ACTA SCIENTIARUM POLONORUM *Architectura 5 (1) 2006, 11–24*

LONG-TERM PERFORMANCE OF EXTERNAL THERMAL INSULATION SYSTEMS (ETICS)

Helmut Künzel, Hartwig M. Künzel, Klaus Sedlbauer
Fraunhofer-Institute for Building Physics, Holzkirchen, Germany

Abstract. More than 500 million m² of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) have been employed to insulate buildings in Germany since the early 1960s. In the last decade the application of ETICS became a popular measure to improve the energy performance and the weather resistance of façades in the building stock. Naturally this raises questions about the durability of ETICS compared to other types of thermal insulation. Therefore a substantial number of multi-storey houses with ETICS have been inspected several times since 1975 by the Fraunhofer Institute for Building Physics. The results of these repeated inspections may be summarized as follows: Damage or degradation of ETICS façades are no more frequent than with conventional rendered masonry walls. A slightly greater susceptibility of ETICS to microbial growth due to rain or condensation water can be detected. Costs and frequency of maintenance for ETICS are comparable to those of traditional wall structures. The same holds for other durability aspects.

Key words: external insulation, durability, façade inspection, maintenance effort

INTRODUCTION

From the early 1960s, External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) – also called External Wall Insulation Systems in Ireland and the United Kingdom or Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) in Canada and the USA – have been applied as external insulation of façades in Central Europe. Because of the innovative character of this insulation system, which was at first executed only in form of foamed plastic boards and synthetic resin plasters, the Fraunhofer Institute for Building Physics (IBP) started scientific investigations in the early 1970s [Künzel 1975]. Due to the gradually growing importance of external wall insulation systems in Germany multiple examinations at the IBP followed during the next decades, e.g. [Böhm and Künzel 1987, Künzel 1998, Zirkelbach et al. 2004].

Corresponding author – Adres do korespondencji: Helmut Künzel, Hartwig M. Künzel, Klaus Sedlbauer, Fraunhofer-Institute for Building Physics, P.O. Box 1152, 83601 Holzkirchen, Germany, e-mail:kuenzel@hoki.ibp.fhg.de

The IBP, which was founded 1929 in Stuttgart, is dealing with all aspects of Building Physics including energy savings, moisture protection and acoustics of buildings. However, most of the investigations concerning ETICS and their performance were carried out at the field test site of the IBP in Holzkirchen located close to the Bavarian Alps. This location was chosen as weathering test site for the IBP in 1951 because of its rather severe climate concerning temperature fluctuations and wind driven rain loads. Building products showing satisfactory hygrothermal performance and durability when exposed to the natural weather at this test site were assumed to work well also in other parts of Germany. This assumption proved to be valid during the past 50 years [Künzel 2003] and therefore the location in Holzkirchen, which was originally planned for temporary use only, still exists and employs now almost as many scientific and technical staff (approx. 80) as the mother institute in Stuttgart.

This paper deals mainly with the results of periodical inspections of buildings with External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) in Central Europe. In 1975, a first investigation of 93 buildings took place in Germany, Austria and Switzerland [Künzel 1976]. In 1983, this investigation was repeated on 87 buildings [Mayer 1984]. In 1989, equivalent evaluations were carried out on ETICS with mineral insulation materials [Künzel 1991]. Further inspections were made in 1995 [Künzel 1997] and on a selected number of larger buildings in 2004 to assess the long-term behaviour and to record the necessity for refurbishment measures. At the end of 2004, the latest investigations, whose results are summarized below, were carried out on 12 larger buildings with ETICS from different manufacturers.

MODALITY OF ASSESSMENT

After a detailed inspection, the state of the façades was classified according to three assessment groups, whereby the ground floor areas were closely examined and the upper floors were viewed with binoculars:

Group 1 – Virtually without Defects

No visible defects. Small groove cracks, hardly visible at a normal distance, are grouped in here.

Group 2 – Minor Defects

Few cracks, e.g. starting at window corners, longer groove cracks or isolated cracks along insulation boards joints, hardly noticeable, only visible at closer examination.

Group 3 – Major Defects

Frequent or longer cracks, for the most part along insulation board joints, blistering or de-lamination of coatings, clearly visible.

Small cracks found at the corners of window and door openings are not system specific, and may also occur with other types of construction, yet, as a rule, they do not cause further damage. However, cracks along insulation board joints must be assessed as system specific. According to the available analyses, such cracks do not have any influence on the moisture content or on the insulating effect of the system. Therefore no consequential damage must be feared [Künzel 1995]. The development of algae is not assessed as technical defect but as a “visually adverse effect.” In the following, the term

"algae" means diverse microbial vegetation without closer differentiation, and was not carried out within the context of our examinations.

TESTED OBJECTS AND RESULTS

The investigated objects together with details regarding location, the type of applied External Thermal Insulation Composite System (ETICS), data on the building and refurbishment measures are indicated in Table 1. The diagram in Figure 1 shows the times of ETICS application, inspection and the assessment of the state. As a result the following may be deduced:

The age of the ETICS investigated varies from 18 to 35 years. Some buildings were designed and constructed with ETICS from the start, in the majority of cases, however, the ETICS are an addition, an improvement of the thermal insulation already in place. For this reason, and because of lower thermal requirements in the past, the thickness of the insulation layers is relatively low when compared to currently applied systems (minimum thickness 20 mm). All ETICS, older than 20 years, were refurbished using one or two new coatings. According to Figure 2, half of the buildings had to be classified within the group 2 or 3 (minor to major defects) after inspection in 1975; assessing all inspected buildings at that time [Künzel and Mayer 1976], the number would even be considerably higher. After the latest inspection at the end of 2004, however, all buildings were assessed „without defect" (group 1) after refurbishment. The refurbishment essentially consisted of applying new coatings, only in one case was an additional insulation layer applied. Consequently, the state of the façades has improved over the years. This may be a result from the fact that in the early 1970s, the techniques to apply ETICS were yet to be optimised and the resulting defects were removed by refurbishment measures. The following photographic documentation shows and explains the actual visual changes on the façades.

Pollution – Development of Algae

In former decades, the pollution of façades was the main cause for refurbishment by applying new coatings. Air pollution was considerably higher at that time than nowadays; this is especially true of industrial centres and main traffic areas. The pollution of the façades was mainly visible at wall areas with differing exposure to rain: Areas with a high exposure to rain were explicitly cleaner than protected areas, e.g. below projecting roofs or window sills. By filtering the exhaust air of industrial plants, air pollution was reduced as well as the concentration of gaseous pollutants in the air, especially the concentration of sulphur dioxide SO_2. Because SO_2 is a strong biocide the consequence of its disappearance was that the growth of micro-organisms on façades, such as algae, fungi and bacteria, was stimulated [Künzel 2000]. This is the reason why those areas of the façades which are frequently exposed to rain might be infested with algae growth, because moisture is a prerequisite for the development of algae. With respect to External

Table 1. Data on the inspected objects
Tabela 1. Dane badanych obiektów

Object No Nr obiektu	Location Położenie	Address use of the building Adres i sposób użytkowania budynku	Insulation material type and thickness Materiał izolacyjny, typ i grubość	Application Wykonanie		Refurbishment Modernizacja
				Building Budynku	ETICS Izolacji	
16	Munich	Burgkmaierstr. 9 old people's home dom starców	mineral wool wełna min. 60 mm	1960	1986	no nie
18	Munich	Schleißheimerstr. 393 depot – magazyn	mineral wool wełna min. 60 mm	1945	1985	no nie
96	Nuremberg	Thumenberger Weg 11 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 60 mm	1982	1982	in 1995 coating (silicone resin paint) – w 1995 roku powłoka malarska (farba silikonowa)
95	Nuremberg	Feinitzer Platz residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 60 mm	1979	1979	in 2002 coating because of pollution – w 2002 roku powłoka malarska z powodu zabrudzenia
51	Nuremberg	Krugstr. 17–23 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 50 mm	?	1969	in 1987 coating all over, in 2001 only ground floor adjacent to road (north) in 2004 only walls adjacent to garden (south) w roku 1987 powłoka na całym budynku, w 2001 r. tylko na parterze od strony drogi (północ), w 2004 r. ściany od strony ogrodu (południe)
56	Neumarkt/Opf.	Efastr. 2 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 50 + 40 mm	1970	1970	in 1993 second insulation layer 40 mm with plaster w roku 1993 druga warstwa izolacji 40 mm z tynkiem

54		Mühlstr. 1–3 residential and commercial building budynek mieszkalny i komercyjny	expanded polystyrene styropian 20 mm	1972	1972	in 1988 coating w 1988 r. powłoka malarska
34	Geislingen/Steige	Bolzstr. 6–8 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 30 mm	1961	1970	in 1981 coating, in 2000 coating w 1981 r. powłoka malarska w 2000 r. powłoka malarska
33		Bolzstr. 9–12 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 30 mm	1961	1970	in 1981 coating w 1981 r. powłoka malarska
32		Ebertstr. 1–7 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 30 mm	1961	1970	in 1981 coating w 1981 r. powłoka malarska
31		Brüningstr. 2–8 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 30 mm	1961	1970	in 1981 coating w 1981 r. powłoka malarska
30		Stresemannstr. 2–6 residential building budynek mieszkalny	expanded polystyrene styropian 30 mm	1961	1970	in 1981 coating w 1981 r. powłoka malarska

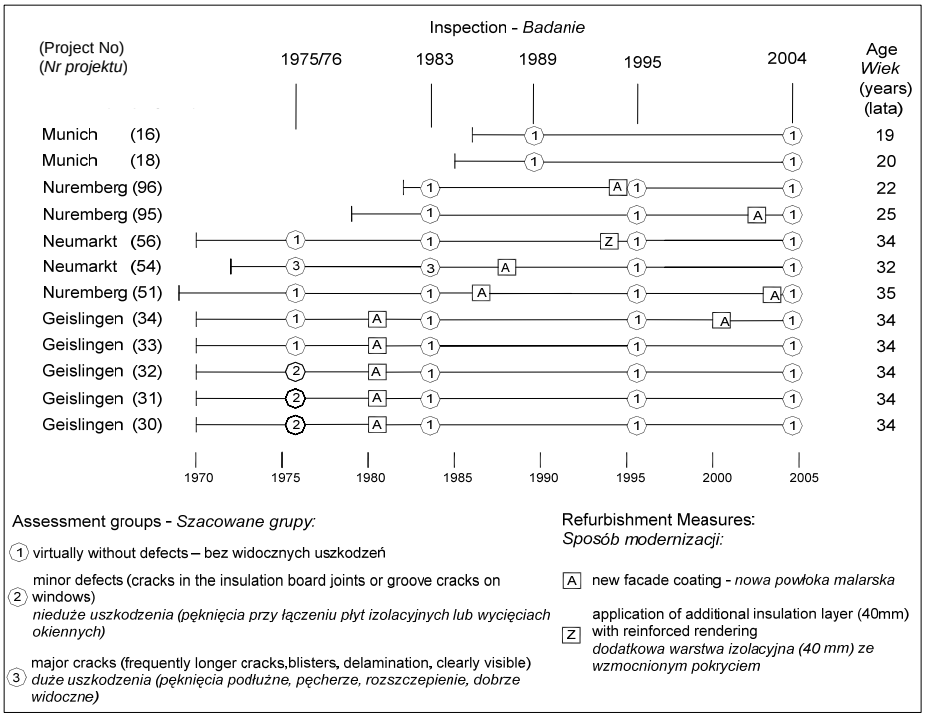


Fig. 1. Diagram showing the times of application, inspection and refurbishment of External Wall Insulation Systems in practice with notes on the state of the façades classified by means of the assessment groups specified above

Rys. 1. Diagram pokazujący czas wykonania, inspekcji i modernizacji systemu izolacji zewnętrznych ścian z uwagami o ich stanie według przyjętych grup szacunkowych

Wall Insulation Systems condensation on façades during the night may be a further reason for additional moisture, again stimulating the growth of algae [Künzel and Sedlbauer 2001].

Changes on the surfaces of façades, caused by dirt or microbial growth, are generally accepted as "patina" as long as they are evenly spread, whereas local concentrations of pollution or algae are frequently assessed as being a "visually adverse effect." The inspected buildings showed a "cleaning effect" as well as the development of algae on surfaces, frequently exposed to rain. This may refer to the local air quality or to the kind of fungicide additives in plasters or protective coatings. This context, however, was not analysed. The following examples explain some results of the inspected façades.

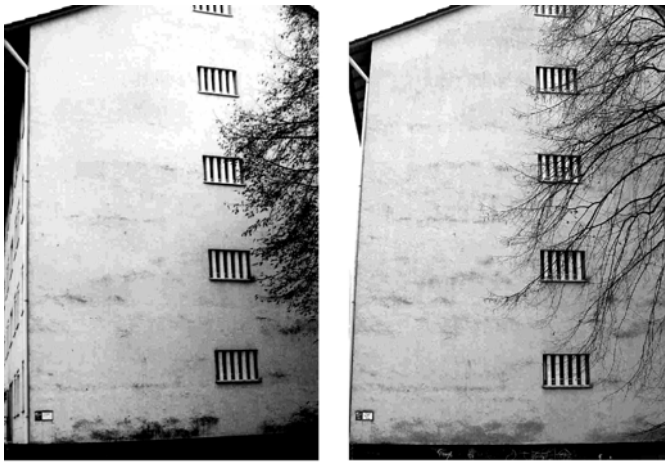
Figure 2 shows the northern façade of object 52 (residential building in Geislingen) at three different times. Despite variations in the quality of the photographs, no important or harmful change is to be observed over a period of 23 years. On the western sides of parallel located residential buildings in Geislingen (objects 30 to 33), however, partial development of algae has occurred. It is remarkable that the algae growth did not change within the period between the two inspections (Fig. 3). The neighbouring object,

Fig. 2. Northern façade of object 52 in Geislingen at three different times: 2, 14 and 23 years after refurbishment in 1981 from slightly different angles. The slowly growing conifer can be seen in all photographs; the deciduous tree was cut before 2004

Rys. 2. Fasada północna obiektu 52 w Geislingen w 3 różnych okresach: 2, 14 i 23 lata po modernizacji w 1981 r. widziana pod nieco różnymi kątami. Powoli rosnący iglak jest widoczny na każdej fotografii, drzewo liściaste zostało ścięte przed 2004 r.

34, which was obviously refurbished in1982 by applying another coating as all other neighbouring residential buildings, had to be renovated due to an intense development of algae already in 2000 (Table 1).

Figure 4 shows the eastern and southern façades of object 54 in Neumarkt. The evenly spread pollution provided a kind of patina within a period of 16 years. On the northern façade (adjacent to the road) of object 51 in Nuremberg no microbial growth occurred after a first refurbishment by applying a coating 17 years ago. In this case, the cleaning effect prevails due to the drainage of rain water, concentrating between the windows (Fig. 5).



1995 2004

Fig. 3. Western gable side of object 31 in Geislingen 14 years (left) and 23 years (right) after refurbishment in 1981 with algae growth in the plinth area and some horizontal stripes, caused by irregularities in the plaster structure in relation with the working levels of the scaffold. The tree has grown visibly; the algae infestation remained unchanged with a slight increase in the upper façade area

Rys. 3. Ściana szczytowa obiektu 31 o wystawie zachodniej w Geislingen 14 lat (po lewej) i 23 lata (po prawej) po modernizacji w 1981 r. z algami w okolicach cokołu i kilkoma poziomymi paskami związanymi z niejednorodnością tynku na poziomach byłego rusztowania roboczego. Drzewo wyraźnie urosło, wysyp alg pozostał niezmieniony z lekkim przyrostem w górnej części fasady

Fig. 4. Eastern and southern façade (from right to left) of object 54 in Neumarkt in December 2004, 16 years after refurbishment in 1988 by applying a new coating, close-up view of the plaster at the small window

Rys. 4. Wschodnia i południowa (od prawej do lewej) fasada obiektu 54 w Neumarku w grudniu 2004 r. 16 lat po modernizacji w 1988 r. i położeniu nowej powłoki, przybliżeniu tynku w małym oknie

Fig. 5. Partial view of the northern façade of object 51 in Nuremberg, 17 years after refurbishment by applying a new coating in 1987. The areas between the windows, which are exposed to intense rain, are somewhat lighter, meaning that the exposure to rain did not cause the growth of algae but had a cleaning effect

Rys. 5. Częściowy widok północnej fasady obiektu 51 w Norymberdze 17 lat po modernizacji i położeniu nowej powłoki w 1987 r. Wystawiony na działanie deszczu obszar między oknami jest nieco jaśniejszy, co oznacza, że deszcz nie powoduje wzrostu alg, ale daje efekt „czyszczący"

The state of the western façade of object 16 (old people's home in Munich) in 1989, three years after the application of an ETICS, is documented by Figure 6 above. There were no visible defects. But during the inspection in 2004, 15 years later, algae growth could clearly be observed (Fig. 6, below), especially in areas with a intense exposure to rain (Fig. 7).

Resistance and Durability

It is frequently supposed that the small thickness of the exterior plaster and a smooth insulation material as substrate are possible causes for damage from mechanical impact. Yet, even after several inspections, there were no signs of a special susceptibility to any real damage. On the contrary: conventionally constructed buildings in the immediate neighbourhood of the inspected objects frequently showed damage of the plaster due to deformation of the masonry. Such deformations cannot be totally avoided with masonry of large-size blockwork or combinations between masonry and constructive concrete elements. An example is a residential building in the housing estate of Geislingen, executed in the same type of construction as the objects 30 the 34 but without ETICS. This building is the only one in the housing estate with damage of the masonry and the plaster (Fig. 8). By mechanical "de-coupling" of the finishing plaster from the structural masonry by means of a smooth insulation material, ETICS are much less susceptible than conventionally rendered facades to that kind of damage.

Fig. 6. Western façade of object 16 (old people's home in Munich) in September 1989, three years after application of an ETICS and another 15 years later in November 2004 (the difference in colour does not mean that the façade has been repainted, it is due to coloration problems with digital photography). The formation of algae is clearly visible especially in areas intensely exposed to rain (see arrow and Fig. 7)

Rys. 6. Zachodnia fasada obiektu 16 (dom starców w Monachium) we wrześniu 1989 r., trzy lata po zastosowaniu systemu ETICS oraz 15 lat później w listopadzie 2004 r. (różnica koloru nie oznacza, że fasada została pomalowana, jest to raczej problem koloru w fotografii cyfrowej). Formacje alg wyraźnie widoczne w miejscach bardziej wystawionych na działanie deszczu (zob. strzałkę oraz por. rys. 7)

Fig. 7. Local growth of algae along areas with a concentration at the rain water runoff path, caused by the lateral limitation of the balconies and the wind. The growth of algae is clearly smaller in the area immediately below the balcony plate than in the unprotected wall areas

Rys. 7. Lokalny wzrost alg wzdłuż powierzchni ze skoncentrowanym spływem wody deszczowej uwarunkowanym usytuowaniem balkonów i wiatrem. Wzrost alg jest wyraźnie mniejszy bezpośrednio pod płytą balkonową niż na nieosłoniętej powierzchni ściany

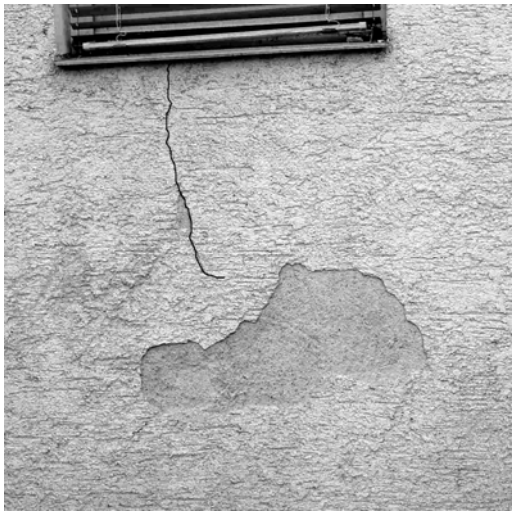


Fig. 8. Crack in the wall and damage of plaster on the western façade of the neighbouring building of object 32 without an External Wall Insulation System (Ebertstraße 2). A crack in the wall below the window is occurring in the plaster. The final rendering has partially separated from the undercoat plaster. Such damage can generally be avoided by means of a thermal insulation composite system with the help of the de-coupling effect of the soft insulation layer as well as plastic additives and the reinforcement of the plaster

Rys. 8. Pęknięcie i uszkodzenie tynku na zachodniej fasadzie sąsiedniego do obiektu 32 budynku bez systemu ocieplenia (ul. Eberstraße 2). Pęknięcie w ścianie pod oknem przenosi się na tynk. Powłoka końcowa oderwała się od spodniego tynku. Takie uszkodzenia mogą być generalnie wyeliminowane w systemie bezspoinowego ocieplenia za pomocą „odsprzęgającego" efektu miękkiej warstwy izolacji termicznej jak również dodatków plastycznych i zbrojenia tynku

Maintenance Effort

Continuous maintenance is necessary for the façades of buildings. It is not only necessary to renew the façade coating due to pollution and weathering from time to time, but also to check and repair the "weak spots" on all façades, where necessary. Such weak spots may be connections around windows or façade connections as shown in Figure 9.

It may be assumed that – as concerns the inspected objects and as described above – that the first renovating coating served, at least partially, to correct "initial defects" which occurred. However, period between the first and the second coating – if carried out – provides information on the frequency of maintenance to preserve the desired view of the façade. Considering the objects 16 and 18, which urgently need refurbishment, and the objects 30 to 33, where refurbishment is planned, we get a mean value for this period of approximately 20 years for the frequency of refurbishment of the inspected external wall insulation systems. This value is within the range of the upper limit values for the refurbishment periods of façade coatings and synthetic resin plasters in general according to a previous investigation (Table 2, see Künzel [1980]).

Fig. 9. Example of a damage in the lower area of the façade on the western side of object 31 by permeation of moisture at the connection profile (maybe influenced by a defective rain-water pipe). Such damages should be repaired early enough and separately from other general façade refurbishments

Rys. 9. Przykład uszkodzenia w dolnej części, zachodniej fasady obiektu 31 spowodowane penetracją wilgoci przy profilu łącznikowym (możliwe, że pod wpływem uszkodzonej rury spustowej). Takie szkody powinny być usuwane od razu, niezależnie od generalnych modernizacji fasad

Table 2. Reference values on the period until inspection or refurbishment of rain-protecting façade layers after consultation of building experts according to Künzel [1980]

Tabela 2. Wartości referencyjne okresów do badania lub modernizacji warstw ochronnych przed deszczem fasad po konsultacji z ekspertami budowlanymi według Künzla [1980]

Type of external layer Typ warstwy zewnętrznej	Period until refurbishment [years] Czas do modernizacji, [lata]	
	Limit values Zakres przyjmowany	Mean values Wartości średnie uzyskane
Mineral external plaster Mineralny tynk zewnętrzny	15–50	35
Façade coating Powłoka malarska, fasadowa	5–20	10
Synthetic resin plaster on masonry or insulation layer Tynk akrylowy na ścianie murowanej lub warstwie izolacji	10–25	18
Fibre cement cladding Okładzina cementowa wzmocniona włóknem	10–30	20

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The results of a repeated inspection over longer periods of time of multi-storey and larger buildings with an External Thermal Insulation Composite System (ETICS) with a service life currently of up to 35 years are as follows:

1. Damages of façades occur more scarcely than with conventional masonry with plaster as a result of the de-coupling effect of the soft insulation layer from the brickwork / blockwork. Damage caused by natural weathering is generally negligible.

2. A greater susceptibility of ETICS to microbial growth due to rain or night-time surface condensation can obviously be compensated by appropriate additives in the plaster or coating. In some cases, the formation of algae was visible, in other cases, however, the cleaning effect due to rain prevailed. It is important to provide an adequate drainage of the rain water onto the façade in order to avoid a local concentration of water running down the façade. Prolonged surface wetness is a possible cause for algae growth which may be judged to be visually unacceptable.

3. Costs and frequency of maintenance for External Wall Insulation Systems (ETICS) are equivalent to those of conventional wall structures consisting of rendered masonry. The same holds for the durability and life expectancy which is generally accepted to be at least 60 years for masonry walls.

– The favourable long-term performance together with an excellent driving rain protection and a high thermal insulation quality are the reasons why ETICS have become so popular in Central Europe. Currently more than 30 million square meters of ETICS are installed in Germany every year.

REFERENCES

Böhm H., Künzel H., 1987. Wie sind Putzrisse bei außenseitiger Wärmedämmung zu bewerten (Evaluation of cracks in the rendering of external insulation systems). IBP-Mitteilung 14, No 147.

Künzel H., 1975. Außenseitige Wärmedämmung und Witterungsschutz (External Thermal Insulation and Weathering Protection). Gesundheits-Ingenieur 96, 5, 132–139.

Künzel H., 1980. Funktionssicherheit und Lebensdauer wärmedämmender Maßnahmen (Service Life and Durability of Thermal Insulation Measures). VDI-Berichte No 365.

Künzel H., 1995. Die Bewertung von Putzrissen bei Wärmedämmverbundsystemen (Assessing the Effects of Cracks in the Rendering of External Wall Insulation Systems). Bautenschutz und Bausanierung 18, 6, 42–48.

Künzel H., 1998. Zur Frage der Überbrückung von Bewegungsfugen durch Wärmedämmverbungdsysteme (Moving Gap Bridging Capacity of External Wall Insulation Sysytems). Bauphysik 20, 5, 140–144.

Künzel H., 2000. Algenbewuchs an Fassaden: Eine Folge reiner Luft! (Algae Growth on Facades, a consequence of clean air!) Arconis 5, 3, 12–14.

Künzel H., 2003. A Retrospective Look at 50 Years of the Outdoor Testing Field in Holzkirchen. Journal of Thermal Envelope and Building Science 27, 1, 5–14.

Künzel H., Leonhardt H., 1991: Praxisbewährung von mineralischen Wärmedämmverbundsystemen (Performance of Mineral Fiber External Wall Insulation Systems in Practice). Die Mappe, 7, 20–22.

Künzel H., Mayer E., 1976. Überprüfung von Außendämmsystemen mit Styropor-Hartschaumplatten (Inspection of External Insulation Systems with Polystyrene Foam Boards). DBZ 6, 763–764.

Künzel H.M., Sedlbauer K., 2001. Biological Growth on Stucco. Buildings VIII-Proceedings Clearwater Beach Dec. 2001, ASHRAE Publication.

Künzel H., Riedl G., Kießl K., 1997. Praxisbewährung von Wärmedämmverbundsystemen (Practice Performance of External Wall Insulation Systems). Deutsche Bauzeitung 131, 9, 97–100.

Mayer E., Künzel H., 1984. Bewährung von Wärmedämmverbundsystemen mit Kunstharzputzen in der Praxis (Performance of External Wall Insulation Systems with Synthetic Renderings in Practice). Der Architekt 6.

Zirkelbach D., Künzel HM., Sedlbauer K. 2004. Einsatz von Wärmedämm-Verbundsystemen in anderen Klimazonen (Application of External Wall Insulation Systems in Different Climate Zones). Bauphysik 26, 6, 335–339.

DŁUGOTERMINOWA TRWAŁOŚĆ SYSTEMÓW ZEWNĘTRZNEJ IZOLACJI TERMICZNEJ BUDYNKÓW TYPU ETICS

Streszczenie. Od wczesnych lat 60. ubiegłego wieku zastosowano w Niemczech ponad 500 mln m² bezspoinowego systemu dociepleń budynków (tzw. ETICS – External Thermal Insulation Composite Systems). W ostatniej dekadzie system ETICS stał się popularnym sposobem poprawy termicznych własności budynków oraz zabezpieczenia fasad zewnętrznych przed niekorzystnym wpływem czynników klimatycznych. Naturalne jest więc pojawienie się pytania o trwałość tego systemu w porównaniu z innymi metodami ociepleń. W Instytucie Fraunhofera Fizyki Budowli przeprowadzono, poczynając od 1975 roku, szereg badań budynków wielopiętrowych ocieplonych systemem bezspoinowym. Wyniki tych badań można podsumować następująco. Uszkodzenia oraz degradacja fasad z systemem ETICS nie występuje częściej niż w budynkach z tradycyjnymi, pokrytymi tynkiem ścianami murowanymi. Stwierdzono jednak nieco większą podatność na zagrożenie mikrobiologiczne z powodu deszczu czy wilgoci kondensacyjnej. Koszty oraz częstotliwość prac związanych z utrzymaniem systemu ETICS są porównywalne z tradycyjnymi systemami przegród. To samo dotyczy pozostałych aspektów trwałości fasad.

Słowa kluczowe: izolacja zewnętrzna, trwałość, fasada, koszty utrzymania

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 30.05.2006

(tłumaczenie Jerzy Zembrowski)

LONG-TERM PERFORMANCE OF EXTERNAL THERMAL INSULATION SYSTEMS (ETICS)

Długotrwałe efekty zewnętrznych izolacji cieplnych (BSO)

WPROWADZENIE

Od wczesnych lat 1960-tych zewnętrzna izolacja termiczna nazywana w Irlandii i Wielkiej Brytanii jako External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) oraz w Kanadzie i USA nazywana Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) została zastosowana jako zewnętrzna izolacja fasad w Europie środkowej. Był to nowatorski system izolacji, który był najpierw realizowany tylko w formie płyt spienionych, masy plastycznej i syntetycznego tynk żywicowego. Fraunhofer Institute for Building Physics (IBP) rozpoczął badania naukowe na początku lat 1970-tych [Künzel 1975]. Dzięki stopniowo rosnącemu znaczeniu zewnętrznych ściennych systemów izolacji w Niemczech, system ten podlegał wielokrotnym badaniom w IBP także podczas następnych dekad, np. [Böhm i Künzel 1987, Künzel 1998, Zirkelbach. 2004].

IBP został założony w 1929 r. w Stuttgarcie, zajmuje się wszystkimi aspektami fizyki budowli włączając oszczędności energii, ochronę wilgoci i akustykę budynków. Większość badań odnośnie ETICS była prowadzona na terenie prób IBP w Holzkirchen zlokalizowanym blisko Alp w Bawarii. Miejsce to zostało w 1951 roku wybrane jako wystawione na działanie atmosferyczne z powodu jego surowego klimatu dotyczącego wahań temperatury i wiatru z mocnymi uderzeniami deszczu. Jeśli materiały budowlane dają zadowalające efekty w tych warunkach atmosferycznych, to można przyjąć, że będą dobrze się sprawować też w innych częściach Niemiec. To założenie okazało się słuszne podczas minionych 50 lat [Künzel 2003] i dlatego miejsce to, który pierwotnie zostało zaplanowane jako tymczasowe tylko, nadal istnieje i zatrudnia się tam teraz naukowy i techniczny zespół (około 80 osób) jako instytut w Stuttgarcie.

Artykuł ten jest podstawowym ukazującym skutki badań okresowych budynków z izolacją ETICS w Europie środkowej. W 1975 miało miejsce pierwsze badanie 93 budynków w Niemczech, Austrii i Szwajcarii [Künzel 1976]. W 1983 to badanie zostało powtórzone na 87 budynkach [Mayer 1984]. W 1989 równoważne oceny zostały niesione na ETICS z materiałami izolacji mineralnych [Künzel 1991]. Dalej badania zostały wykonane w 1995 [Künzel 1997] i na wybranej liczbie większych budynków w 2004 roku zaopiniowano długotrwałe zachowanie i wykazano konieczność dla ich odnowienia. W końcu roku 2004 najnowsze badania zostały zrealizowane na 12 większych budynkach z zastosowanym ETICS od różnych producentów.

METODYKA OCEN

Po szczegółowym badaniu stan fasad został sklasyfikowany według trzech grup oszacowania dzięki, czemu powierzchnie parteru zostały dokładnie spenetrowane, zaś wyższe kondygnacje były oglądane z lornetki:

Grupa 1 - Faktycznie bez Wad

Żadnych widocznych wad. Małe pęknięcia ledwie widoczne w normalnej odległości.

Grupa 2 - Mniejsze wady

Niewielkie pęknięcia, np. w kątach okien, dłuższe pęknięcia wyodrębnione wzdłuż połączeń płyt izolacji - ledwie widoczne w zbliżeniach.

Grupa 3 - Istotne wady

Częste albo długie pęknięcia przeważnie wzdłuż połączeń płyt izolacji, pęcherze albo rozwarstwienia warstw - wyraźnie widoczne.

Małe pęknięcia wystąpiły w kątach okien i drzwi. Nie są one specyficzne i występowały też w innych miejscach konstrukcji - z reguły nie powodując dalszych uszkodzeń. Jednakże, pęknięcia wzdłuż płyt izolacji na połączeniach zostały oszacowane jako systemowe specyficzne. Według dostępnych analiz, takie pęknięcia nie mają większego wpływu na wilgotność albo na własności izolacyjne systemu. Dlatego, żadne istotne efekty nie muszą wystąpić [Künzel 1995]. Rozwój glonów nie jest szacowany jako techniczna wada, ale jako "wizualnie niekorzystny skutek." Termin "glony" oznacza rozmaitą mikrobową wegetację bez ściślejszego różnicowania i nie został wykazany w naszych kontrolach.

TESTOWANIE OBIEKTÓW I WYNIKI

Zbadane obiekty razem ze szczegółami odnośnie miejsca, terminu i typu zastosowania systemu ETICS, dane na temat budynku i zakres renowacji, badania i oszacowanie stanu technicznego są wykazane w tablicy 1. Można wysnuć następujące wnioski:

Zbadany wiek ETICS wynosił od 18 do 35 lat. Część budynków została zaprojektowana jako nowe i zostały tam zabudowane ETICS od początku, ale w większości przypadków ETICS został zabudowany w ramach termorenowacji. Z powodu niższych cieplnych wymagań w przeszłości, grubość warstw izolacji jest stosunkowo mała, kiedy porównamy do aktualnie stosowanych i zaczyna się od 20 mm. ETICS starszy niż 20 lat został odnowiony przez użycie jednej albo dwóch nowych warstw. Zgodnie z rysunkiem 2, połowa budynków została zaklasyfikowana w grupie 2 albo 3 (małe do istotnych wad) po badaniu wykonanym w roku 1975 [Künzel i Mayer 1976]. Po ostatnim badaniu na końcu roku 2004, wszystkie budynki zostały oszacowane "bez wad" (grupa 1) - po ich odnowieniu. Odnowienie zasadniczo składało się z zastosowywania nowych powłok malarskich, a tylko w jednym przypadku była zastosowana dodatkowa warstwa izolacji. W konsekwencji, stan fasad poprawiany był przez rok. To może być skutkiem tego, że na początku lat 1970-tych techniki stosowania ETICS były optymalizowane a wady zostały usunięte przez naprawy. Poniższe zdjęcia dokumentują i wyjaśniają optyczne zmiany na fasadach.

Zanieczyszczenia i rozwój glonów

W pierwszych dekadach, zanieczyszczenie fasad było główną przyczyną dla odnawiania elewacji przez stosowanie nowych powłok malarskich. Zanieczyszczenie powietrza było znacznie wyższe w tamtym czasie niż obecnie za sprawą centr przemysłowych i głównych traktów ruchu. Zanieczyszczenie fasad było widoczne głównie w obszarach ścian z różną ekspozycją do deszczu. Obszary wystawione dobrze na deszcz były czystsze niż obszary zadaszone, np.

pod okapami albo pod parapetami okien. Po zastosowaniu filtrowania powietrza wypuszczanego z fabryk, zanieczyszczenie powietrza zostało zmniejszone jak również zmalała koncentracja lotnych środków zanieczyszczających powietrze - głównie koncentracja dwutlenku siarki SO_2. Ponieważ SO_2 jest silnym bioaktywatorem, konsekwencją tego był wzrost mikroorganizmów na fasadach takich jak algi, grzyby i bakterie [Künzel 2000]. To jest powód, dlaczego te obszary fasad, który często są wystawione na deszcz charakteryzowały się wzrostem alg, ponieważ wilgoć jest warunkiem wstępnym dla rozwoju alg. Odnośnie zewnętrznej ściennej kondensacji izolacji na fasadach, podczas nocy może być dalsza dodatkowa wilgoć znów pobudzająca wzrost alg [Künzel i Sedlbauer 2001].

Zmiany na powierzchniach fasad spowodowane przez brud albo mikrobowy porost, ogólnie przyjęto traktować jako "patyna" o ile jest ona równo rozłożona, podczas gdy miejscowe koncentracje zanieczyszczeń albo glonów często są traktowane jako " wrażenie wizualnie niekorzystne." Zbadane budynki ukazały zarówno "efekt samoczyszczący", jak również rozwój glonów na powierzchniach wystawionych na deszcz. Może to być efektem miejscowej jakości powietrza albo skutkiem zastosowanych środków grzybobójczych w tynkach albo farbach elewacyjnych. Ten kontekst, jednakże, nie był analizowany. Następujące przykłady wyjaśniają kilka objawów zbadanych fasad.

Rysunek 2 pokazuje północne fasady budynku 52 (budynek mieszkalny w Geislingen) w trzech różnych okresach. Wbrew zmianom w wyglądzie na fotografiach, nie zaobserwowano żadnej ważnej albo szkodliwej zmiany przez okres 23 lat. Na zachodnich stronach równoległych budynków w Geislingen (numery 30 do 33) jednakże częściowy rozwój glonów nastąpił. To jest niezwyczajne, że ich wzrost nie zmienił stanu w okresie między dwoma badaniami (Rys. 3). Sąsiedni budynek 34, który został odnowiony w 1982 roku, musiał zostać odnowiony ponownie w 2000 (tablica 1) na skutek intensywnego rozwoju glonów.
Rysunek 4 pokazuje wschodnią i południową fasadę budynku 54 w Neumarkt. Równo rozłożone zanieczyszczenia doprowadziły do pewnego rodzaju patyny w okresie 16 lat. Na północnej fasadzie (przyległej do drogi) budynku 51 w Nuremberg nie nastąpił mikrobowy wzrost po pierwszym odnowieniu powłoki 17 lat wcześniej. W tym przypadku, występuje efekt czyszczący przez wody deszczów koncentrując się między oknami (Rys. 5).

Stan zachodniej fasady budynku 16 (dom starców w Monachium) w 1989 r. trzy lata po zastosowaniu ETICS jest pokazany na rysunku 6. Nie było wówczas żadnych widocznych wad. Podczas badania w roku 2004 czyli 15 lat później wzrost glonów został wyraźnie zauważony (Rys. 6) głównie w strefach z intensywnym działaniem wody deszczowej (Rys. 7).

Odporność i trwałość

Często domniemywa się, że mała grubość wyprawy elewacyjnej i gładkość materiału termoizolacji jako podłoża są możliwymi przyczynami do uszkodzeń od uderzeń mechanicznych. Tymczasem, po kilku badaniach nie było żadnych znaków specjalnej podatności do prawdziwego uszkodzenia elewacji. Przeciwnie: konwencjonalnie zbudowany budynek w sąsiedztwie badanych budynków

wykazywał liczne uszkodzenia tynku na skutek deformacji murów. Takich deformacji nie można uniknąć w dużych murach oraz połączeniach między murami oraz elementami konstrukcyjnymi. Przykładem są budynki 30 i 34 w lokalizacji Geislingen wykonane w tym samym typie konstrukcji, ale bez ETICS. Budynek z uszkodzeniem murów i tynku pokazany na rysunku 8. Wykończenie ocieplonej elewacji wyprawa strukturalną ETICS jest mniej podatne na tego rodzaju uszkodzenia od ruchów murów niż konwencjonalnie wykonane fasady.

Działania konserwacyjne

Ciągła konserwacja jest konieczna wobec fasad budynków. Jest to od czasu do czasu nie tylko konieczne, by uzdrowić elewację po zanieczyszczeniach i wystawianiu na działanie atmosferyczne, ale też by sprawdzić i naprawić lokalne "słabe miejsca" na wszystkich fasadach. Takie słabe miejsca mogą być zlokalizowane dookoła okien albo na krawędziach jak pokazano na rysunku 9.

Należy przyjąć, odnośnie zbadanych budynków powyższy, że pierwsze odnawianie elewacji służyło przynajmniej częściowo usunięciu "początkowych wad", które zaistniały. Jednakże, okres między pierwszym a drugim malowaniem elewacji dostarcza informacji o częstotliwości renowacji, by zachować pożądany widok fasady. Zważywszy budynki 16 i 18, które pilnie potrzebują remontu elewacji i budynki 30 do 33, gdzie odnowienie zaplanowano, otrzymujemy wartość średnią okresu między odnowieniami w przybliżeniu 20 lat. Ta wartość stanowi górny okres dla odnowienia powłoki fasady wykonanej z syntetycznej wyprawy zaprawianej żywicą (tablica 2, oraz Künzel [1980]).

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wyniki powtórzonego badania dla dłuższych okresów eksploatacji budynków mieszkalnych wielopiętrowych z zastosowaniem ETICS z okresem użytkowania 35 lat pozwalają wysnuć następujące wnioski:

1. Uszkodzenia fasad występują bardziej niż z konwencjonalnymi ścianami i tynkiem jako rezultat przyklejenia miękkiej warstwy izolacji do muru ceglanego/z płyt. Uszkodzenia są naturalnym przetrwaniem i są ogólnie bez znaczenia.
2. Większa jest podatność ETICS do mikrobowego wzrostu glonów na skutek deszczów albo kondensacji powierzchniowej w nocy. Może to oczywiście być skompensowane przez odpowiednie dodatki do tynku albo powłok malarskich. W pewnych przypadkach formacja glonów była widoczna, w innych przypadkach zwyciężał czyszczący efekt deszczów. Jest ważne, by zapewnić odpowiednie osuszanie fasady z wody deszczowej żeby uniknąć miejscowej koncentracji wody zwilżającej ubliżającej fasadę. Przedłużona wilgotność powierzchni jest przyczyną dla wzrostu glonów, które są osądzane jako wizualnie niedopuszczalne.
3. Koszty i częstotliwość odnawiania ETICS jest równoważna konwencjonalnym elewacjom na murach, dla których przyjmuje się ogólnie trwałości przez przynajmniej 60 lat.

- Oczekiwane długotrwałe funkcjonowanie elewacji wysokiej jakości mimo deszczów jest odpowiedzią dlaczego ETICS stał się tak popularny w Europie środkowej. Aktualnie więcej niż 30 milionów metrów kwadratowych ETICS jest zainstalowane w Niemczech każdego roku.