

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 458

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01N 27/12 (2006.01)

G01K 3/14 (2006.01)

G01K 1/08 (2021.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-40014**

(22) Přihlášeno: **20.06.2022**

(47) Zapsáno: **19.10.2022**

(73) Majitel:
Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR,
v.v.i., Praha 9, Prosek, CZ

(72) Původce:
Benjamin Wolf, Praha 7, Holešovice, CZ
Ing. Jaroslav Valach, Ph.D., Praha 8, Ďáblice, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice
3

(54) Název užitného vzoru:
**Senzor pro kontinuální měření gradientu
teploty, zejména uvnitř materiálů
stavebního objektu**

Senzor pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu

5 Oblast techniky

Technické řešení se týká oblasti měření teploty, konkrétně senzoru pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu.

10

Dosavadní stav techniky

Zvláště cenné stavební objekty, jako jsou např. památkově chráněné stavby, je třeba dlouhodobě monitorovat a zaznamenávat důležité parametry indikující jejich stav. Měření těchto parametrů, jako je teplota či vlhkost, přímo ve stavební konstrukci přináší značné výhody z pohledu komplexního monitoringu stavu stavby. Umístěním senzorů přímo uvnitř stavební konstrukce jako je obvodové zdivo, krov či podlaha může odhalit včas problém již v zárodku ještě před jeho vizuálními či statickými projevy. Požadavek dlouhodobého monitoringu a záznamu různých parametrů indikujících stav zvláště cenných stavebních objektů je však v rozporu s přísným požadavkem nenarušovat jejich autentický vzhled připojováním nedobových prvků, např. skříní s datalogery nebo měřicími ústřednami.

Jsou známy senzory vzdušné vlhkosti pro měření vlhkosti budov, které jsou mnohdy vybaveny také integrovaným senzorem teploty. Tyto senzory zpravidla fungují na principu odporového měření a hrotových kontaktů, které se zapichují do testovaného materiálu. Tyto senzory lze využít zejména pro orientační jednorázové měření a nelze je integrovat přímo do stavební konstrukce, zvláště ne u cenných stavebních objektů. Kombinovaný senzor pro měření vlhkosti a teploty popsán v dokumentu CZ 27 977 obsahuje pouzdro s blokem měření elektrického odporu s obvodem a dvěma hrotovými elektrodami, které jsou vyvedeny vně pouzdra. Jedná se o senzor umožňující měření zejména vlhkosti vzduchu a vlhkosti vázané ve stavebním materiálu, který se do budovy instaluje již během výstavby, kdy jsou přístupná kritická místa. Nelze tedy tento senzor aplikovat pro měření teploty a použít pro monitoring stavu již vystavěných zvláště cenných stavebních objektů, jeho instalace a přítomnost by narušovala vzhled a autenticitu objektu. Dále délka měřících elektrod je omezena, tudíž tento senzor by nešlo použít pro měření parametrů ve větších hloubkách či šířkách zdiva stavebních objektů.

Úkolem technického řešení je proto vytvoření takového senzoru pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu, tedy pro měření teploty zdiva, který by odstraňoval výše uvedené nedostatky, který by umožňoval dlouhodobě sledovat gradient teplot od povrchu zdi do její hloubky, a který by zásadně nenarušoval autentický vzhled stavebního objektu při jeho dlouhodobém používání.

45 Podstata technického řešení

Vytčený úkol je vyřešen pomocí senzoru pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu podle tohoto technického řešení. Podstata senzoru podle tohoto technického řešení spočívá v tom, že zahrnuje sestavu podélně za sebou uspořádaných digitálních teplotních snímačů, které mají unikátní n-bitové adresy pro jejich individuální adresování, kde n je 8 až 64, a dále mají digitální rozhraní. Digitální teplotní snímače jsou paralelně připojené k datové a napájecí sběrnici. Sestava je uspořádána v ochranném voděodolném pouzdře a je opatřena připojovacím konektorem. Senzor podle technického řešení slouží k měření teplotního gradientu v hloubce materiálu nebo objektu. Tím umožňuje sledovat a monitorovat vývoj teploty ve studovaném objektu v závislosti na časově proměnlivé teplotě okolí a odpovědět na otázky o četnosti a hloubce promrzání, účinnosti teplotní izolace, nerovnoměrnosti rozdělení teplot

s hloubkou, a podobné otázky, které jsou například spojeny s problémy degradace budov. Senzor podle tohoto technického řešení je možné použít i v jiných situacích a pro jiné materiály, než je zdivo, u kterých je důležité znát časový vývoj teplotního pole v hloubce.

- 5 Digitální teplotní snímače jsou ve výhodném provedení uspořádány na desce plošných spojů. Deska plošných spojů a digitální teplotní snímače jsou s výhodou opatřeny ochrannou vrstvou silikonového dielektrického izolačního laku, která chrání digitální teplotní snímače i desku plošných spojů proti vlhkosti a případné korozi.
- 10 Pro zajištění mechanické odolnosti senzoru je ochranné voděodolné pouzdro ve výhodném uspořádání vytvořeno z teplem smrštitelné fólie, jejíž konce jsou zatěsněny polyethylenvinylacetátem. Teplem smrštitelná fólie může být jednovrstvá nebo dvouvrstvá v závislosti na předpokládané míře rizika poškození.
- 15 Senzor s výhodou dále zahrnuje převodník připojitelný přes připojovací konektor a obsahující přepětovou ochranu a mikrokontroler opatřený softwarovým prostředkem pro identifikaci digitálních teplotních snímačů ohřátých nad stanovenou teplotu a softwarovým prostředkem pro záznam a přenos teplot z jednotlivých digitálních teplotních snímačů do vzdáleného úložiště přes USB konektor. Softwarový prostředek v mikrokontroleru pak obsahuje algoritmus pro vyčtení
20 n-bitových adres ze všech připojených digitálních teplotních snímačů v sestavě ohřátých nad stanovenou teplotu. To umožňuje zjištění fyzického pořadí digitálních teplotních snímačů jejich postupným zahříváním již během procesu získávání n-bitových adres, tedy před vlastní instalací do měřeného objektu. Po instalaci pak implementovaný softwarový prostředek zajišťuje periodický
25 přenos údajů o teplotě ze všech připojených digitálních teplotních snímačů do nadřazeného vyhodnocovacího zařízení, nejčastěji počítače. Převodník je napájený USB portem z nadřazeného vyhodnocovacího zařízení. Na desce převodníku je implementován virtuální sériový port umožňující čtení a zaznamenávání dat běžným terminálovým programem, případně dodaným softwarem umožňujícím zvolit periodu ukládání dat a opatřit data časovou značkou.
- 30 Sestava umožňuje paralelní zapojení teoreticky nekonečného počtu digitálních teplotních snímačů při využití nízkého počtu vodičů v přírodním kabelu. Datová a napájecí sběrnice je v jednom výhodném provedení dvouvodičová. V jiném výhodném provedení je datová a napájecí sběrnice opatřena posilujícím napájením pomocí třetího vodiče, je tedy třívodičová, vhodnější pro stabilnější provoz.
35
- Digitální rozhraní digitálního teplotního snímače je s výhodou typu 1-wire.
- Ve výhodném provedení je sestava digitálních teplotních snímačů na konci protilehlému k připojovacímu konektoru opatřena rozšiřujícím konektorem pro připojení další sestavy
40 digitálních teplotních snímačů. Paralelní elektrické zapojení tedy umožňuje rozšíření o další sestavy digitálních teplotních snímačů, a to v libovolné topologii.
- Připojovací konektor je s výhodou typu jack. Tento způsob připojení umožňuje při instalaci použít
45 běžně dostupných prodlužovacích audio kabelů, případně pak audio rozdvojek pro připojení většího počtu sestav digitálních teplotních snímačů a také snadnou průchodnost kabelů i s konektory různými stavebními otvory.
- Ve výhodném uspořádání je v sestavě 5 až 30 digitálních teplotních snímačů, nejvýhodněji je jich
50 20.
- Ve výhodném provedení jsou jednotlivé digitální teplotní snímače v paralelním zapojení rozmístěny s roztečí 10 až 20 mm, nejvýhodněji s roztečí 15 mm, takže délka sestavy je 31 cm.
- 55 Senzor se instaluje do vyvrtaného otvoru o průměru cca 15 mm o hloubce cca 31 cm. Po instalaci se otvor utěsňuje hmotou, který má menší teplotní vodivost než okolní materiál. Tato podmínka je

důležitá proto, aby těsnící hmota netvořila tepelný most zkreslující informace o měřeném rozložení teplot v hloubce. Senzor je tedy instalovaný a dlouhodobě přítomný přímo v hloubce materiálu stavebního objektu bez zjevného narušení jeho autentického vzhledu připojováním dalších nedobových prvků, např. skříní s dataloggery nebo měřícími ústřednami.

5

Výhody senzoru pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu, podle tohoto technického řešení spočívají zejména v tom, že umožňuje dlouhodobě sledovat gradient teplot od povrchu sledovaného materiálu do jeho hloubky, umožňuje tedy sledovat vývoj teploty ve sledovaném materiálu v závislosti na časově proměnlivé teplotě okolí, a hlavně zásadně nenarušuje autentický vzhled stavebního objektu při jeho dlouhodobém používání.

10

Objasnění výkresů

15

Uvedené technické řešení bude blíže objasněno na následujícím vyobrazení, kde:

obr. 1 znázorňuje schéma senzoru.

20

Příklad uskutečnění technického řešení

Senzor 1 pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu, podle tohoto technického řešení je zobrazen na obr. 1. Senzor 1 je tvořen sestavou dvaceti paralelně za sebou uspořádaných digitálních teplotních snímačů 2 typu DS18B20 s digitálním rozhraním typu 1-wire, které jsou od sebe vzájemně vzdáleny 15 mm, vytvářejí tedy řetizek. Jednotlivé digitální teplotní snímače 2 jsou uspořádány na desce plošných spojů o rozměrech 310 x 7,6 mm. Senzor 1 s jednou sestavou digitálních teplotních snímačů 2 má tedy délku 310 mm. V jiném příkladu provedení může být sestava digitálních teplotních snímačů 2 tvořena jiným počtem digitálních teplotních snímačů 2 a s jinou roztečí. V závislosti na počtu digitálních teplotních snímačů 2 a velikosti rozteče mezi jednotlivými digitálními teplotními snímači 2 bude i jiná velikost desky plošných spojů a celková délka senzoru 1.

25

30

Jednotlivé digitální teplotní snímače 2 jsou navzájem spojeny pomocí datové a napájecí sběrnice 3, která je v tomto příkladu provedení dvou vodičová. V jiném příkladu provedení lze digitální teplotní snímače 2 provozovat s posilujícím napájením pomocí třetího vodiče, datová a napájecí sběrnice 3 bude v tomto případě tedy třívodičová. Digitální teplotní snímače 2 obsahují unikátní 48bitovou adresu umožňující jejich individuální adresování.

35

Na jednom konci je sestava digitálních teplotních snímačů 2 opatřena rozšiřujícím konektorem 9 pro připojení další sestavy digitálních teplotních snímačů 2, senzor 1 tedy v dalším příkladu provedení bude tvořen větším počtem digitálních teplotních snímačů 2. Na druhém konci je sestava digitálních teplotních snímačů 2 opatřena připojovacím konektorem 5 typu jack o průměru 3,5 mm. Na připojovací konektor 5 je připojen převodník 10 složený z mikrokontroleru 6, přepět'ové ochrany 7 a USB konektoru 8. Softwarový prostředek v mikrokontroleru 6 pak obsahuje algoritmus pro vyčtení adres ze všech připojených digitálních teplotních snímačů 2 ohrátých nad stanovenou teplotu.

40

45

Deska plošných spojů a digitální teplotní snímače 2 jsou ochráněny proti vlhkosti a případné korozi ochrannou vrstvou silikonového dielektrického izolačního laku. Pro zajištění mechanické odolnosti je v závislosti na míře rizika poškození senzor 1 izolován ochranným voděodolným pouzdem 4 tvořeným jednou, či dvěma vrstvami teplem smrštitelné fólie, resp. bužírky, jejíž konce jsou zatěsněny polyethylenvinylacetátem. Přívodní kabel je vybaven připojovacím konektorem 5 typu jack o průměru 3,5 mm.

50

55

Pro použití senzoru 1 podle tohoto řešení je nutné vyvrtat otvor do sledovaného materiálu o průměru cca 15 mm o hloubce cca 31 cm. Do tohoto otvoru se senzor 1 vloží a otvor se utěsní hmotou, která má menší teplotní vodivost než okolní sledovaný materiál. Jednotlivé digitální teplotní snímače 2 měří teplotu okolí sledovaného materiálu, každý digitální teplotní snímač 2 je v jiné hloubce sledovaného materiálu, každý digitální teplotní snímač 2 tedy měří teplotu svého okolí sledovaného materiálu a díky unikátní 48bitové adrese je umožněno jejich individuální adresování. V případě, že je potřeba sledovat teplotní gradient ve větší hloubce sledovaného materiálu, je možné přes rozšiřující konektor 9 připojit další sestavu digitálních teplotních snímačů 2 a vytvořit senzor 1 o délce 2 620 mm.

10

Průmyslová využitelnost

Senzor pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu podle tohoto technického řešení lze využít zejména pro měření teplotního gradientu v hloubce materiálu nebo objektu, a dále tam, kde je potřeba měřit a sledovat teplotu objemného materiálu v celém jeho průřezu pro stanovení teplotního gradientu.

15

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Senzor (1) pro kontinuální měření gradientu teploty, zejména uvnitř materiálu stavebního objektu, **vyznačující se tím**, že zahrnuje sestavu podélně za sebou uspořádaných digitálních teplotních snímačů (2), majících unikátní n-bitové adresy pro jejich individuální adresování, kde n je 8 až 64, a digitální rozhraní, a paralelně připojených k datové a napájecí sběrnici (3), přičemž tato sestava je uspořádána v ochranném voděodolném pouzdře (4) a je opatřena připojovacím konektorem (5).
- 10 2. Senzor (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že digitální teplotní snímače (2) jsou uspořádány na desce plošných spojů.
3. Senzor (1) podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že deska plošných spojů a digitální teplotní snímače (2) jsou opatřeny ochrannou vrstvou silikonového dielektrického izolačního laku.
- 15 4. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že ochranné voděodolné pouzdro (4) je vytvořeno z teplem smrštitelné fólie.
5. Senzor (1) podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že ochranné voděodolné pouzdro (4) je na svých koncích zatěsněno polyethylenvinylacetátem.
- 20 6. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje převodník (10) připojitelný k sestavě digitálních teplotních snímačů (2) přes připojovací konektor (5) a obsahující mikrokontroler (6) opatřený softwarovým prostředkem pro identifikaci digitálních teplotních snímačů (2) ohřátých nad stanovenou teplotu, a softwarovým prostředkem pro záznam a přenos teplot z jednotlivých digitálních teplotních snímačů (2) do vzdáleného úložiště přes USB konektor (8).
- 25 7. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že datová a napájecí sběrnice (3) je dvouvodičová.
8. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že datová a napájecí sběrnice (3) je třívodičová.
9. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že digitální teplotní snímače (2) mají digitální rozhraní typu 1-wire.
- 30 10. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že na konci protilehlému k připojovacímu konektoru (5) je sestava digitálních teplotních snímačů (2) opatřena rozšiřujícím konektorem (9) pro připojení další sestavy digitálních teplotních snímačů (2).
11. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že připojovací konektor (5) je typu jack.
- 35 12. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že digitálních teplotních snímačů (2) je v sestavě uspořádáno 5 až 30.
13. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 12, **vyznačující se tím**, že digitálních teplotních snímačů (2) je v sestavě uspořádáno 20.
- 40 14. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že jednotlivé digitální teplotní snímače (2) jsou v paralelním zapojení rozmístěné s roztečí 10 až 20 mm.

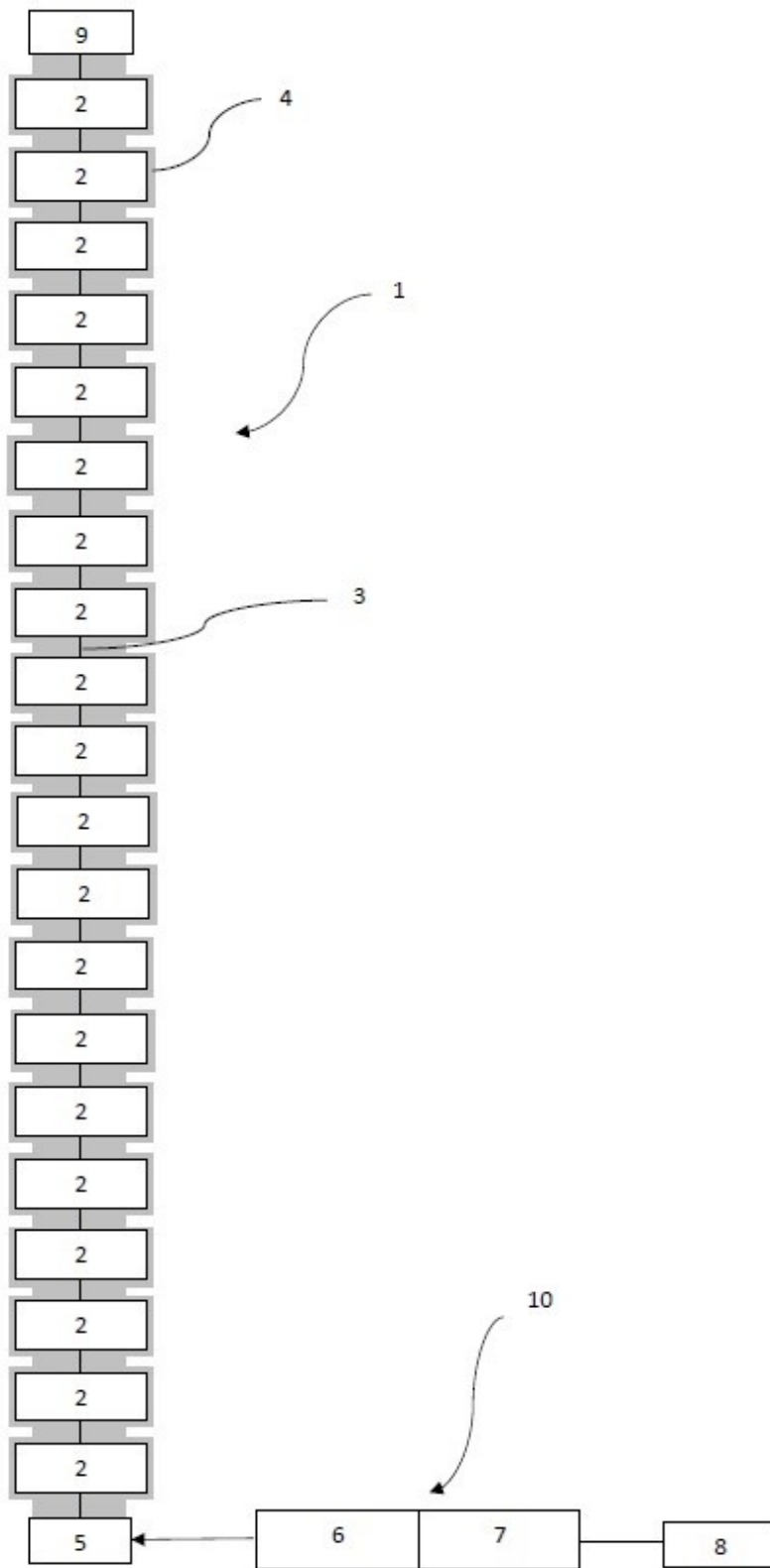
15. Senzor (1) podle některého z nároků 1 až 14, **vyznačující se tím**, že jednotlivé digitální teplotní snímače (2) jsou v paralelním zapojení rozmístěné s roztečí 15 mm a délka senzoru (1) je 310 mm.

1 výkres

5

Seznam vztahových značek:

- 1 senzor
- 2 digitální teplotní snímač
- 3 datová a napájecí sběrnice
- 4 ochranné voděodolné pouzdro
- 5 připojovací konektor
- 6 mikrokontroler
- 7 přepěťová ochrana
- 8 USB konektor
- 9 rozšiřující konektor
- 10 převodník



Obr. 1