

1985. MÁJ 21

YBL MIKLÓS ÉPÍTŐIPARI MŰSZAKI FŐISKOLA  
GÉPÉSZETI KAR, DEBRECEN

# SZILÁRDSÁGTAN

## I.

Összeállította:  
KASSAI LÁSZLÓ  
adjunktus

39



KÉZIRAT

KLTE MFK Könyvtára  
DEBRECEN



TANKÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1977

# Tartalomjegyzék

|        |                                                                                      |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Bevezetés .....                                                                      | 3  |
| 1.1.   | A szilárdságtan alapfogalmai .....                                                   | 3  |
| 1.2.   | A szilárd és merev test statikájának kapcsolata .....                                | 4  |
| 1.3.   | A szilárdságtan feladata .....                                                       | 5  |
| 1.4.   | Szilárdságtani vizsgálatok szempontjai .....                                         | 6  |
| 2.     | A feszültségek elmélete .....                                                        | 7  |
| 2.1.   | A feszültség fogalma .....                                                           | 7  |
| 2.2.   | A feszültségállapot fogalma. A feszültségvektor komponensei .....                    | 8  |
| 2.3.   | A $\tau$ feszültségek dualitásának tétele .....                                      | 10 |
| 2.4.   | A feszültségi állapot meghatározása .....                                            | 11 |
| 3.     | Feszültségállapotok .....                                                            | 13 |
| 3.1.   | Egytengelyű feszültségállapot (Húzott rud feszültségállapota) .....                  | 13 |
| 3.1.1. | Egytengelyű feszültségállapot számító vizsgálata ...                                 | 13 |
| 3.1.2. | Gyakorlati alkalmazás .....                                                          | 16 |
| 3.1.3. | Mohr-féle feszültségi kör egytengelyű feszültségi állapot esetén .....               | 17 |
| 3.2.   | Kéttengelyű feszültségállapot (Síkfeszültségi állapot) .....                         | 20 |
| 3.2.1. | Síkfeszültségi állapot számító vizsgálata .....                                      | 20 |
| 3.2.2. | Mohr-féle feszültségi kör síkbeli feszültségállapot esetén .....                     | 25 |
| 3.2.3. | Gyakorlati alkalmazás .....                                                          | 28 |
| 3.3.   | Háromtengelyű feszültségállapot (Térbeli feszültségállapot) .....                    | 30 |
| 3.3.1. | Térbeli feszültségállapot számító vizsgálata .....                                   | 30 |
| 3.3.2. | Mohr-féle feszültségi kör térbeli feszültségállapot esetén .....                     | 30 |
| 3.3.3. | A síkbeli feszültségállapot, mint a térbeli feszültségállapot különleges esete ..... | 32 |
| 4.     | Alakváltozási állapot .....                                                          | 34 |
| 4.1.   | Alakváltozás és alakváltozási állapot .....                                          | 34 |
| 4.2.   | Síkbeli alakváltozási állapot .....                                                  | 36 |
| 4.3.   | Az alakváltozási összetevők meghatározása .....                                      | 36 |



|        |                                                                                                                                |     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.   | Főirányok és főnyúlások .....                                                                                                  | 40  |
| 4.5.   | Az alakváltozás Mohr-köre .....                                                                                                | 41  |
| 4.6.   | Térbeli alakváltozási állapot .....                                                                                            | 43  |
| 5.     | A fizikai egyenletek (Anyagtörvények) .....                                                                                    | 45  |
| 5.1.   | Hooke-törvénye .....                                                                                                           | 45  |
| 5.2.   | A $\sigma$ és $\tau$ feszültségek okozta alakváltozások .....                                                                  | 49  |
| 5.3.   | Összefüggés $E$ , $G$ és $\mu$ között .....                                                                                    | 51  |
| 6.     | A szilárdságtani feladatok megoldásának általános menete ....                                                                  | 54  |
| 6.1.   | De Saint-Venant elv .....                                                                                                      | 54  |
| 7.     | Rud alaku testek vizsgálata egyszerű igénybevételek esetén ...                                                                 | 56  |
| 7.1.   | Huzás és nyomás .....                                                                                                          | 56  |
| 7.1.1. | A feszültség és az alakváltozás számítása .....                                                                                | 57  |
| 7.1.2. | A függőleges rudat saját súlya terheli .....                                                                                   | 58  |
| 7.1.3. | Változó keresztmetszetű rudak .....                                                                                            | 60  |
| 7.1.4. | Egyenszilárdságú huzott rud .....                                                                                              | 61  |
| 7.1.5. | Statikailag határozatlan feladatok .....                                                                                       | 63  |
| 7.2.   | Érintkezési feszültségek .....                                                                                                 | 66  |
| 7.3.   | Hőokozta feszültségek .....                                                                                                    | 68  |
| 7.3.1. | Egyenletes felmelegítés .....                                                                                                  | 68  |
| 7.3.2. | Egyenlőtlen felmelegítés .....                                                                                                 | 68  |
| 7.3.3. | Gyakorlati feladat az egyenletes felmelegítésre ..                                                                             | 70  |
| 7.3.4. | Gyakorlati feladat az egyenlőtlen felmelegítésre ..                                                                            | 71  |
| 7.4.   | Nyírás .....                                                                                                                   | 73  |
| 7.5.   | Sikidomok másodrendű nyomatéka .....                                                                                           | 75  |
| 7.5.1. | A másodrendű nyomatékkal kapcsolatos tételek ..                                                                                | 76  |
| 7.5.2. | Gyakorlati feladatok .....                                                                                                     | 79  |
| 7.5.3. | A sikidom főtengelyei .....                                                                                                    | 81  |
| 7.5.4. | A tehetetlenségi kör .....                                                                                                     | 83  |
| 7.5.5. | Gyakorlati alkalmazás .....                                                                                                    | 84  |
| 7.5.6. | Az inercia sugár .....                                                                                                         | 86  |
| 7.6.   | Egyenes tiszta hajlítás .....                                                                                                  | 87  |
| 7.6.1. | Az egyenes tiszta hajlításra igénybevett rud keresztmetszeteiben keletkező feszültségek és az alakváltozás meghatározása ..... | 87  |
| 7.6.2. | A feszültség képletének részletesebb vizsgálata ..                                                                             | 95  |
| 7.6.3. | Az alakváltozás részletesebb vizsgálata .....                                                                                  | 97  |
| 7.6.4. | Gyakorlati feladatok a hajlított tartóban ébredő feszültség meghatározására .....                                              | 98  |
| 7.6.5. | A rugalmas szál differenciálegyenletének alkalmazása .....                                                                     | 102 |
| 7.6.6. | Statikailag határozatlan feladatok .....                                                                                       | 106 |



|         |                                                                             |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.7.    | Csavarás .....                                                              | 109 |
| 7.7.1.  | Kör-, és körgyűrű- keresztmetszetű rudak .....                              | 109 |
| 7.7.2.  | A csavarásra terhelt hengeres rud feszültségi állapota .....                | 112 |
| 7.7.3.  | Téglalap keresztmetszetű rudak csavarása .....                              | 114 |
| 7.7.4.  | Hengerelt tartók csavarása .....                                            | 116 |
| 7.7.5.  | Gyakorlati feladatok a csavart rudban ébredő feszültség kiszámítására ..... | 117 |
| 7.7.6.  | Statikailag határozatlan feladatok .....                                    | 119 |
| 7.8.    | Rugalmas testek stabilitása .....                                           | 122 |
| 7.8.1.  | A kihajlás jelensége .....                                                  | 122 |
| 7.8.2.  | Az Euler-féle kritikus erő .....                                            | 123 |
| 7.8.3.  | Az Euler-féle kritikus feszültség .....                                     | 128 |
| 7.8.4.  | Tetmajer kísérleti vizsgálatai .....                                        | 130 |
| 7.8.5.  | Méretezés kihajlásra .....                                                  | 132 |
| 7.8.6.  | Gyakorlati alkalmazás .....                                                 | 133 |
| 8.      | Feszültségek számítása összetett igénybevételek esetén .....                | 135 |
| 8.1.    | Egyirányú összetett igénybevételek .....                                    | 136 |
| 8.1.1.  | Az excentrikus húzás. Erő a fősíkban .....                                  | 136 |
| 8.1.2.  | Húzás és hajlítás .....                                                     | 138 |
| 8.1.3.  | Excentrikus nyomás. Erő a fősíkban .....                                    | 139 |
| 8.1.4.  | Az excentrikus húzás (vagy nyomás) általános esete .....                    | 141 |
| 8.1.5.  | A keresztmetszet magja .....                                                | 143 |
| 8.1.6.  | Ferde hajlítás .....                                                        | 144 |
| 8.2.    | Többirányú összetett igénybevételek .....                                   | 147 |
| 8.2.1.  | Hajlítás és nyírás .....                                                    | 148 |
| 8.2.2.  | A $\tau$ feszültségek középpontja .....                                     | 154 |
| 8.2.3.  | A nyíróerő befolyása a hajlított egyenes rud alakváltozására .....          | 157 |
| 9.      | A határfeszültségállapotok elmélete .....                                   | 159 |
| 9.1.    | A torzító munka elmélete (Huber-Mises-Hencky elmélet) .....                 | 159 |
| 9.2.    | Mohr határfeszültségállapot elmélete .....                                  | 160 |
| 9.3.    | Határfeszültségállapot elméletek összehasonlítása .....                     | 164 |
| 10.     | A szilárdsági méretezés alapjai .....                                       | 166 |
| 10.1.   | Méretezés előírt biztonságra .....                                          | 168 |
| 10.2.   | Méretezés teherbírás alapján .....                                          | 169 |
| 10.2.1. | Hajlított rud és csavart rud teherbírása .....                              | 170 |
| 10.3.   | Méretezés határigénybevételre .....                                         | 173 |

