

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| OZNACZENIA .....                                                                                                        | 7  |
| WPROWADZENIE, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....                                                                            | 9  |
| 1. TYNKI NA ELEWACJACH BUDYNKÓW .....                                                                                   | 13 |
| 1.1. Znaczenie i rodzaje tynków zewnętrznych .....                                                                      | 13 |
| 1.2. Uszkodzenia tynków elewacyjnych .....                                                                              | 14 |
| 2. METODY BADAŃ STARZENIOWYCH MATERIAŁÓW I WYROBÓW<br>BUDOWLANYCH .....                                                 | 16 |
| 2.1. Podstawy metod badań trwałości .....                                                                               | 16 |
| 2.2. Metody badań starzeniowych w warunkach naturalnych .....                                                           | 17 |
| 2.3. Metody bezpośrednie i pośrednie badań trwałości .....                                                              | 18 |
| 2.4. Metody badań z udziałem symulacji klimatycznej .....                                                               | 21 |
| 2.5. Modele starzenia i trwałości materiałów budowlanych .....                                                          | 23 |
| 3. CHARAKTERYSTYKA KLIMATU NATURALNEGO – UŚREDNIONY<br>ROK METEOROLOGICZNY .....                                        | 27 |
| 3.1. Założenia ogólne do analizy .....                                                                                  | 27 |
| 3.2. Charakterystyka temperaturowa .....                                                                                | 27 |
| 3.3. Charakterystyka promieniowania słonecznego .....                                                                   | 30 |
| 3.4. Charakterystyka opadów deszczu .....                                                                               | 33 |
| 3.5. Charakterystyka wiatru .....                                                                                       | 35 |
| 4. CHARAKTERYSTYKA KLIMATU SYMULOWANEGO .....                                                                           | 40 |
| 4.1. Rotacyjna komora starzeniowa .....                                                                                 | 40 |
| 4.2. Założenia do charakterystyki klimatu symulowanego .....                                                            | 41 |
| 4.3. Charakterystyka klimatyczna symulacji promieniowania słonecznego .....                                             | 42 |
| 4.4. Charakterystyka klimatyczna symulacji deszczu i wiatru .....                                                       | 44 |
| 4.4.1. Charakterystyka symulacji opadów deszczu .....                                                                   | 44 |
| 4.4.2. Charakterystyka wiatru o działaniu symulowanym .....                                                             | 44 |
| 4.5. Charakterystyka klimatyczna komory mrozu .....                                                                     | 46 |
| 4.6. Stopień podobieństwa i przyspieszenia klimatycznego .....                                                          | 47 |
| 4.6.1. Ustalenie stopnia podobieństwa klimatycznego .....                                                               | 47 |
| 4.6.2. Ustalenie stopnia przyspieszenia klimatycznego .....                                                             | 48 |
| 5. BADANIA CECH FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH MATERIAŁÓW<br>PODDANYCH TESTOM W WARUNKACH NATURALNYCH<br>I SYMULOWANYCH ..... | 50 |
| 5.1. Przygotowanie próbek i koncepcja badań .....                                                                       | 50 |
| 5.2. Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie i zginanie .....                                                             | 53 |
| 5.3. Określenie nasiąkliwości i gęstości objętościowej .....                                                            | 55 |

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4. Wyznaczenie gęstości rzeczywistej i porowatości całkowitej .....                  | 56  |
| 5.5. Oznaczenie absorpcji kapilarnej .....                                             | 59  |
| 5.6. Ocena mrozoodporności .....                                                       | 59  |
| 5.7. Określenie przyczepności tynków do podłoża .....                                  | 63  |
| 5.8. Pomiary odkształceń termicznych .....                                             | 65  |
| 5.9. Oznaczenie struktury porowatości .....                                            | 68  |
| 5.10. Wyznaczenie właściwości dyfuzyjnych .....                                        | 72  |
| 5.11. Badania zmian chemicznych w procesie starzenia .....                             | 74  |
| 5.11.1. Analiza metodą dyfrakcji rentgenowskiej .....                                  | 74  |
| 5.11.2. Analiza termiczna różnicowa .....                                              | 77  |
| 5.11.3. Analiza skaningowa .....                                                       | 80  |
| 6. ANALIZA ZMIAN FIZYKOCHEMICZNYCH TYNKÓW W PROCESIE<br>STARZENIA .....                | 83  |
| 6.1. Zmiany wytrzymałości na ściskanie i zginanie .....                                | 83  |
| 6.2. Zmiany nasiąkliwość i gęstości pozornej .....                                     | 86  |
| 6.3. Zmiany gęstości rzeczywistej i porowatości całkowitej .....                       | 88  |
| 6.4. Absorpcja kapilarna i mrozoodporność w procesie starzenia .....                   | 90  |
| 6.5. Zmiany przyczepności do podłoża .....                                             | 92  |
| 6.6. Zmiany odkształcalności termicznej .....                                          | 95  |
| 6.7. Zmiany struktury porowatości pod wpływem starzenia .....                          | 98  |
| 6.8. Wpływ starzenia na paroprzepuszczalność .....                                     | 103 |
| 6.9. Jakościowe zmiany składu mineralnego .....                                        | 105 |
| 6.10. Ilościowe zmiany mineralogiczne .....                                            | 106 |
| 6.11. Zmiany morfologii powierzchni .....                                              | 112 |
| 7. PROGNOZOWANIE TRWAŁOŚCI WYPRAW TYNKOWYCH .....                                      | 115 |
| 7.1. Ogólne założenia prognozowania trwałości .....                                    | 115 |
| 7.2. Opis kinetyki zmian porowatości: model Po .....                                   | 118 |
| 7.3. Zmiany struktury porowatości .....                                                | 119 |
| 7.4. Model empiryczny zmian gęstości: model G .....                                    | 126 |
| 7.5. Zmodyfikowany model ubytków masy: model VP .....                                  | 129 |
| 7.6. Adaptowany model zmian wytrzymałości: model S .....                               | 132 |
| 7.7. Prognozowanie trwałości na podstawie zmian gęstości .....                         | 137 |
| 7.8. Prognozowanie trwałości na podstawie zmian przyczepności .....                    | 138 |
| 7.9. Prognozowanie trwałości na podstawie ubytków masy .....                           | 139 |
| 7.10. Prognozowanie trwałości na podstawie zmian wytrzymałości .....                   | 140 |
| 7.11. Prognozowanie na podstawie kinetyki zmian porowatości .....                      | 141 |
| 7.12. Ocena statystyczna wyników prognoz .....                                         | 145 |
| 7.12.1. Analiza statystyczna wyników dla modeli czasowych zmian<br>gęstości .....      | 145 |
| 7.12.2. Analiza statystyczna wyników dla modeli czasowych zmian<br>przyczepności ..... | 153 |
| 8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....                                                        | 156 |
| BIBLIOGRAFIA .....                                                                     | 163 |
| Streszczenie .....                                                                     | 179 |