timp, pentru ca o întrerupere temporară a conexiunii radio să nu cauzeze pierderea datelor.

Care este durata de viață a bateriei data loggerelor?

În mod normal, vă doriți un data logger care să dureze cât mai mult posibil. În special vitrinele de prezentare nu pot fi deschise regulat pentru schimbarea bateriilor, preferându-se astfel o durată de viață de câțiva ani - cu condiția ca datele să se poată obține fără acces direct la data logger. Și în acest caz este important să se găsească un compromis optim. Un interval de măsurare scurt, un afișaj, alarme prin LED, un senzor special sau chiar transmisia radio, toate cresc consumul de putere al unui data logger și astfel reduc durata de viață a bateriei.

Producătorul poate, desigur, să contracareze acest lucru prin instalarea unor baterii de capacitate mai mare, însă odată cu ele ar crește și cerințele de spațiu, obținându-se instrumente prea voluminoase pentru anumite aplicații.

Producătorii specifică, de regulă, o durată de viață utilă de un an, însă detaliile referitoare la această informație, precum

condițiile ambientale, intervalul de măsurare, ratele de transmisie radio, etc. ar trebui verificate și comparate cu propriile cerințe. Există o legătură cu intervalul de citire necesar pentru un data logger. Acesta poate implica în mod regulat înlocuirea bateriei. Pertinentă în acest context este întrebarea privind ușurința cu care se poate face înlocuirea bateriei. Este vorba despre baterii standard care pot fi înlocuite fără scule sau baterii speciale (costisitoare) care se pot obține doar de la producător? În cazul anumitor data loggere, înlocuirea bateriei se poate face doar de către producător ca parte a întreținerii.

Deosebit de interesante în acest sens sunt data loggere care pot fi alternativ alimentate și de la rețea, nu doar de la baterie. Bateriile sunt folosite doar pentru a acoperi o eventuală pană de curent. Dacă data logger-ul poate transmite date wireless, acest tip de data logger poate fi operat într-o vitrină de prezentare timp de mulți ani.

Este suficientă aria de acoperire wireless pentru muzeul meu?

Sistemele radio oferă cea mai mare libertate posibilă în alegerea punctelor de măsurare. Data loggerele nu trebuie să fie accesibile în mod regulat pentru citire și pot fi așadar instalate în vitrine de prezentare și locuri greu accesibile, însă această libertate are anumite limite. Sistemele radio bazate pe sistemul DECT, similar telefoanelor fără fir, au arii de acoperire wireless de 300 de metri în spații deschise. Cât de mare este această arie de acoperire într-o clădire depinde însă, în mare măsură, de structura clădirii. În clădirile vechi semnalul poate trece prin câțiva pereți fără probleme, în timp ce pereții din beton armat reprezintă un obstacol major din cauza armăturii. În cazul oricăror incertitudini, aria de acoperire a sistemului trebuie testată la fața locului.

La frecvențe radio mai mici în domeniul de 400 MHz, se pot obține arii de acoperire wireless mai mari (până la 3000 m în spații deschise). Aceste sisteme sunt în mod evident adecvate pentru monitorizarea completă a muzeelor mari cu o singură stație de bază.

Data loggerele WiFi nu funcționează cu o stație de bază centrală, putând utiliza astfel o rețea de puncte de acces WiFi, similară celor din muzee pentru sistemele de informare a vizitatorilor, pentru a stabili legătura cu Cloud. Se pot configura rețele foarte complexe cu componente de rețea standard, iar astfel de rețele pot acoperi și muzee foarte mari.

Dacă sunteți interesați de utilizarea data loggerelor pentru monitorizarea climatului, vizitați pagina noastră web: www.testo.com.



2980 XXXX4/msp/01.2018

Pasibil de modificări, inclusiv de modificări de ordin tehnic, fără notificare prealabilă.

Testo SE & Co. KGaA
Testo-Strasse 1, D-79853 Lenzkirch, Germania
Telefon +49 7653 681-700
Fax +49 7653 681-701
vertrieb@testo.de

www.testo.com