



KATODESK

Beglaubigte Übersetzung aus dem Polnischen

[Anmerkungen des Übersetzers werden in Klammern angegeben.]

Bestimmung des Ersatz-Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten für die thermoreflektierenden Farben – Schichten

Gemäß den technischen Bedingungen, die im Jahr 2022 erzielt werden sollen, hat das Ministerium für Transport, Bauwesen und Seewirtschaft einen Entwurf der Verordnung verfasst, der Gebäude und ihre Lage entsprechen sollten.

In diesem Entwurf werden unter anderem die Anforderungen bezüglich der Dämmung von Bautrennwänden angegeben, die von neu entstandenen und modernisierten Gebäuden erfüllt werden müssen. Eine der Anforderungen ist die Reduzierung des Wärmedurchgangskoeffizienten U , was sehr wichtig ist, da dies eine Änderung der Dicke der Dämmung mit sich bringt, die eingesetzt werden muss.

Aktuell muss der Wärmedurchgangskoeffizient für Wände U kleiner sein als der Wert: $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. In der Praxis bedeutet das, dass die Wand mit einem konventionellen Dämmmaterial mit einer Dicke von etwa 25 cm bedeckt werden muss.

Betrachtet man die vorherigen Jahre: 2014 - $U_{\text{max}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, 2017 - $U_{\text{max}} = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, bemerkt man eine Tendenz zur Senkung des maximalen Werts des Koeffizienten U und somit eine Zunahme der Dicke der Dämmung. Diese Änderungen wirken sich wesentlich auf den Anstieg der Kosten der Investition aus.

Die Maßnahmen der Investoren konzentrieren sich auf die Steigerung der Wärmedämmung durch Anwendung zusätzlicher Trennwände auf den Gebäudewänden, die aus Materialien mit niedrigen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten bestehen, zum Beispiel: Matten aus Glaswolle, Styroporplatten sowie thermisch reflektierende Materialien.

Die Technologie des technisch reflektierenden Schutzes beruht auf der Beschränkung des Wärmetransports zwischen Umfeldern mit unterschiedlichen Temperaturen auf dem Wege der Infrarotstrahlung. In diesem Bereich ist eine der modernsten Lösungen die Anwendung von thermisch reflektierenden Farbschichten, die sich durch einen hohen Reflexionskoeffizienten der Infrarotstrahlung auszeichnen, der 98 % erreicht. Die Reflexion dieser Strahlung in Richtung der Wärmequelle mit höherer Temperatur erzeugt auf der reflektierenden Fläche eine sogenannte Wärmebarriere mit einer viel höheren Wirksamkeit als klassische Wärmedämmstoffe.

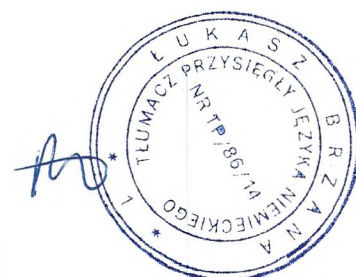
Eine auf dem polnischen Markt hergestellte thermisch reflektierende Schicht ist PScoat.

Sie wird zum Innen- und Außenanstrich sowie für Dacheindeckungen eingesetzt.

Thermisch reflektierende Massen PScoat werden weit verbreitet in der Industrie als Dämmung von Rohrleitungen, Tanks, Silos etc. verwendet.

Der Wärmedurchgang zwischen Umfeldern unterschiedlicher Temperaturen auf Ebene der Infrarotstrahlung sowie der Wärmeleitung kann durch einen Ersatzmechanismus der Wärmeleitung unter der Bedingung des vorhandenen, gemessenen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten auf die thermisch reflektierende Beschichtung aufgefasst werden.

Die Prüfung beruht auf der Schaffung klimatischer Bedingungen, die den im Winter herrschenden am nächsten kommen: Außentemperatur -15°C sowie im bewohnten Raum $+20^\circ\text{C}$. Ziel der Prüfung ist die Ermittlung, wie sich die Anwendung wärmedämmender PScoat Schichten auf den Wärmedurchgang durch die Test-Trennwand auswirkt.





KATODESK

Beschreibung des Prüfverfahrens

Die Prüfungen wurden auf der Test-Trennwand in folgenden Varianten durchgeführt:

1. Gipskartonplatten beidseitig - ohne Anwendung des PSC-Systems
2. Gipskartonplatten beidseitig - beschichtet mit dem PSC-System von der gekühlten Seite
3. Gipskartonplatten beidseitig+ von der gekühlten Seite: Styropor o mit einer Dicke von 10 cm ohne Anwendung des PSC-Systems
4. Gipskartonplatten beidseitig - beschichtet mit dem PSC-System von der kalten Seite sowie mit der Farbe, die ein Element des PSC-Systems ist

Abbildungen

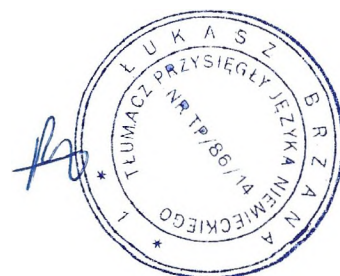


Proben für die Prüfung:

PSC-Dämmsystem

- Boden
- Thermische Schicht
- PSC Fassadenfarbe

Alle Elemente des Systems sind wasserverdünnbare Produkte. Die Gesamtdicke der Schicht des Systems beträgt 0,35 mm, und die Dicke der PSC-Farbe selbst beträgt 0,1 mm.





KATODESK

Prüfung des Stromverbrauchs

Prüfungszweck

Zweck der Prüfung ist die Ermittlung des Einflusses der Anwendung von Produkten aus der PSC-Serie auf den für die Aufrechterhaltung der Temperatur in der warmen Zone nötigen Stromverbrauchs - Simulation der dank der Anwendung von Produkten aus der PSC-Serie erzielten Einsparungen.

Bedingungen und Beschreibung der Prüfung

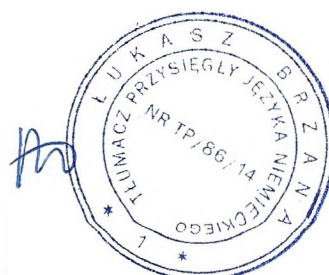
Die Prüfung beruhte auf der Aufrechterhaltung der durchschnittlichen Temperatur in der warmen (20 °C) und kalten (-15 °C) Zone für 24 Stunden. In beiden Simulatorzonen wurden stabile thermische Bedingungen herbeigeführt, die anschließend für einen Gesamtzeitraum von 24 Stunden aufrechterhalten wurden. Die Kosten für die Aufrechterhaltung der Temperatur in der kalten Zone wurden nicht gemessen - es wurde eine Stabilität der Außenbedingungen angenommen, die Kosten für den zur Aufrechterhaltung der Temperatur in der warmen Zone nötigen Stromverbrauch waren hingegen Gegenstand der vorliegenden Prüfung. Die Messungen des Stromverbrauchs und der Temperatur erfolgten mithilfe der in Punkt Nummer 2 der Anlage Nr. 1 des Berichts beschriebenen Vorrichtungen.

Prüfungsergebnis

Nachstehend wurden die Prüfungsergebnisse in Tabellenform sowie als Diagramm dargestellt. Die Einsparungen zwischen den einzelnen Trennwandversionen wurden in der absoluten Dimension erfasst - den Wert der Einsparung auf die Basistrennwand beziehend.

Trennwandversion	Verbrauch innerhalb von 24 h [kW]	Einsparung
GK	6,58	-
PSC	4,38	33,43 %
ST10	4,48	31,91 %
PSC+PSC-Farbe	4,08	37,99 %

Tabelle 2 Prüfungsergebnisse des Stromverbrauchs





KATODESK

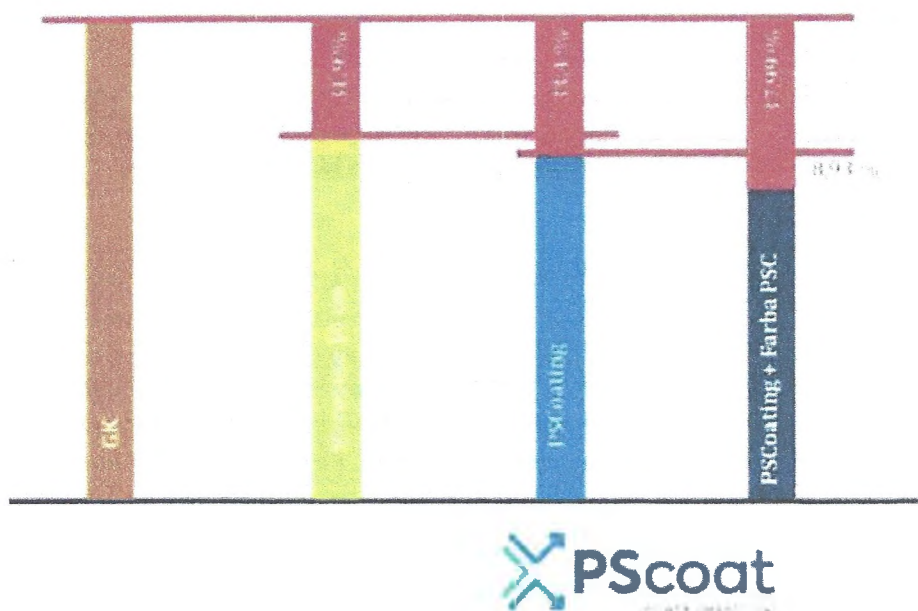


Abb. 6 Diagramm des Stromverbrauchs – Einsparungen in absoluter Auffassung

Ermittlung des Ersatzkoeffizienten Lambda für das System PScoat.

1. Annahmen:

- Wandmaße: 2,19m x 2,19 m,
- Das Prüfumfeld ist konstant während aller Prüfungen.
- Die einzige Variable zwischen den Prüfungen ist die Trennwand.
- Lambda für Styropor: 0,044 [W/ m²* K]
- Wirkungsgrad der Heizung: 1





KATODESK

2. Bekannt:

- a. Wärmewiderstand der Kontrolltrennwand:
 $R_0 = 2,826 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$
- b. Wärmewiderstand der mit Styropor isolierten Trennwand:
 $R_1 = 5,098 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$
- c. Temperaturdifferenz zwischen den Umfeldern:
 $\Delta T = 35 \text{ }^\circ\text{K}$
- d. Menge der zu den Prüfumfeldern gelieferten elektrischen Energie,
 - $Q_0 = 6580 \text{ Wh}$
 - $Q_1 = 4480 \text{ Wh}$
 - $Q_{PSC,1} = 4380 \text{ Wh}$
 - $Q_{PSC,2} = 4080 \text{ Wh}$
- e. Fläche der geprüften Wand,
 $P = 4,796 \text{ m}^2$
- f. Dicke der Wärmedämmschichten PScoat,
 $d = 0,00035 \text{ m}$

3. Beschreibung des Verfahrens zur Ersatzkoeffizienten Lambda für das Dämmsystem PScoat.

Die obigen Werte kennend, ermitteln wir den Wert des Wärmestroms, der durch die Kontrollwand hindurchging $[Q_0']$. Unter der Annahme dass die Differenz des Stromverbrauchs ausschließlich aus der im Hindernis eingeführten Änderung folgt, ermitteln wir den Wert $[Q_0']$ auf Grundlage des Verhältnisses der Wärmewiderstände der Kontrolltrennwand und der Trennwand mit Styropor.

Den Wert des Wärmestroms für die Kontrolltrennwand und die Differenz des Stromverbrauchs kennend, können wir auf dieser Grundlage den Wärmewiderstand der mit dem PScoat System isolierten Trennwände ermitteln. Zwecks Überprüfung der Richtigkeit der Berechnungen ermitteln wir mit diesem Verfahren den Widerstand für die mit Styropor isolierte Trennwand.

4. Berechnungen.

Ermittlung des Wirkungsgrads des Heizsystems:

$$\zeta = \frac{\Delta Q'}{\Delta Q}$$

wobei:

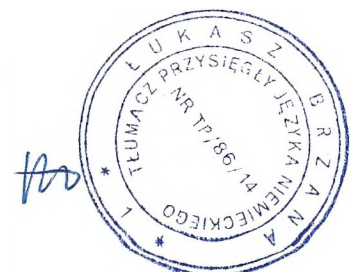
ζ : Wirkungsgrads des Heizsystems [%]

$\Delta Q_0'$ - Differenz der berechneten Wärmeströme zwischen Kontrolltrennwand und mit 10 cm Styropor gedämmter Trennwand.

ΔQ - Differenz des Stromverbrauchs in den Prüfungen der Kontrolltrennwand und der mit 10 cm Styropor gedämmten Trennwand.

$$\Delta Q = Q_0 - Q_1 = 2100 \text{ Wh}$$

$$\Delta Q' = Q_0' - Q_1' = \left(\frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_1} \right) 24h * 4,796 \text{ m}^2 * 35^\circ\text{K}$$





KATODESK

$$\Delta Q' = 635,617 \text{ Wh}$$

$$\zeta = \frac{635,617 \text{ Wh}}{2100 \text{ Wh}} = 0,303$$

Ermittlung der Energieverluste der Kontrolltrennwand im Gesamtenergieverbrauch des Umfelds.

$$\frac{1}{R_0} = Q_i'$$
$$\frac{1}{R_1} = Q_i' - \Delta Q$$

$$0,354 = Q_i'$$
$$0,196 = Q_i' - 2100 \text{ Wh}$$

$$Q_i' = 4704,43 \text{ Wh}$$

Ermittlung der Wärmeenergie der Kontrolltrennwand unter Berücksichtigung des Wirkungsgrads des Heizsystems.

$$Q_i = Q_i' * \zeta = 1425,44 \text{ Wh}$$

Bestimmung des Ersatzwärmewiderstands für mit PScoat isolierte Trennwand.

$$Q_1' = Q_i' - (Q_0 - Q_{PSC,1}) = 4704,43 \text{ Wh} - 2200,00 \text{ Wh} = 2504,43 \text{ Wh}$$

$$Q_1'' = Q_1' * \zeta = 758,03 \text{ Wh}$$

Gesamtwärmestrom für die gesamte Trennwand für 1 h:

$$Q_1^{1h} = \frac{Q_1''}{24h} = 31,584 \text{ W}$$

Gesamtwärmestrom für 1 m² der mit Styropor isolierten Trennwand:

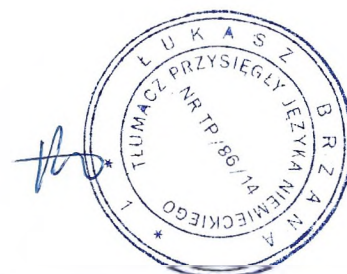
$$Q_{S,0,1} = \frac{Q_1^{1h}}{P} = \frac{31,584 \text{ W}}{4,796 \text{ m}^2} = 6,585 \text{ W/m}^2$$

Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für die mit dem PScoat System isolierte Trennwand:

$$U_{PSC,1} = \frac{Q_{S,0,1}}{\Delta T} = \frac{6,585 \text{ W/m}^2}{35^\circ \text{K}} = 0,188 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 * \text{K}}$$

Bestimmung des Wärmewiderstands für mit dem PScoat System isolierte Trennwand:

$$R_{PSC,1} = \frac{1}{U_{PSC,1}} = 5,319 \frac{\text{m}^2 * \text{K}}{\text{W}}$$





KATODESK

Bestimmung des Ersatzwärmewiderstands für dieselbe PScoat Trennwand.

$$R_{PSC} = R_{PSC,1} - R_0$$

$$R_{PSC}^* = 5,319 \frac{m^2 * K}{W} - 2,826 \frac{m^2 * K}{W} = 2,493 \frac{m^2 * K}{W}$$

Ermittlung des Ersatzkoeffizienten Lambda für das Dämmsystem Pscoat.

$$\lambda_{PSC}^* = \frac{d}{R_{PSC}}$$

wobei:

d - Dicke der Isolierung PScoat = 0,00035 m

$$\lambda_{PSC}^* = \frac{0,00035m}{2,493 \frac{m^2 * K}{W}} = 0,00014 \frac{W}{m^2 * K}$$

Bestimmung des Ersatzwärmewiderstands für mit PScoat + PScoat interior isolierte Trennwand

$$Q_2' = Q_1' - (Q_0 - Q_{PSC,2}) = 4704,43 Wh - 2500,00 Wh = 2204,43 Wh$$

$$Q_2'' = Q_2' * \zeta = 667,23 Wh$$

Gesamtwärmestrom für die gesamte Trennwand für 1 h:

$$Q_2'^{1h} = \frac{Q_1'}{24h} = 27,81 W$$

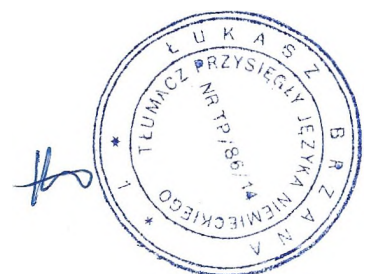
Gesamtwärmestrom für 1m² der mit Styropor isolierten Trennwand

$$Q_{S,0,2} = \frac{Q_2'^{1h}}{P} = \frac{27,81 W}{4,796 m^2} = 5,797 W/m^2$$

Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für die mit dem PScoat System isolierte Trennwand:

$$U_{PSC,2} = \frac{Q_{S,0,2}}{\Delta T} = \frac{5,797 W/m^2}{35^\circ K} = 0,166 \frac{W}{m^2 * K}$$

Ermittlung des Wärmewiderstands für die mit dem PScoat System isolierte Trennwand:





KATODESK

$$R_{PSC,2} = \frac{1}{U_{PSC,2}} = 6,038 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Bestimmung des Ersatzwärmewiderstands für dieselbe PScoat Trennwand

$$R_{PSC,2}^* = R_{PSC,2} - R_0$$

$$R_{PSC,2}^* = 6,038 \frac{m^2 \cdot K}{W} - 2,826 \frac{m^2 \cdot K}{W} = 3,215 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Schlussfolgerungen:

Gem. den obigen Berechnungen übersteigen die Ersatzwiderstände für das Dämmsystem PScoat und PScoat+PScoat interior den Widerstand von Styropor mit einer Dicke von 10 cm und

$$\lambda = 0,044 \frac{W}{m \cdot K}$$

Die Ergebnisse stellen sich folgendermaßen dar:

Widerstand PScoat:

$$R_{PSC}^* = 2,493 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Widerstand PScoat+PScoat interior:

$$R_{PSC,2}^* = 3,215 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Wärmeleitfähigkeitskoeffizient PScoat λ_{PSC} :

$$\lambda_{PSC} = 0,00012 \frac{W}{m \cdot K}$$

Wärmeleitfähigkeitskoeffizient PScoat+PScoat interior $\lambda_{PSC,i}$:

$$\lambda_{PSC,i} = 0,000416 \frac{W}{m \cdot K}$$

Hinweise:

Für das Dämmsystem PScoat wurde kein Wärmeleitfähigkeitskoeffizient ermittelt, da diese Prüfung durchgeführt wurde für eine Dämmung mit einer Dicke von 0,00035 m.

Die Erhöhung ihrer Dicke garantiert keine lineare Verbesserung der thermischen Parameter der Trennwand.





KATODESK

Der Bericht wurde erstellt von:

Mag. Ing. Philip Skuczeń
Mag. Ing. Kamil Kotarski
Katodesk-tech,
Ul. św. Jana 11/4
Katowice 40-012

[Langstempel mit Inhalt:]

Energiezeugnisse
von Bauobjekten

Mag. Ing. Philip Skuczeń
św. Jana 11/4, 40-012 Katowice

NIP [Steuer-IdNr.]: 634-277-81-54 Registernummer: 15211

[unleserliche Unterschrift]

[Langstempel mit Inhalt:]

[Logo] KATODESK

Kamil Kotarski

40-012 Katowice, ul. Św. Jana 11/4

NIP [Steuer-IdNr.] 9542769121 REGON [Firmen-IdNr.] 365497762

[unleserliche Unterschrift]

Anlage Nr. 1: Prüfbericht.

Ich, Łukasz Brzana, staatlich vereidigter Dolmetscher und Übersetzer für die deutsche Sprache, eingetragen in das vom Justizminister geführte Verzeichnis der staatlich vereidigten Dolmetscher und Übersetzer unter der Nummer TP/86/14, bescheinige hiermit die Übereinstimmung der Übersetzung mit der mir vorgelegten Originalurkunde in polnischer Sprache. Die Urkunde umfasst neun Seiten. Die Übersetzung wurde auch auf neun Seiten angefertigt.

Urkundenrolle Nr.: 322/2022.

Lublin, den 14.03.2022.



Łukasz Brzana

Katodesk-tech,
Ul. Św. Jana 11/4
Katowice 40-012