

# SPIS TREŚCI

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Przedmowa</b> – dr inż. Maciej Robakiewicz .....                                                                                                                 | 7   |
| <b>Rozdział 1. Wprowadzenie do zagadnień efektywności energetycznej budynków</b><br>– dr inż. Arkadiusz Węglarz .....                                               | 9   |
| 1.1. Zużycie energii w budownictwie – przepisy europejskie .....                                                                                                    | 9   |
| 1.2. Efektywność energetyczna budynków w Polsce – definicje .....                                                                                                   | 10  |
| 1.3. Zużycie energii w budynkach w Polsce – analiza standardów energetycznych<br>istniejących budynków .....                                                        | 13  |
| 1.4. Perspektywy wzrostu efektywności energetycznej w budynkach .....                                                                                               | 21  |
| Bibliografia. ....                                                                                                                                                  | 24  |
| <b>Rozdział 2. Wymagania techniczne dotyczące ochrony cieplnej i oszczędności energii</b><br>– dr inż. Arkadiusz Węglarz, dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Więtecka ..... | 25  |
| 2.1. Wprowadzenie .....                                                                                                                                             | 25  |
| 2.2. Szczegółowe wymagania techniczne dotyczące ochrony cieplnej i oszczędności energii<br>w budynkach. ....                                                        | 25  |
| Bibliografia. ....                                                                                                                                                  | 51  |
| <b>Rozdział 3. Rozwiązania techniczne elementów budynków zgodne z obowiązującymi<br/>wymaganiami</b> – dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Więtecka .....                    | 53  |
| 3.1. Kształtowanie bryły i układu budynków .....                                                                                                                    | 54  |
| 3.2. Szczelność obudowy zewnętrznej a zastosowany system wentylacji .....                                                                                           | 59  |
| 3.3. Termoizolacyjność przegród zewnętrznych .....                                                                                                                  | 67  |
| 3.4. Instalacje centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej .....                                                                                 | 83  |
| 3.5. Budynki pasywne, zeroenergetyczne, plusenergetyczne oraz budynki ekologiczne<br>w kontekście budownictwa zrównoważonego .....                                  | 93  |
| Bibliografia. ....                                                                                                                                                  | 98  |
| <b>Rozdział 4. Wykorzystanie OZE i kogeneracji</b> – dr inż. Arkadiusz Węglarz .....                                                                                | 99  |
| 4.1. Wprowadzenie .....                                                                                                                                             | 99  |
| 4.2. Systemy wykorzystujące energię promieniowania słonecznego .....                                                                                                | 99  |
| 4.3. Systemy wykorzystujące energię otoczenia .....                                                                                                                 | 113 |
| 4.4. Systemy wykorzystujące energię wiatru .....                                                                                                                    | 119 |
| 4.5. Systemy wykorzystujące biomasę .....                                                                                                                           | 120 |
| 4.6. Kogeneracja .....                                                                                                                                              | 129 |
| Bibliografia. ....                                                                                                                                                  | 138 |
| <b>Rozdział 5. Certyfikacja energetyczna budynków</b> – dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Więtecka. ....                                                                   | 139 |
| 5.1. Zasady funkcjonowania systemu certyfikacji energetycznej budynków .....                                                                                        | 139 |
| 5.2. Metodyka sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej budynków .....                                                                                  | 145 |
| 5.3. Dokument końcowy – świadectwo charakterystyki energetycznej .....                                                                                              | 173 |
| Bibliografia. ....                                                                                                                                                  | 179 |
| <b>Rozdział 6. Termomodernizacja budynków w Polsce</b> – dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Więtecka,<br>dr inż. Arkadiusz Węglarz. ....                                    | 181 |
| 6.1. Wymagania Unii Europejskiej zmierzające do ograniczenia zużycia energii oraz emisji<br>gazów .....                                                             | 181 |
| 6.2. Komfort użytkowania pomieszczeń. ....                                                                                                                          | 184 |
| 6.3. Pojęcie termomodernizacji .....                                                                                                                                | 189 |
| 6.4. Audyt energetyczny .....                                                                                                                                       | 190 |
| 6.5. Termomodernizacja przegród zewnętrznych .....                                                                                                                  | 193 |

|                                                                                                                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.6. Pojęcie głębokiej termomodernizacji .....                                                                                                                                    | 197        |
| 6.7. Systemy wsparcia termomodernizacji – ocena efektów .....                                                                                                                     | 197        |
| Bibliografia. ....                                                                                                                                                                | 211        |
| <b>Rozdział 7. Efektywne zarządzanie energią w budownictwie – dr inż. Arkadiusz Węglarz ....</b>                                                                                  | <b>213</b> |
| 7.1. Systemy zarządzania energią w budynkach .....                                                                                                                                | 213        |
| 7.2. Inteligentne budynki .....                                                                                                                                                   | 222        |
| 7.3. Systemy rozliczeń kosztów ogrzewania w budynkach wielorodzinnych .....                                                                                                       | 234        |
| Bibliografia. ....                                                                                                                                                                | 245        |
| <b>Załącznik 1. Izolacyjność termiczna przegród budowlanych – obliczenia współczynników<br/>przenikania ciepła – dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Wietecha .....</b>                    | <b>247</b> |
| 1.1. Ściany zewnętrzne .....                                                                                                                                                      | 247        |
| 1.2. Ściany wewnętrzne .....                                                                                                                                                      | 251        |
| 1.3. Strop gęstożebrowy pod nieogrzewanym poddaszem .....                                                                                                                         | 252        |
| 1.4. Podłoga na gruncie .....                                                                                                                                                     | 253        |
| 1.5. Dach – przegroda niejednorodna .....                                                                                                                                         | 255        |
| 1.6. Okna i drzwi zewnętrzne .....                                                                                                                                                | 258        |
| <b>Załącznik 2. Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na energię końcową do celów<br/>grzewczych dla przykładowego budynku – dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Wietecha. ....</b>        | <b>259</b> |
| 2.1. Energia użytkowa – obliczenia według normy PN-EN 13790:2008 .....                                                                                                            | 261        |
| <b>Załącznik 3. Audyt energetyczny budynku dla obiektu z załącznika 2<br/>– dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Wietecha .....</b>                                                         | <b>287</b> |
| 3.1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....                                                                                                                          | 287        |
| 3.2. Karta audytu energetycznego budynku .....                                                                                                                                    | 288        |
| 3.3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane podczas opracowywania audytu<br>oraz wytyczne i uwagi inwestora .....                                                                 | 291        |
| 3.4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku .....                                                                                                                            | 293        |
| 3.5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku .....                                                                                                                            | 298        |
| 3.6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych<br>na podstawie oceny stanu technicznego .....                                                     | 300        |
| 3.7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....                                                                                                  | 300        |
| 3.8. Opis techniczny proponowanych usprawnień .....                                                                                                                               | 315        |
| 3.9. Załączniki do audytu .....                                                                                                                                                   | 317        |
| <b>Załącznik 4. Obliczenia świadectw charakterystyki energetycznej budynku<br/>(różnice między rozporządzeniem i normą 13790)<br/>– dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Wietecha .....</b> | <b>321</b> |
| 4.1. Obliczenia wskaźników EU, EK i EP na potrzeby sporządzenia świadectwa charakterystyki<br>energetycznej budynków. ....                                                        | 321        |
| <b>Załącznik 5. Wykorzystanie badań termowizyjnych oraz badań szczelności w budownictwie<br/>– dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Wietecha. ....</b>                                      | <b>349</b> |
| <b>Aneks 1. Wykaz aktów prawnych .....</b>                                                                                                                                        | <b>363</b> |
| <b>Aneks 2. Wykaz Polskich Norm (PN) – zagadnienia energetyczne – dr inż. Andrzej Pogorzelski ..</b>                                                                              | <b>385</b> |
| <b>Aneks 3. Wykaz rysunków .....</b>                                                                                                                                              | <b>415</b> |
| <b>Aneks 4. Wykaz tabel .....</b>                                                                                                                                                 | <b>421</b> |
| <b>Skorowidz rzeczowy .....</b>                                                                                                                                                   | <b>425</b> |