

# Spis treści

|       |    |
|-------|----|
| Wstęp | 13 |
|-------|----|

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1. Geosyntetyki. Zarys wiadomości o geosyntetykach | 17 |
|----------------------------------------------------|----|

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 2. Surowce do produkcji geosyntetyków | 23 |
|---------------------------------------|----|

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. Charakterystyka i parametry techniczne geosyntetyków produkowanych i dystrybuowanych w Polsce | 29 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 3.1. Geosiatki komórkowe | 29 |
|--------------------------|----|

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 3.1.1. Geosiatka komórkowa – Geokrata TABOSS | 32 |
|----------------------------------------------|----|

|                        |    |
|------------------------|----|
| 3.2. Geosiatki płaskie | 34 |
|------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 3.2.1. Geosiatka Secugrid® | 36 |
|----------------------------|----|

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2. Jednokierunkowo rozciągane geosiatki TENAX TT | 41 |
|------------------------------------------------------|----|

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 3.2.3. Geosiatka Sympaforce | 43 |
|-----------------------------|----|

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 3.2.4. Geosiatka TELEGRID | 46 |
|---------------------------|----|

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 3.2.5. Dwukierunkowo rozciągane geosiatki TENAX LBO | 48 |
|-----------------------------------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 3.2.6. Geosiatka PARALINK™ | 49 |
|----------------------------|----|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 3.2.7. Siatka stalowa GALMAC | 51 |
|------------------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 3.2.8. Geosiatka PESGRID | 53 |
|--------------------------|----|

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 3.2.9. Geosiatki SCHWERGRID | 54 |
|-----------------------------|----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| 3.3. Geotkaniny | 56 |
|-----------------|----|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 3.3.1. Geotkaniny StradomGeo | 57 |
|------------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 3.3.2. Geotkaniny BONAR TF | 60 |
|----------------------------|----|

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 3.3.3. Geotkanina THRACE PLASTICS PP | 64 |
|--------------------------------------|----|

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 3.3.4. Geotkanina poliestrowa TELEVEV | 65 |
|---------------------------------------|----|

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 3.3.5. Geotkaniny polipropylenowe SUNGEO | 67 |
|------------------------------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 3.4. Geowłókniny | 69 |
|------------------|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 3.4.1. Geowłóknina Secutex GRK | 70 |
|--------------------------------|----|

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 3.4.2. Geowłóknina Terrafix | 74 |
|-----------------------------|----|

|         |                                                                           |     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.3.  | Geowłóknina Geotess                                                       | 76  |
| 3.4.4.  | Geowłókniny BONAR TF i THRACE PLASTICS                                    | 79  |
| 3.5.    | Geokompozyty wzmacniające                                                 | 83  |
| 3.5.1.  | Geokompozyt Combigrid Q1 R151                                             | 83  |
| 3.5.2.  | System STABOTESS                                                          | 85  |
| 3.6.    | Geokompozyty przeciwoerozyjne                                             | 87  |
| 3.6.1.  | Geomata przeciwoerozyjna Secumat®                                         | 88  |
| 3.6.2.  | Geomaty przeciwoerozyjne TENAX                                            | 90  |
| 3.6.3.  | Geomata Macmat®R                                                          | 92  |
| 3.6.4.  | Geokompozyt STEELGRID                                                     | 93  |
| 3.6.5.  | Biomaty przeciwoerozyjne IGG                                              | 94  |
| 3.6.6.  | Biomata BIOMAC®                                                           | 96  |
| 3.6.7.  | Biowłókniny biodegradowalne i syntetyczne                                 | 97  |
| 3.7.    | Geokompozyty drenażowe                                                    | 98  |
| 3.7.1.  | Mata drenażowa Secudran                                                   | 99  |
| 3.7.2.  | Geokompozyty drenażowe TN i TENDRAIN                                      | 101 |
| 3.7.3.  | Geosiatka drenażowa ParaDrain™                                            | 103 |
| 3.8.    | Hydroobsiew                                                               | 104 |
| 3.9.    | Geomembrany                                                               | 105 |
| 3.9.1.  | Geomembrana Carbofol                                                      | 106 |
| 3.9.2.  | Geomembrana GSE i HX                                                      | 109 |
| 3.10.   | Geokompozyty izolacyjne                                                   | 112 |
| 3.11.   | Bentomaty                                                                 | 112 |
| 3.11.1. | Mata bentonitowa Bentofix NSP                                             | 113 |
| 3.12.   | Gabiony                                                                   | 118 |
| 3.12.1. | Gabiony HPD                                                               | 120 |
| 3.12.2. | Kosze gabionowe SF                                                        | 127 |
| 3.12.3. | Gabiony prefabrykowane PREGAB                                             | 129 |
| 3.12.4. | Materace gabionowe                                                        | 130 |
| 3.12.5. | System GREEN TERRAMESH®                                                   | 132 |
| 3.12.6. | System TERRAMESH®                                                         | 134 |
| 4.      | Podłoże gruntowe. Charakterystyka gruntów, podstawowe pojęcia i definicje | 139 |
| 4.1.    | Podstawowe cechy fizyczne gruntu                                          | 139 |
| 4.2.    | Klasyfikacja gruntów wg norm PN i PN-EN ISO                               | 141 |
| 4.3.    | Parametry geotechniczne gruntów wg. norm PN i PN-EN ISO                   | 148 |
| 4.4.    | Klasyfikacja gruntów wg. Rozp. Nr 430 Min. Transp. i G.M.                 | 155 |

|         |                                                                                                                       |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.5.    | Charakterystyka i parametry geotechniczne gruntów nasypowych w podłożu                                                | 157 |
| 4.6.    | Zależności między parametrami geotechnicznymi gruntów                                                                 | 159 |
| 4.7.    | Warunki gruntowo – wodne                                                                                              | 163 |
| 4.8.    | Drenaż                                                                                                                | 165 |
| 4.9.    | Tiksotropia gruntu                                                                                                    | 168 |
| 4.10.   | Podłoże wzmocnione powierzchniowo w budownictwie komunikacyjnym                                                       | 168 |
| 4.10.1. | Wymagane parametry geotechniczne podłoża wzmocnionego powierzchniowo                                                  | 168 |
| 4.10.2. | Kontrola skuteczności powierzchniowego wzmocnienia podłoża                                                            | 169 |
| 5.      | Rodzaje i parametry techniczne kruszyw do konstrukcji ziemnych zbrojonych geosyntetykami                              | 173 |
| 5.1.    | Kruszywa w robotach ziemnych                                                                                          | 173 |
| 5.2.    | Naturalne kruszywa pochodzenia mineralnego                                                                            | 175 |
| 5.3.    | Sztuczne kruszywa pochodzenia mineralnego                                                                             | 176 |
| 5.4.    | Kruszywa z recyklingu                                                                                                 | 177 |
| 5.5.    | Kruszywa do konstrukcji ziemnych zbrojonych geosyntetykami                                                            | 177 |
| 5.6.    | Zagęszczalność kruszyw                                                                                                | 177 |
| 6.      | Konstrukcje ziemne zbrojone geosyntetykami                                                                            | 183 |
| 6.1.    | Grunt zbrojony jako materiał kompozytowy                                                                              | 183 |
| 6.2.    | Podstawy wymiarowania konstrukcji ziemnych zbrojonych geosyntetykami w terenie płaskim o maksymalnym spadku do ok. 5% | 185 |
| 6.3.    | Wzmocnienie uwarstwionego podłoża geosiatką komórkową oraz geosiatką płaską, geotkaniną lub geowłókniną               | 189 |
| 6.3.1.  | Obliczenia nośności podłoża                                                                                           | 189 |
| 6.3.2.  | Wzmocnienie podłoża geosiatką komórkową                                                                               | 190 |
| 6.3.3.  | Wzmocnienie podłoża geosiatką płaską, geotkaniną lub geowłókniną                                                      | 192 |
| 6.3.4.  | Jednoczesne wzmocnienie podłoża geosiatką komórkową oraz geosyntetykami płaskimi                                      | 193 |
| 6.4.    | Nasypy z gruntu zbrojonego geosyntetykami                                                                             | 194 |
| 6.5.    | Ściany oporowe i skarpy strome z gruntu zbrojonego geosyntetykami                                                     | 194 |
| 6.5.1.  | Założenia do obliczeń. Obciążenia. Współczynniki pewności                                                             | 195 |
| 6.5.2.  | Obliczenia konstrukcji ściany oporowej i skarpy stromej z gruntu zbrojonego geosyntetykami płaskimi                   | 195 |
| 6.5.3.  | Obliczenia konstrukcji ściany oporowej i skarpy stromej z gruntu zbrojonego gabionami                                 | 196 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.6. Skarpy                                                                                                                                     | 198 |
| 6.6.1. Parametry skarp wg. Rozp. 430 Min. Transp. i GM                                                                                          | 198 |
| 6.6.2. Obliczenia stateczności ogólnej skarp                                                                                                    | 199 |
| 6.6.3. Obliczenia powierzchniowego zabezpieczenia skarp geosiatką komórkową                                                                     | 202 |
| 7. Komputerowe programy obliczeniowe GAMMA-04                                                                                                   | 207 |
| 7.1. Instalowanie pakietu programów GAMMA-04                                                                                                    | 208 |
| 7.2. Ogólne zasady korzystania z programów GAMMA-04                                                                                             | 209 |
| 7.3. GAMMA-KT. Wzmacnianie uwarstwionego podłoża geosiatką komórkową oraz geosiatką płaską, geotkaniną lub geowłókniną                          | 212 |
| 7.3.1. Opis korzystania z programu                                                                                                              | 212 |
| 7.3.2. Przykład obliczeniowy nr 7.1                                                                                                             | 214 |
| 7.3.3. Przykład obliczeniowy nr 7.2                                                                                                             | 216 |
| 8. Zalecenia technologiczno - wykonawcze dot. metod wzmacniania gruntu geosyntetykami i zabezpieczenia przed erozją oraz montażu geosyntetyków. | 223 |
| 8.1. Wzmacnianie powierzchniowe podłoża w terenie płaskim pod budowlami powierzchniowymi, kubaturowymi i nasypami                               | 223 |
| 8.2. Wzmacnianie podłoża geosiatką komórkową                                                                                                    | 225 |
| 8.3. Wzmacnianie podłoża geosyntetykami płaskimi                                                                                                | 227 |
| 8.3.1. Wzmacnianie podłoża geosiatką Secugrid®                                                                                                  | 231 |
| 8.3.2. Wzmacnianie podłoża geotkaniną StradomGeo                                                                                                | 232 |
| 8.3.3. Wzmacnianie podłoża geowłókniną Geotess                                                                                                  | 232 |
| 8.4. Uszczelnianie podłoża geosyntetykami nieprzepuszczalnymi                                                                                   | 234 |
| 8.4.1. Uszczelnianie podłoża geomembraną Carbofol                                                                                               | 234 |
| 8.4.2. Uszczelnianie podłoża geomatą bentonitową Bentofix                                                                                       | 235 |
| 8.5. Wzmacnianie skarp, nasypów i wałów                                                                                                         | 239 |
| 8.5.1. Wzmacnianie skarp, nasypów i wałów z zastosowaniem geosiatek Securid® i geokompozytów Combigrd                                           | 239 |
| 8.5.2. Wzmacnianie skarp, nasypów i wałów gabionami HPD                                                                                         | 245 |
| 8.6. Powierzchniowe zabezpieczenie skarp                                                                                                        | 246 |
| 8.6.1. Powierzchniowe zabezpieczenie skarp geosiatką komórkową                                                                                  | 246 |
| 8.6.2. Powierzchniowe zabezpieczenie skarp geomatą przeciwoerozyjną Secumat®                                                                    | 247 |
| 8.6.3. Powierzchniowe zabezpieczenie skarp biowłókniną                                                                                          | 249 |
| 8.7. Montaż maty drenażowej Secudran                                                                                                            | 251 |

|     |                                                    |     |
|-----|----------------------------------------------------|-----|
| 9.  | Kosztorysowanie robót                              | 255 |
| 10. | Specyfikacje techniczne                            | 261 |
| 11. | Producenci i dystrybutorzy geosyntetyków w Polsce. | 267 |
|     | Bibliografia                                       | 287 |
|     | Programy GAMMA-04 na płycie CD                     |     |



**drogi mogą wyglądać tak...**