

WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA POWIETRZA W ŁAZIENCIE PODCZAS RÓŻNYCH PROCESÓW ZWIĄZANYCH Z UŻYTKOWANIEM POMIESZCZENIA

Henryk Żelazny

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

Streszczenie. Celem pracy była analiza kształtowania się wilgotności względnej powietrza w łazience żelbetowego budynku prefabrykowanego podczas mycia się w umywalce, kąpieli pod natryskiem lub w wannie, prania w pralce automatycznej i suszenia odzieży. Wilgotność względną powietrza oceniano za pomocą miernika mikroklimatu MM-01 z zespołem sond zawieszonych w połowie wysokości pomieszczenia. Badany wskaźnik higrometryczny najbardziej wzrósł (to jest aż o 26,0%) podczas kąpieli pod natryskiem i wyniósł 63,3%. Nie została jednak przekroczona wartość progowa 70%, sprzyjająca namnażaniu się trudnych do likwidacji grzybów pleśniowych.

Słowa kluczowe: wilgotność względna powietrza, łazienka, użytkowanie pomieszczeń

WSTĘP

Powszechnie panuje opinia, że łazienki są pomieszczeniami bardzo zawilgoconymi i z tego względu wymagają dodatkowych izolacji przeciwwilgociowych [Poradnik majstra... 2008] oraz wbudowywania materiałów wykończeniowych o zwiększonej odporności na wodę. Wartość wilgotności względnej powietrza wewnętrznego w przestrzeniach zamkniętych, w tym w łazienkach, zależy od wilgotności względnej i temperatury powietrza zewnętrznego oraz od wewnętrznych źródeł wilgoci [Andiulovici i Georgesku 1971]. W oddziaływaniu zewnętrznych czynników klimatycznych obciążenie pomieszczenia parą wodną składa się z zysków (strat) związanych z infiltrującym powietrzem zewnętrznym przez przegrody [Żenczykowski 1987b] oraz zysków spowodowanych napływem strumienia wentylacyjnego w zorganizowanej wymianie powietrza. Wewnątrz budynku mieszkalnego wilgoć jest wytwarzana na skutek działalności ludzkiej, w tym na przykład: gotowania, kąpieli, mycia (także podłóg), prania, suszenia bielizny w kuchniach i łazienkach, hodowania nadmiaru roślin doniczkowych, utrzymywania dużych

akwariów, ogrzewania pomieszczeń grzejnikami gazowymi [Płoński i Pogorzelski 1979, Zyska 1999, Żenczykowski 1987a]. Ponadto do wewnętrznych źródeł wilgoci należy zaliczyć wodę, dostającą się do otoczenia w wyniku naturalnego procesu fizjologicznego, jakim jest oddychanie oraz odparowanie z powierzchni ciała ludzi i zwierząt domowych [Płoński i Pogorzelski 1979, Żenczykowski 1987a].

Niestety wilgoć, oprócz temperatury powietrza, żywności oraz braku promieniowania słonecznego, sprzyja zasiedleniu i sukcesji w pomieszczeniach mieszkalnych różnych mikroorganizmów – wirusów, bakterii, promieniowców, roztoczy i grzybów [Jeż 1995]. Mikroorganizmy te mogą powodować niekorzystne zmiany jakości powietrza, ponieważ w wyniku procesów metabolicznych wydalają endotoksyny, enterotoksyny, egzotoksyny, enzymy i mykotoksyny [Turner 1971, Aleksandrowicz i Smyk 1971, Smyk i Rosowski 1991, Smyk i Jarosz 1994,]. W niektórych warunkach fizykochemicznych może dojść do dominacji grzybów toksynotwórczych lub ich odmiany zwanej mykotoksyczną. Stanowią one potencjalne zagrożenie dla innych organizmów, w tym ludzi. Część z nich poraża centralny system nerwowy, inne wywołują schorzenia lub uszkodzenia wątroby, nerek, serca, płuc, mózgu, grasicy i śledziony, zanik szpiku, powodują zaburzenia w funkcjonowaniu przewodu pokarmowego, biegunki, zapalenia błon śluzowych, stany lękowe, apatię, zanik pamięci, padaczkę, a nawet niszczą naturalną odporność przeciwnowotworową u ludzi i zwierząt [Jeż 1995]. Stwierdzono także, że długotrwały kontakt człowieka i zwierząt z gatunkami wytwarzającymi szczególnie groźne mykotoksyny, takie jak: aflatoksyny *Aspergillus flavus*, ochratoksyny *Aspergillus ochraceus*, rubratoksyny *Penicillium rubrum* oraz stachybotrytoksyna *Stachybotrys chartarum*, może doprowadzić do śmierci [Barabasz i Jaśkowska 2001].

Wilgotność powietrza pochodząca ze środowiska wewnętrznego, oprócz wpływu na organizmy żywe, oddziałuje także na obiekt budowlany [Ściślewski 2005]. Jest ona jedną z najgroźniejszych przyczyn uszkodzeń budynku, atakującą wszystkie jego konstrukcje i elementy [Thierry i Zaleski 1982]. Stymuluje procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne [Łęcki 1986]. Na przykład proces kondensacji, czyli skraplania się pary wodnej na ścianach i sufitach, pociąga za sobą porażenie tych przegród przez grzyby pleśniowe [Zyska 1999], a rozwój tego typu drobnoustrojów przyczynia się do przedwczesnego zniszczenia budynku [Rokicki 1991]. W okresach zwiększonej wilgotności względnej powietrza groźne jest nie tylko powierzchniowe zraszanie konstrukcji od strony pomieszczenia, ale także sorbowanie pewnej ilości pary wodnej przez wbudowane materiały [Płoński i Pogorzelski 1979]. W ścianie odbywa się także przemieszczanie się wilgoci pod wpływem gradientu ciśnienia cząstkowego pary wodnej [Będkowski i in. 1975, Nantka 2000]. Spowodowane jest ono odmienną ilością wilgoci w powietrzu oraz (przede wszystkim) różnicą temperatury powietrza wewnętrznego i zewnętrznego [Żenczykowski 1987a], przy czym dyfuzja pary wodnej zachodzi zawsze w kierunku od środowiska o wyższej temperaturze do środowiska chłodniejszego [Marszałek i in. 1986]. Konsekwencją tego zjawiska może być kondensacja pary wodnej w określonym obszarze (grubości) przegrody, czyli kondensacja wgłębna, powodująca zawilgocenie obudowy pomieszczeń, niezależnie od zraszania i sorpcji, a powstałe w ten sposób warunki sprzyjają rozwojowi korozji chemicznej lub biologicznej zwilżonych materiałów [Żenczykowski 1987a]. Przyczyniają się zwłaszcza do butwienia i gnicia ciał organicznych [Pałaszewski 1983]. Zawilgocenie przegród wpływa ponadto na zmniejszenie ich izolacyjności cieplnej, co

może prowadzić do zjawiska przemarzania [Marszałek i in. 1986] i zwiększonych strat ciepła [Płoński i Pogorzelski 1979, Żenczykowski 1987a].

Celem pracy była analiza przyrostu wilgoci w powietrzu łazienki podczas różnych procesów związanych z higieną osobistą mieszkańców lub praniem odzieży.

METODYKA POMIARÓW

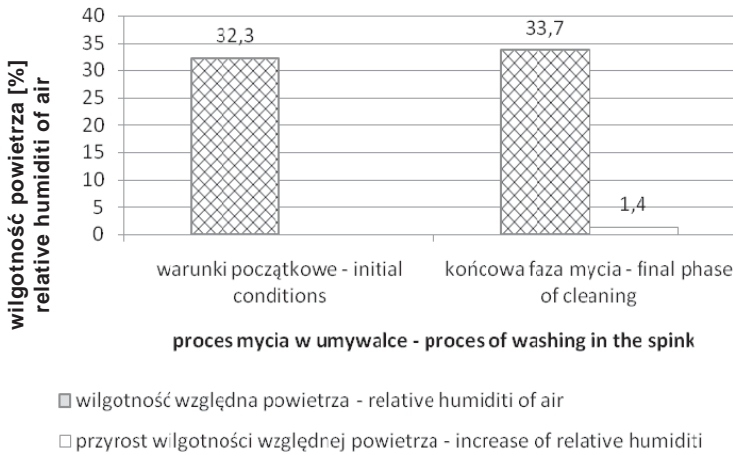
Kształtowanie się wilgotności względnej powietrza w wentylowanej naturalnie bezokiennej łazience sprawdzono jednorazowo w okresie zimowym. Uznano, iż nie ma konieczności wykonywania większej liczby serii pomiarowych, ponieważ po pierwsze w okresie ogrzewania wpływ klimatu miejscowego na mikroklimat pomieszczenia jest prawie niezauważalny [Śliwowski 1996], po drugie różnica między klimatem wnętrza a klimatem zewnętrznym jest największa wówczas, gdy na parametry klimatu wnętrza oddziałują urządzenia grzewcze, wentylacyjne lub klimatyzacyjne pracujące z największą wydajnością [Andjulovici i Georgesku 1971], a po trzecie średnie wartości wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych odznaczają się stosunkowo niewielką labilnością [Śliwowski 1996].

Brak okna i dodatkowego wietrzenia powodował, że w łazience panowały względnie stałe warunki wilgotnościowe między okresami użytkowania. Wchodziła ona w skład jednego z mieszkań wielorodzinnego budynku wykonanego w technologii wielkiej płyty, zrealizowanego na Podbeskidziu. Tego typu mieszkania często budowane były dla pracowników wielkoobszarowych gospodarstwach rolnych. Łazienka długości 2,40 m i szerokości 1,80 m ogrzewana była centralnym systemem wodnym, z grzejnikiem rurowym umieszczonym za osłoną wanny.

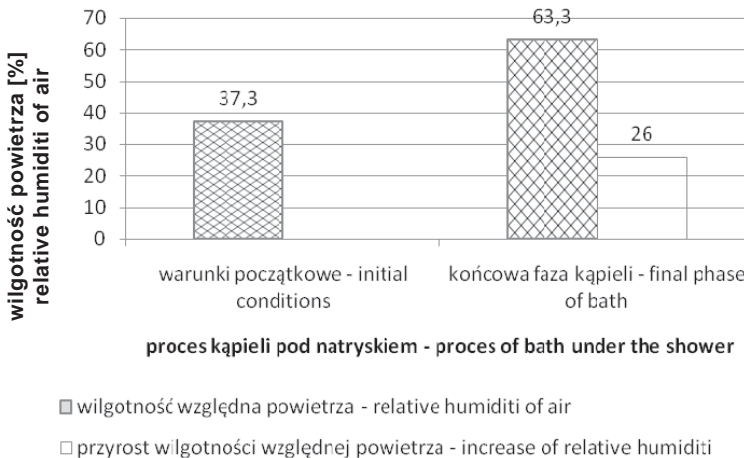
Do pomiarów wilgotności względnej powietrza wykorzystano miernik mikroklimatu MM-01 z zespołem sond zawieszonych na statywie umieszczonym w połowie wysokości pomieszczenia. Na podstawie przeprowadzenia kilkudziesięciu pomiarów wilgotności względnej powietrza obliczono wartości średnie dla mycia się w umywalce, kąpieli pod natryskiem, napełniania wanny wodą, kąpieli w wannie, prania w pralce automatycznej i suszenia odzieży. Uznano, że praca pralki automatycznej będzie miała wpływ na zyski wilgoci, ponieważ zużyta woda w praniu odprowadzana była wężem do wanny, a nie bezpośrednio do instalacji kanalizacyjnej. W celu wykazania zmian wartości wyjściowych wilgotności powietrza mierzono ją przed określoną czynnością związaną z użytkowaniem łazienki, a następnie pod koniec poszczególnego procesu, z wyjątkiem suszenia odzieży, gdzie pomiary wyjściowe wykonano po praniu i następnie kilkanaście minut po powieszeniu bielizny, z dodatkowym krokiem czasowym po 3,5 godzinach oraz po 5 godzinach suszenia.

WYNIKI I DYSKUSJA

W czasie przeprowadzonych badań temperatura powietrza w łazience wahała się od 20,7 do 25,3°C. Zmiany wilgotności względnej powietrza podczas mycia się w umywalce zobrazowano w sposób graficzny na rysunku 1. Parametr ten wzrósł tylko o 1,4% – do wartości 33,7%, i na tym poziomie z pewnością nie mógł jeszcze stymulować nie-

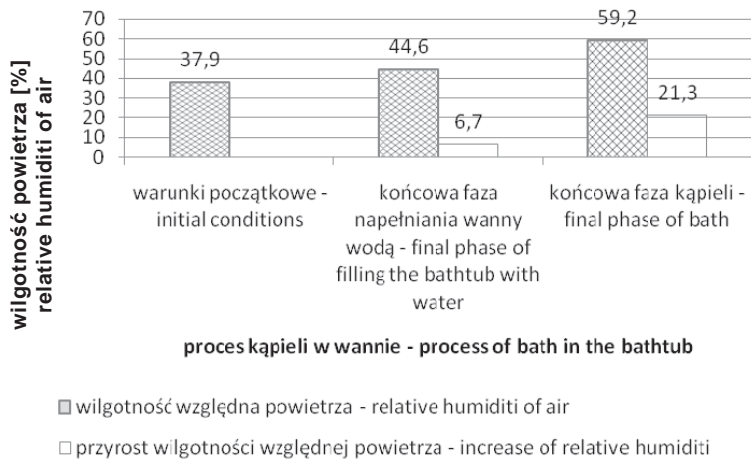


Rys. 1. Wzrost wilgotności względnej powietrza w łazience podczas mycia się w umywalce
 Fig. 1. The increase of relative humidity in the bathroom during washing in the sink



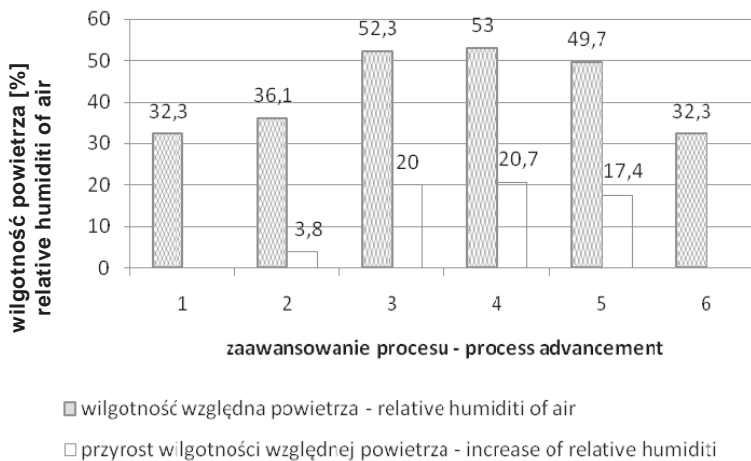
Rys. 2. Wpływ kąpieli pod natryskiem na wilgotność względną powietrza w łazience
 Fig. 2. Influence of the bath under the shower on relative air humidity in the bathroom

korzystnych dla ludzi i budynku procesów fizycznych, chemicznych czy biologicznych, tym bardziej że stan zawilgocenia powietrza w łazience przed myciem był bardzo niski. Kąpiel pod natryskiem spowodowała już przyrost wilgotności powietrza o 26,0% – do wartości 63,3% (rys. 2). Napełnienie wanny wodą przyczyniło się do zwiększenia się wilgotności względnej od wartości początkowej tylko o 6,7% (rys. 3), ale pod koniec kąpieli odnotowano już wzrost o 21,3%. Na rysunku 4 przedstawiono wyniki pomiarów wilgotności względnej powietrza wykonane dla dwóch następujących po sobie procesów – podczas prania w pralce automatycznej i suszenia odzieży w łazience. Odprowadzenie zużytej wody w czasie prania do wanny spowodowało niewielkie zwiększenie się wilgot-



Rys. 3. Kształtowanie się wilgotności względnej powietrza w łazience po napełnieniu wanny wodą i pod koniec kąpieli

Fig. 3. Formation of relative humidity in the bathroom after filling the bathtub with water and at the end of bath

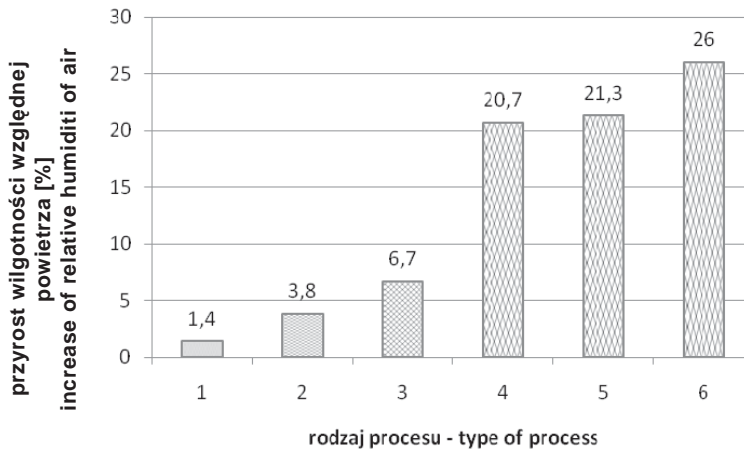


Rys. 4. Zmiany wilgotności względnej powietrza w łazience podczas dwóch następujących po sobie procesów – prania w pralce automatycznej i suszenia odzieży: 1 – warunki początkowe, 2 – końcowa faza prania automatycznego, 3 – po powieszeniu bielizny, 4 – po 3,5 godzinach suszenia, 5 – po 5 godzinach suszenia, 6 – po wysuszeniu bielizny

Fig. 4. Changes in relative humidity in the bathroom during two successive processes – machine washing and drying clothes: 1 – initial conditions, 2 – final phase of automatic washing, 3 – after hanging of clothes, 4 – after 3.5 hours of drying, 5 – after 5 hours of drying, 6 – after drying of clothes

ności względnej powietrza – o 3,8%, i to także nie jest znaczący zysk wilgoci w badanym pomieszczeniu. Prawdopodobnie w rozwiązaniu bezpośredniego połączenia odpływu z pralki do rur kanalizacyjnych w czasie pracy tego urządzenia nie byłoby możliwe zauważenie jakiegokolwiek przyrostu wilgotności względnej powietrza. Natomiast powieszenie bielizny w łazience zaraz po praniu zaowocowało podwyższeniem się ocenianego wskaźnika higrometrycznego do 52,3%, czyli o 20,0%. Dalszy jego wzrost – do wartości 53,0%, stwierdzono przy pomiarze wykonanym 3,5 godziny po powieszeniu odzieży. Po 5 godzinach wilgotność względna powietrza nieco zmalała – do 49,7%, aby po całkowitym wysuszeniu bielizny osiągnąć wartość początkową – 32,3%.

Wpływ wszystkich procesów na poziom wilgotności w łazience zestawiono na rysunku 5. Najmniejsze znaczenie w zyskach wilgoci miało mycie się w umywalce (wzrost zaledwie o 1,4%). Także tylko kilkuprocentowy wzrost wilgotności względnej powietrza nastąpił w czasie pracy automatycznej pralki i podczas napełniania wanny wodą. Procesy te należałoby uznać za mało istotne w tworzeniu niekorzystnych warunków w przestrzeni łazienki. Do czynności, które miały wyraźny wpływ na kształtowanie się wilgotności względnej powietrza, należy zaliczyć kąpiel w wannie, suszenie odzieży i kąpiel pod natryskiem. Ten ostatni proces na skutek wypływu ciepłej wody z urządzenia czerpalnego wieloma rozrzedzonymi strumieniami i znacznego parowania charakteryzował się największym wzrostem wilgotności – aż o 26,0% – do wartości 63,3%. Jednak nie odbiegała ona znacząco od wartości obliczeniowych przyjmowanych dla mieszkań w analizie kondensacji powierzchniowej lub międzywarstwowej pary wodnej. Nie przekroczyła



Rys. 5. Wpływ wszystkich procesów związanych z użytkowaniem łazienki na poziom wilgotności względnej powietrza: 1 – proces mycia w umywalce, 2 – proces prania, 3 – proces napełniania wanny wodą, 4 – proces suszenia bielizny, 5 – proces kąpieli w wannie, 6 – proces kąpieli pod natryskiem

Fig. 5. The impact of all processes related to the use of bathroom on the level of relative humidity: 1 – process of washing in the sink, 2 – process of washing, 3 – process of filling the bathtub with water, 4 – process of drying clothes, 5 – process of bath in the bathtub, 6 – process of bath under the shower

także poziomu 70%, który ułatwia rozwój trudnych do likwidacji grzybów pleśniowych [Śliwowski 1996].

Mieszkania z centralnym ogrzewaniem w budynkach wielorodzinnych z wielkiej płyty charakteryzują się jednak małą wilgotnością względną powietrza [Żelazny 2011] i podobną analizę kształtowania się zysków wilgoci podczas użytkowania łazienki w kontekście ewentualnego pojawienia się warunków do namnażania się szkodliwych mikroorganizmów oraz zniszczenia korozyjnego przegród należałoby wykonać w obiektach zrealizowanych w innych technologiach.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące stwierdzenia:

1. Po czynności związanej z myciem się w umywalce, w czasie pracy automatycznej pralki i podczas napełniania wanny wodą nastąpił zaledwie kilkuprocentowy wzrost wilgotności względnej powietrza w łazience.

2. Znaczący wzrost wilgotności względnej powietrza wystąpił podczas suszenia odzieży (maksymalnie o 20,7%), kąpieli w wannie (o 21,3%) i kąpieli pod natryskiem (o 26,0%).

W związku z tym można wnioskować, że zmiany wilgotności względnej powietrza w okresie zimowym w wietrzonej grawitacyjnie łazience z przegrodami żelbetowymi i centralnym ogrzewaniem nie stwarzały zagrożeń zdrowotnych ani materiałowo-konstrukcyjnych podczas użytkowania tego pomieszczenia i nie wymagane było zwiększenie strumienia wentylacyjnego poprzez wymuszenie ruchu powietrza.

PIŚMIENNICTWO

- Aleksandrowicz J., Smyk B., 1971. Mykotoksyny i ich rola w etiologii chorób nowotworowych ludzi i zwierząt. *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej* 47, 331–338.
- Andjulovici A., Georgesku S., 1971. *Komfort cieplny w budynkach*. Arkady, Warszawa.
- Barabasz W., Jaśkowska M., 2001. Aspekty zdrowotno-toksykologiczne występowania grzybów pleśniowych w budynkach mieszkalnych i inwentarskich. II Konferencja Naukowa „Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych”, Łódź, 98–109.
- Będkowski S., Czarnowski K., Śliwowski L., Żymalski Cz., 1975. *Fizyka budowli*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Jeż J., 1995. *Przyrodnicze aspekty bezpiecznego budownictwa*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Lęcki W., 1986. *Korozja i ochrona przed korozją budowli rolniczych*. PWRiL, Poznań.
- Marszałek K., Nowak H., Śliwowski L., 1986. *Materiały do ćwiczeń z fizyki budowli*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Nantka M.B., 2000. *Instalacje grzewcze i wentylacyjne w budownictwie*. Cz. 1. Budynki i ich potrzeby grzewcze i wentylacyjne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Pałaszewski T., 1983. *Czynniki efektywności kształtowania przestrzennego środowiska człowieka*. PWN, Warszawa.
- Płoński W., Pogorzelski J.A., 1979. *Fizyka budowli*. Arkady, Warszawa.
- Poradnik majstra budowlanego, 2008. Red. J. Panas. Arkady, Warszawa.

- Rokicki E., 1991. Środowisko zwierząt. W: Środowisko a zdrowie i produktywność zwierząt. Red. W. Barej. PWRiL, Warszawa.
- Smyk B., Jarosz A., 1994. Zagrożenia ekotoksykologiczne środowisk przyrodniczych i zdrowia ludzkiego. VI Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia a budownictwo”, Bielsko-Biała, 7–19.
- Smyk B., Rosowski J., 1991. Występowanie i ekologia grzybów we współczesnym budownictwie mieszkaniowym. III Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia a budownictwo”, Bielsko-Biała, 8–23.
- Ścisławski Z., 2005. Trwałość i ochrona przed korozją. W: Budownictwo ogólne. T. 2. Fizyka budowl. Red. P. Klemm. Arkady, Warszawa.
- Śliwowski L., 1996. Mikroklimat w mieszkaniu. COIB, Warszawa.
- Thierry J., Zaleski S., 1982. Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji. Arkady, Warszawa.
- Turner W.B., 1971. Fungal metabolites. Academic Press, London – New York.
- Zyska B., 1999. Zagrożenia biologiczne w budynku. Arkady, Warszawa.
- Żelazny H., 2011. Kształtowanie się w okresie grzewczym parametrów mikroklimatu w pomieszczeniu mieszkalnym budynku z wielkiej płyty. ZN 2, WST, Katowice (złożone do druku po recenzji).
- Żenczykowski W., 1987a. Budownictwo ogólne. T. 3/1. Problemy fizyki budowl i izolacje. Arkady, Warszawa.
- Żenczykowski W., 1987b. Budownictwo ogólne. T. 3/2. Roboty wykończeniowe i instalacje. Arkady, Warszawa.

THE RELATIVE AIR HUMIDITY IN THE BATHROOM DURING THE VARIOUS PROCESSES RELATED TO THE USE OF ROOM

Abstract. The aim of this study was to analyze the formation of relative humidity in the bathroom in the prefabricated reinforced concrete building during washing in the sink, a bath under the shower or in bathtub, laundry in a washing machine and drying clothes. Air relative humidity was evaluated with using the microclimate meter MM-01 with the set of probes suspended in a half of room's height. The tested hygrometric index rose the most (that is, up to 26%) during a bath under the shower and amounted 63.3%. This value, however, did not exceed the limit of 70%, which is conducive to reproduce difficult to eliminate molds.

Keywords: relative humidity of air, bathroom, the use of rooms

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 18.04.2011