

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební

Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering

Ing. Eva Burgetová, CSc

Analýza metod sanace vlhkého zdiva

Analysis of Rehabilitation Methods for Raising Damp in Masonry

SUMMARY

Protection of buildings from water and moisture belongs to the most important measures in ensuring the service life and serviceability of buildings. Of great importance, as well, is the reliability of the material and structural solution of the designed rehabilitation procedure. Unverified and unqualified interventions and measures often lead to failures and, in the final phase, the deterioration of the whole complex.

The first part of the dissertation thesis gives a detailed analysis of the technological development of historical measures and structures used to protect buildings from water and moisture with the assessment of the possibilities of their rehabilitation.

In the next part of the thesis, the focus is on investigation activity, including accompanying in-situ measurements as these are a principal condition and, at the same time, the most significant stage of the whole decision-making process on the rehabilitation process. The problems of investigation of historical buildings are documented by the analysis of the effect of moisture content on the structure of Charles Bridge.

The principal part of the thesis briefly describes the principles of individual rehabilitation methods and procedures, pointing out, at the same time, the risk factors and the limitations of their usability with regards to the requirements for the functional reliability and durability of buildings. Verification of the efficiency of individual rehabilitation methods is documented by a series of in-situ measurements of the moisture content in masonry. The centre of attention is mainly on listed buildings where designs are the most complicated. Part of this chapter is the analysis of the successive effect of reduced or increased moisture content on the change in the properties of building materials and structures due to the rehabilitation measures designed. Experimental measurements confirm unfavourable trends in the development of the moisture content of rehabilitated structures and related biological and chemical processes in masonry underneath the additionally installed DPC proving thus the necessity of assessment of the mechanical strength and microbial resistance of the respective building materials.

A key part of this chapter is verification of the efficiency of contactless methods of moisture removal from masonry as an insufficient level of knowledge in this area is a frequent cause of the occurrence of defects, the failure of the designed measures and, successively, a reason for costly reconstructions. The results of the experiments and long-term in-situ measurements carried out show that this type of arrangements fails to have the declared efficiency in the monitored cases. The functional principle of contactless methods has not been successfully proved by a laboratory experiment either.

SOUHRN

Ochrana budov před vodou a vlhkostí patří k nejdůležitějším opatřením z hlediska zajištění životnosti a funkční způsobilosti stavebních objektů. Velmi důležitá je spolehlivost materiálového a konstrukčního řešení navrhované sanace. Neověřené a nekvalifikované zásahy a opatření vedou často k porušení a v konečném stadiu znehodnocení celé stavby.

V první části habilitační práce je uvedena podrobná analýza stavebního vývoje historických opatření a konstrukcí používaných na ochranu staveb proti vodě a vlhkosti s posouzením možností jejich rehabilitace. Poznání původního či staršího řešení, jeho technických parametrů a funkce slouží ke zjištění příčin případných poruch stavby a k jejich odstranění a současně umožňuje obnovení funkce izolačního systému.

V další části práce je pozornost věnována průzkumným pracím včetně doprovodných terénních měření, neboť ty jsou zásadní podmínkou a současně nejdůležitější fází celého procesu rozhodování o způsobu sanace. Problematika průzkumných prací historických staveb je dokumentována analýzou vlivu vlhkosti na konstrukci Karlova mostu.

V hlavní části textu jsou stručně popsány principy jednotlivých sanačních metod a postupů, současně jsou uvedeny rizikové faktory a omezení jejich použitelnosti s ohledem na požadavky funkční spolehlivosti a trvanlivosti staveb. Ověření účinnosti daných sanačních metod je doloženo provedením řady měření vlhkosti zdiva in situ. Pozornost je zaměřena zejména na památkově chráněné stavby, kde je technické řešení nejsložitější. Součástí této kapitoly je analýza sanačních metod založených na dodatečném vkládání hydroizolačních prvků do zdiva, která zahrnuje posouzení následného vlivu snížení, resp. zvýšení vlhkosti na změnu vlastností stavebních materiálů a konstrukcí v důsledku navržených sanačních opatření. Experimentální měření potvrzují nepříznivé tendence ve vývoji vlhkosti sanované konstrukce a navazujících biologických a chemických procesů ve zdivu pod dodatečně provedenou hydroizolací a prokazují tak nezbytnost posouzení mechanické odolnosti a mikrobiální rezistence dotčených stavebních materiálů.

Klíčovou částí této kapitoly je ověření účinnosti bezkontaktních metod odvlhčování zdiva, neboť nedostatečný stav poznání v této oblasti je častou příčinou výskytu poruch, selhání navržených opatření a následně i důvodem pro nákladné rekonstrukce. Výsledky provedených experimentů a dlouhodobých měření in situ prokazují, že tento typ zařízení nevykazuje ve sledovaných případech deklarovanou účinnost. Funkční princip bezkontaktních metod se nepodařilo prokázat ani laboratorním experimentem.

Klíčová slova: sanace vlhkého zdiva, průzkumy a diagnostika, historické technologie, rehabilitace tradičních metod odvlhčování, bezkontaktní sanační metody, účinnost, rizikové faktory

Key words: remedial methods for raising damp, structural survey and diagnosis, historical technologies, rehabilitation of traditional moisture-removing systems, contactless methods, efficiency, risk factors

CONTENTS

INTRODUCTION	6
1 SELECTION AND TREATMENT OF BUILDING SITE	6
1.1 Selection of a suitable site	6
1.2 Treatment of surrounding terrain	6
2 AIR SYSTEMS	11
2.1 Insulation of walls – protecting walls with aerated air gaps	11
2.2 Insulation of floors with air gaps	12
2.3 Air vents – drying of masonry above ground level	13
3 CLAY SEALING	14
3.1 Clay coating	14
3.2 Bentonite insulation	16
4 INSERTED MATERIALS WITH HIGH DIFFUSE RESISTANCE	16
4.1 Stone slabs, hard-burnt bricks	16
4.2 Lead plates	17
5 ASPHALT INSULATION	18
6 WATER-IMPERMEABLE ADMIXTURES	19
6.1 Hellenic mortars	19
6.2 Roman mortars	19
6.3 Rhinish trass	21
7 REHABILITATION OF TRADITIONAL HISTORICAL MOISTURE-REMOVING SYSTEMS	21
REFERENCES	22
CURRICULUM VITAE	23

REFERENCES

- [1] Balík, M.: Vysušování zdiva I. – III., Grada Publishing, Praha 1999-2002
- [2] Burgetová, E.: Bentonitové hydroizolace, In: Sanace vlhkého zdiva budov, studijní texty ČS VTS, Praha 1988
- [3] Burgetová, E.: Teorie a optimalizace dodatečného provádění plošných izolací proti zemní vlhkosti u historických objektů, kandidátská disertační práce, Fakulta stavební ČVUT, Praha 1985
- [4] Burgetová, E.: Fyzikální, chemické a biologické procesy ve zdivu pod dodatečnou hydroizolací, Tepelná ochrana budov 5/1999, ČKAIT
- [5] Burgetová, E.: Mechanical and Microbial Processes after Installation of Additional Waterproofing in Masonry, 7th International Conference on Modern Buildings Materials, Structures and Techniques, p. 99–100, Vilnius 2001
- [6] Burgetová, E.: Účinnost a spolehlivost magnetokinetické metody, Sborník 25. konference České stavební společnosti a WTA: Sanace a rekonstrukce staveb 2003, s. 177–180, Brno 2003
- [7] Burkinshaw, R. – Parrett, M.: Diagnosing Damp, RICS 2004
- [8] Collins, R.E.: Flow of Fluids through porous Media, New York 1961
- [9] Kutílek, M.: Vlhkost pórovitých materiálů, SNTL, Praha 1984
- [10] Lebeda J. a kol.: Sanace zavlhělého zdiva budov, SNTL, Praha 1988
- [11] Massari, G. – Massari, I.: Risanamento igienico dei locali umidi, Hoepli Milan 1974
- [12] Oliver, A. (revised by Douglas, J. and Stirling, J.): Dampness in Buildings, Blackwell Science, Oxford 1997
- [13] Rovnaníková, P.: Historické omítky a jejich obnova, 22. konference „Sanace a rekonstrukce staveb“, sborník s. 80-86, ČSS, Praha 2000
- [14] Rovnaníková, P.: Pucolány ve vápenných maltách, 25. konference „Sanace a rekonstrukce staveb“, sborník s. 69-74, ČSS, Praha 2003
- [15] Řehák, J.: Klášter Plasy – Odvodňovací a zavodňovací systém, Speleologický průzkum, SPELEO 1993
- [16] Soukup, J.: Mosty klenuté, díl I. Provádění velkých kleneb dle nejnovějších názorů a příloha, nákladem vlastním, Praha 1900
- [17] Venzmer, H.: Sanierung feuchter und versalzener Wände, Verlag für Bauwesen, Mnichov 1991
- [18] Vitruvius: Deset knih o architektuře, SNKLHU, Praha 1953

CURRICULUM VITAE

Ing. Eva Burgetová, CSc

Education:

- 1971 – 1975 Akademické gymnásium, Praha, Branch of natural sciences
1975 – 1980 MSc. study, Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering
1986 Candidate of Technical Sciences degree (CSc), Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering
1992 The American School of Classical Studies at Athens (ASCSA)

Professional positions:

- 1980-1981 study stay at the Department of Building Structures, Faculty of Civil Engineering, CTU Prague
1981-1984 postgraduate student at the Department of Building Structures, Faculty of Civil Engineering, CTU Prague
since 1984 lecturer at the Department of Building Physics, Faculty of Civil Engineering, CTU Prague
since 1994 senior lecturer and reader at the Department of Building Structures, Faculty of Civil Engineering, CTU Prague

Study visits:

- 1992, 1994 Department of Structures, City University of London
1998, 2004 Comune di Roma, Sovraintendenza ai Beni Culturali
1999, 2001 Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Firenze
2000 Department of Building and Civil Engineering, Cork Technical College
2002, 2003, Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz, TU Wien

Fields of interests:

Reconstruction, structural survey and diagnosis, mainly dampness investigation, remedial methods for moisture removal, historical structures

Teaching activities:

Building structures, Structural survey and diagnosis, Historical structures, Failures, deterioration and renovations, Project design

1991-1998 professional guarantee of modulus Rehabilitation and renovation of buildings

Diploma student supervisor (56 defended thesis of Czech and foreign students)

Research projects:

- Cooperation on the research projects MSM 210 000 001 and MSM 6840770001
- Cooperation on 7 GACR projects
- 6 grants of CTU and FRVŠ
- 4 Aktion and Kontakt projects

Cooperation with practice:

Long-term consultant and advisor for:

- Surveying buildings – diagnosis – failures – treatment
- Moisture movement through materials, diagnosing the causes of dampness
- Historical technologies for moisture removal
- Remedies for dampness problems, installation of DPC in masonry walls
- Protection of listed buildings

Publications:

- 48 papers in technical journals and proceedings of conferences
- co-author of 1 books and 3 university textbooks