

## STANDARDIZACIJA (NORMIZACIJA) I TIPIZACIJA

Standardizacija i tipizacija su procesi čiji je osnovni cilj sistematsko nastojanje da se uklone raznolikosti između pojedinih predmeta i pojmova koji su inače predviđeni za istu svrhu. Provodi se na taj način da se između određenog broja proizvoda, dijelova, predmeta i pojmova, odabere jedan ili više njih koji najbolje odgovaraju potrebama te koji ujedno mogu preostale predmete, proizvode, dijelove i pojmove potpuno opisati odnosno nadomjestiti. Ne treba shvatiti da pod pojmom standardizirati treba stvarati neke nove proizvode ili dijelove već prije svega odabrati u prosjeku najbolje ili najprikladnije za neke postavljene zahtjeve. Sam standard međutim je strogo definiran prema određenim pravilima. Standardiziraju se najčešće sirovine, poluproizvodi, proizvodi, mjere, pojmovi, način dimenzioniranja i td. Standardizacija se sprovodi u svim ljudskim djelatnostima. Tehnička standardizacija, kao dio te opće standardizacije ima za cilj da:

- smanji zalihe materijala na skladištu, zalihe gotovih proizvoda, rezervnih dijelova i alata,
- ograniči broj tipova i dimenzija poluproizvoda, alata, gotovih proizvoda, rezervnih dijelova,
- omogući velikoserijsku i masovnu proizvodnju kroz smanjenje broja različitih proizvoda. Ovime se smanjuje broj tehnoloških procesa.
- poveća kvalitetu proizvodnje općenito
- olakša i ubrza tijek konstruktivnog procesa
- olakša radne uvjete
- omogući smanjenje potroška energije
- snizi troškove kontrole
- zaštititi ljudsku okolinu

U području distribucije i prodaje standardizacija omogućuje bržu i točniju isporuku, uklanja mogućnost zabuna, olakšava transport te smanjuje broj sporova odnosno troškova iz toga proizašlih.

U područjima koje zahvaća standardizacija postoji potreba da se jedna ili više karakteristika koje se izražavaju brojčanim vrijednostima (dužine, promjeri, tlakovi, naprezanja i td.) poredaju u redove veličina sredene na određeni način. Cilj je da se sa što manjim brojem članova tih brojčanih redova zadovolje sve potrebe

Za brojčane vrijednosti gore navedeni veličina (duljina, tlakova, snaga itd.) po određenim pravilima formiraju se *standardni brojevi* (HRN A.A0.001 - 1983, DIN 323, ISO 3,17,497). Po svim važećim standardima, standardni brojevi su zaokružene vrijednosti članova geometrijskih redova sa stupnjevima  $\sqrt[5]{10}$ ,  $\sqrt[10]{10}$ ,  $\sqrt[20]{10}$ ,  $\sqrt[40]{10}$  ili  $\sqrt[80]{10}$ . Razvrstani su u *osnovne redove*, kojih ima četiri: R5, R10, R20 i R40 te jedan *izuzetni red*: R80 (R- prema predlažaču Renardu). Njihove brojčane vrijednosti za decimalni interval od 1 do 10 vide se u tablici 2.1.

Tablica 2.1. Normni brojevi (HRN A.AO.001 – 183)

| Temeljni redovi |      |      |      | Iznimni red |      |
|-----------------|------|------|------|-------------|------|
| R5              | R10  | R20  | R40  | R80         |      |
| 1,00            | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00        |      |
|                 |      |      | 1,06 | 1,06        | 1,03 |
|                 |      | 1,12 | 1,12 | 1,12        | 1,09 |
|                 |      |      | 1,18 | 1,18        | 1,15 |
|                 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25        | 1,22 |

|       |       |       |       |       |      |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|       |       |       | 1,32  | 1,32  | 1,28 |
|       |       | 1,40  | 1,40  | 1,40  | 1,36 |
|       |       |       | 1,50  | 1,50  | 1,45 |
| 1,60  | 1,60  | 1,60  | 1,60  | 1,60  | 1,55 |
|       |       |       | 1,70  | 1,70  | 1,65 |
|       |       | 1,80  | 1,80  | 1,80  | 1,75 |
|       |       |       | 1,90  | 1,90  | 1,85 |
|       | 2,00  | 2,00  | 2,00  | 2,00  | 1,95 |
|       |       |       | 2,12  | 2,12  | 2,06 |
|       |       | 2,24  | 2,24  | 2,24  | 2,18 |
|       |       |       | 2,36  | 2,36  | 2,30 |
| 2,50  | 2,50  | 2,50  | 2,50  | 2,50  | 2,43 |
|       |       |       | 2,65  | 2,65  | 2,58 |
|       |       | 2,80  | 2,80  | 2,80  | 2,72 |
|       |       |       | 3,00  | 3,00  | 2,90 |
|       | 3,15  | 3,15  | 3,15  | 3,15  | 3,07 |
|       |       |       | 3,35  | 3,35  | 3,25 |
|       |       | 3,55  | 3,55  | 3,55  | 3,45 |
|       |       |       | 3,75  | 3,75  | 3,65 |
| 4,00  | 4,00  | 4,00  | 4,00  | 4,00  | 3,87 |
|       |       |       | 4,25  | 4,25  | 4,12 |
|       |       | 4,50  | 4,50  | 4,50  | 4,37 |
|       |       |       | 4,75  | 4,75  | 4,62 |
|       | 5,00  | 5,00  | 5,00  | 5,00  | 4,87 |
|       |       |       | 5,30  | 5,30  | 5,15 |
|       |       | 5,60  | 5,60  | 5,60  | 5,45 |
|       |       |       | 6,00  | 6,00  | 5,80 |
| 6,30  | 6,30  | 5,30  | 6,30  | 6,30  | 6,15 |
|       |       |       | 6,70  | 6,70  | 6,50 |
|       |       | 7,10  | 7,10  | 7,10  | 6,90 |
|       |       |       | 7,50  | 7,50  | 7,30 |
|       | 8,00  | 8,00  | 8,00  | 8,00  | 7,75 |
|       |       |       | 8,50  | 8,50  | 8,25 |
|       |       | 9,00  | 9,00  | 9,00  | 8,75 |
|       |       |       | 9,50  | 9,50  | 9,25 |
| 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 9,75 |

Ovako odabrani geometrijski redovi objedinjuju prednosti dekadskog sustava i geometrijskog reda. Obuhvaćeni su svi temeljni brojevi dekadskog sustava (1, 10, 100, ...). U svakoj dekadi imaju jednak broj članova odnosno jednaku gustoću članova reda. Jednako položeni članovi pojedinih dekada razlikuju se samo u položaju decimalnog zareza:

|     |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1   | 1,6 | 2,5 | 4   | 6,3 | 10   |
| 10  | 16  | 25  | 40  | 63  | 100  |
| 100 | 160 | 250 | 400 | 630 | 1000 |

Svaki gušći red sadrži sve članove prethodnog reda koji ima manji broj članova. Svaki viši red sadrži dvostruki broj članova prethodnog reda. Odnos bilo koga člana unutar reda prema najbližem manjem članu je konstantan i prema zakonu geometrijskog reda iznosi:

$$q_r = \sqrt[r]{10} \quad (2.1)$$

gdje je  $r$  oznaka reda (5, 10, 20, 40). Za različite redove taj porast iznosi:

|     |      |
|-----|------|
| R5  | 1,6  |
| R10 | 1,25 |
| R20 | 1,12 |
| R40 | 1.06 |
| R80 | 1.03 |

Pri odabiru standardnih brojeva treba uvijek nastojati upotrebljavati red sa sa najgrubljim skokom (R5). Ako taj ne zadovoljava ide se na finiji red (R10) itd.

*Izvedeni redovi* standardnih brojeva dobiju se tako da se od osnovnog reda uzimaju samo određeni članovi, ali pravilno odabrani naprimjer svaki drugi ili svaki treći itd. Članovi takovog reda se mogu dobiti i direktno preko jednadžbe za razmak članova tako da se potkorjenoj vrijednosti, 10, dodaje potencija 1, 2, 3, 4,..... Ako, naprimjer, tvorimo izvedeni red koji ima svaki treći član reda R10 tada će biti  $q_r = \sqrt[10]{10^3}$ , pa će mu članovi biti za raspon od 1 do 1000 : 1, 2,4,8,16,32,63,125,250,500,1000. Oznake ovakvih izvedenih redova tvore se tako da se uz oznaku osnovnog reda doda koji svaki član osnovnog reda uzimamo za izvedeni. Za gore navedeni primjer oznaka reda bi bila R10/3. Moguće je i točno precizirati da neki član u tako formiranom nizu mora biti sadržan u tome nizu. Naprimjer red 10/3(...80...) sadrži svaki treći član reda R10, ali mora sadržavati i standardni broj 80. Ponekad redovi ne moraju biti iste gustoće u cijelom opsegu, pa se opseg reda dijeli u nekoliko intervala standardnih brojeva. Mogu se kombinirati i osnovni i izvedeni redovi. Naprimjer red R20(14...25) + R40/3(25....50) + R10(50....100) sadrži članove 14,16,18,20,22.4, 25, 30, 35.5, 42.5, 50, 63, 80, 100. Redovi su u pravilu rastući, a ako su padajući onda se uz oznaku reda to naznači. Naprimjer ako želimo da red bude padajući onda uz oznaku reda to naznačimo: R40(300....75). To znači da je prvi član reda 300 a zadnji 75. Isto tako npr.: R10/3(...80...) je red koji sadrži svaki treći član iz osnovnog reda R10, ali mora sadržavati standardni broj 80.

Na sličan način se tvore i *ograničeni redovi* koje označujemo graničnim članom u zagradi, npr. R5(16...) R10(...400) R20(2,5...5).

Produkti i kvocijenti normnih brojeva su opet normni brojevi dok zbrojevi i razlike u pravilu to nisu (izuzetci postoje).

Osnovni redovi imaju prednost pred izuzetnim ili izvedenim redovima. Ako je upotreba standardnih brojeva potpuno isključena, upotrebljavaju se takozvani *prilagođeni brojevi* :

|      |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|
| 1,05 | 2,1  | 2,4 | 3,5 | 4,8 |
| 1,1  | 2,2  | 2,6 | 3,6 | 5,5 |
| 1,2  | 2,25 | 3,2 | 3,8 | 7,0 |
| 1,3  | 2,35 | 3,4 | 4,2 |     |

### 2.2.1. Uporaba standardnih brojeva

U inženjerskoj praksi se često proizvode konstruktivni nizovi odnosno serije proizvoda koje su geometrijski slični to jest različitih veličina (tipizacija). Zahvaljujući zakonitostima standardnih brojeva moguće je za samo jedan primjer (original) u tom nizu proizvoda izvršiti detaljno dimenzioniranje i oblikovanje, koje će onda vrijediti za čitav niz. Naravno

ovo vrijedi uz ispunjenje određenih uvjeta vezanih uz fizikalne veličine općenito, odnosno zakonitosti njihovih sličnosti koje proizlaze iz geometrijskih sličnosti. Najjednostavnije je definirati omjer duljina (standardne duljinske mjere za područje od 1 do 1000 mm vide se u tablici 2.2.).

Ako postoji geometrijska sličnost onada omjer duljina mora biti jednak faktoru porasta duljina odnosno

$$q_l = \frac{q_{n+1}}{q_n} \quad (2.2)$$

Omjer površina bit će tada:

$$q_A = \frac{(q_{n+1})^2}{q_n^2} = q_l^2 \quad (2.3)$$

Omjer volumena bit će:

$$q_V = \frac{(q_{n+1})^3}{q_n^3} = q_l^3 \quad (2.4)$$

Na isti je način definiran i omjer masa ( $q_m = q_l^3$ ).

Omjer vremena:

$$q_t = q_l \quad (2.5)$$

Omjer ubrzanja:

$$q_a = \frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{q_l}{q_l^2} = \frac{1}{q_l} \quad (2.6)$$

Tablica 2.2. Standardne duljinske mjere u mm (HRN A.A0.010 - 1959)

| 1 ... 10 mm |      |      |      | 10 ... 100 mm |     |      |      | 100 ... 1000 mm |     |      |     |     |  |
|-------------|------|------|------|---------------|-----|------|------|-----------------|-----|------|-----|-----|--|
| R5          | R10  | R40* | i.v. | R5            | R10 | R40* | I.v. | R5              | R10 | R40* |     |     |  |
| 1,00        | 1,00 | 1,00 | ·    | 10            | 10  | 10   | ·    | 100             | 100 | 100  | ·   |     |  |
| ·           | ·    | 1,06 | 1,05 | ·             | ·   | 10,6 | 10,5 | ·               | ·   | ·    | 106 | 105 |  |
| ·           | ·    | 1,12 | 1,1  | ·             | ·   | 11,2 | 11   | ·               | ·   | ·    | 112 | 110 |  |
| ·           | ·    | 1,18 | 1,15 | ·             | ·   | 11,8 | 11,5 | ·               | ·   | ·    | 118 | 115 |  |
| ·           | 1,25 | 1,25 | 1,2  | ·             | ·   | 12,5 | 12,5 | 12              | ·   | ·    | 125 | 120 |  |
| ·           | ·    | 1,32 | 1,3  | ·             | ·   | 13,2 | 13   | ·               | ·   | ·    | 132 | 130 |  |
| ·           | ·    | 1,40 | ·    | ·             | ·   | 14   | ·    | ·               | ·   | ·    | 140 | ·   |  |

|       |       |       |      |     |     |      |      |      |    |      |      |      |     |
|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|------|----|------|------|------|-----|
| .     | .     | 1,50  | .    | .   | .   | .    | 15   | .    | .  | .    | .    | 150  | .   |
| 1,60  | 1,60  | 1,60  | .    | .   | 16  | 16   | 16   | .    | .  | 160  | 160  | 160  | .   |
| .     | .     | 1,70  | .    | .   | .   | .    | 17   | .    | .  | .    | .    | 170  | .   |
| .     | .     | 1,80  | .    | .   | .   | .    | 18   | .    | .  | .    | .    | 180  | .   |
| .     | .     | 1,90  | .    | .   | .   | .    | 19   | .    | .  | .    | .    | 190  | .   |
| .     | 2,00  | 2,00  | .    | .   | .   | 20   | 20   | .    | .  | .    | 200  | 200  | .   |
| .     | .     | 2,12  | 2,1  | .   | .   | .    | 21,2 | 21   | .  | .    | .    | 212  | 210 |
| .     | .     | 2,24  | 2,2  | .   | .   | .    | 22,4 | 22   | .  | .    | .    | 224  | 220 |
| .     | .     | 2,36  | 2,35 | 2,4 | .   | .    | 23,6 | 23,5 | 24 | .    | .    | 236  | 235 |
| 2,50  | 2,50  | 2,50  | .    | .   | 25  | 25   | 25   | .    | .  | 250  | 250  | 250  | .   |
| .     | .     | 2,65  | .    | 2,6 | .   | .    | 26,5 | .    | 26 | .    | .    | 265  | .   |
| .     | .     | 2,80  | .    | .   | .   | .    | 28   | .    | .  | .    | .    | 280  | .   |
| .     | .     | 3,00  | .    | .   | .   | .    | 30   | .    | .  | .    | .    | 300  | .   |
| .     | 3,15  | 3,15  | 3,2  | .   | .   | 31,5 | 31,5 | 32   | .  | .    | 315  | 315  | 320 |
| .     | .     | 3,35  | 3,4  | .   | .   | .    | 33,5 | 34   | .  | .    | .    | 335  | 340 |
| .     | .     | 3,55  | 3,6  | 3,5 | .   | .    | 35,5 | 36   | 35 | .    | .    | 355  | 360 |
| .     | .     | 3,75  | 3,8  | .   | .   | .    | 37,5 | 38   | .  | .    | .    | 375  | 380 |
| 4,00  | 4,00  | 4,00  | .    | .   | 40  | 40   | 40   | .    | .  | 400  | 400  | 400  | .   |
| .     | .     | 4,25  | 4,2  | .   | .   | .    | 42,5 | 42   | .  | .    | .    | 425  | 420 |
| .     | .     | 4,50  | .    | .   | .   | .    | 45   | .    | .  | .    | .    | 450  | .   |
| .     | .     | 4,75  | 4,8  | .   | .   | .    | 47,5 | 48   | .  | .    | .    | 475  | 480 |
| .     | 5,00  | 5,00  | .    | .   | .   | 50   | 50   | .    | .  | .    | 500  | 500  | .   |
| .     | .     | 5,30  | .    | .   | .   | .    | 53   | .    | .  | .    | .    | 530  | .   |
| .     | .     | 5,60  | .    | 5,5 | .   | .    | 56   | .    | 55 | .    | .    | 560  | .   |
| .     | .     | 6,00  | .    | .   | .   | .    | 60   | .    | .  | .    | .    | 600  | .   |
| 6,30  | 6,30  | 6,30  | .    | 6,0 | 63  | 63   | 63   | .    | .  | 630  | 630  | 630  | .   |
| .     | .     | 6,70  | .    | 6,5 | .   | .    | 67   | .    | 65 | .    | .    | 670  | .   |
| .     | .     | 7,10  | .    | 7,0 | .   | .    | 71   | .    | 70 | .    | .    | 710  | .   |
| .     | .     | 7,50  | .    | .   | .   | .    | 75   | .    | .  | .    | .    | 750  | .   |
| .     | 8,00  | 8,00  | .    | .   | .   | 80   | 80   | .    | .  | .    | 800  | 800  | .   |
| .     | .     | 8,50  | .    | .   | .   | .    | 85   | .    | .  | .    | .    | 850  | .   |
| .     | .     | 9,00  | .    | .   | .   | .    | 90   | .    | .  | .    | .    | 900  | .   |
| .     | .     | 9,50  | .    | .   | .   | .    | 95   | .    | .  | .    | .    | 950  | .   |
| 10,00 | 10,00 | 10,00 | .    | .   | 100 | 100  | 100  | 100  | .  | 1000 | 1000 | 1000 | .   |

\* desno su prilagođeni brojevi; i.v. – izuzetne vrijednosti

Omjer sila će biti:

$$q_F = \frac{m_{n+1} a_{n+1}}{m_n a_n} = q_l^3 \frac{1}{q_l} = q_l^2 \quad (2.7)$$

Omjer naprezanja:

$$q_\sigma = \frac{q_F}{q_A} = \frac{q_l^2}{q_l^2} = 1 \quad (2.8)$$

Omjer momenata (fleksionih i torzionih):

$$q_M = q_T = q_F q_l = q_l^3 \quad (2.9)$$

Omjer brzina:

$$q_v = \frac{q_l}{q_l} = 1 \quad (2.10)$$

Omjer snaga:

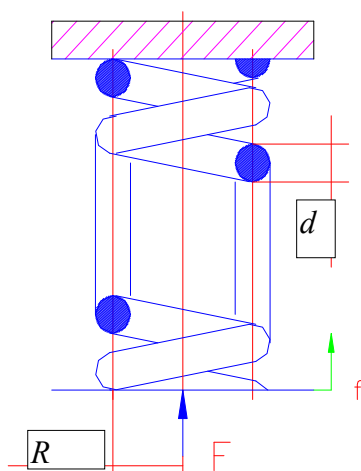
$$q_P = q_F q_v = q_l^2 \quad (2.11)$$

Vidi se da su omjeri brzine i naprezanja jednaki jedinici. To znači da će svi proizvodi jedne familije imati približno ista naprezanja i brzine. U ovim se razmatranjima zanemaruju vlastite težine. Ako se želi projektirati konstruktivni niz (familija) proizvoda sa nekom radnom karakteristikom  $X$  sa  $x$  članova, omjer porasta te karakteristike će biti:

$$q_X = \sqrt[x]{\frac{X_{\max}}{X_{\min}}} \quad (2.12.)$$

### Primjer 1

Potrebno je razviti konstruktivni niz zavojnih torzijskih zavojnih opruga izrađenih od jednakog materijala a koje se mogu opteretiti silama od 10 do 1000 N. Potrebni broj opruga u nizu je 11. Materijal opruga je čelik koji ima  $\tau_{dop} = 260 \text{ N} / \text{mm}^2$ .



U ovom primjeru je zadana karakteristika niza ( X ) sila koja djeluje na oprugu. Prema ( 2.7.) je

$$q_F = \sqrt[11]{\frac{1000}{10}} = \sqrt[10]{100} = 1.585$$

Ovaj se rezultat može zaokružiti na  $q_F=1.6$  pa veličine sila raspoređujemo po pravilu reda R5. Naprezanje materijala opruge u cijelom konstruktivnom nizu mora biti približno jednako pa će porast dužinskih veličina biti:

$$q_l = \sqrt{q_F} = \sqrt{1.6} = 1.25$$

Iz ovog proizlazi da će vrijednosti polumjera opruge  $R$  i promjera žice  $d$  od koje se namata opruga biti članovi niza R10.

Proračunom “originala” po jednadžbi

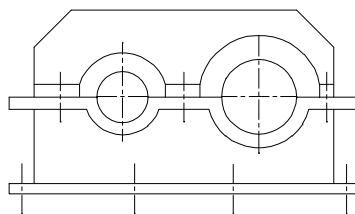
$$d = \sqrt[3]{\frac{16FR}{\pi\tau_{dop}}}$$

uz  $R_{min}=5$  i  $F_{min}=10$  N (zadano), dobije se konačni izgled konstruktivnog niza koji se vidi u donjoj tablici.

| Veličina | Red | Izvedba |      |     |    |      |      |     |     |      |     |      |  |
|----------|-----|---------|------|-----|----|------|------|-----|-----|------|-----|------|--|
| $F$ (N)  | R5  | 10      | 16   | 25  | 40 | 63   | 100  | 160 | 250 | 400  | 630 | 1000 |  |
| $d$ (mm) | R10 | 1       | 1.25 | 1.6 | 2  | 2.5  | 3.15 | 4   | 5   | 6.3  | 8   | 10   |  |
| $R$ (mm) | R10 | 5       | 6.3  | 8   | 10 | 12.5 | 16   | 20  | 25  | 31.5 | 40  | 50   |  |

### Primjer 2

Treba projektirati konstruktivni niz jednostupanjskih prijenosnika-reduktora za snage od  $P=1$  kW do  $P=30$  kW sa 11 članova niza. Materijali u cijelom nizu su jednaki, kao i ulazne brzine vrtnje. Na temelju proračuna jednog od prijenosnika iz niza dobivene su vrijednosti svih parametara. Jednostavno je provjeriti da čvrstoće boka i korjena u cijelom nizu ostaju skoro konstantne.



$$q_P = \sqrt[11]{\frac{30}{1}} = \sqrt[10]{30} = 1.405$$

Na temelju proračuna jednog od prijenosnika iz niza su dobivene vrijednosti svih parametara. Također su i čvrstoće zuba u cijelom nizu približno jednake.

Niti jedan od dobivenih omjera nije faktor porasta niti jednog osnovnog reda pa tvorimo kombinaciju redova.

| Veličina   | Izvedba |      |     |      |     |     |     |      |      |      |      |
|------------|---------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| $P$ (kW)   | 1       | 1.4  | 2   | 2.8  | 4   | 5.6 | 8   | 11.2 | 16   | 22.4 | 31.5 |
| $a$ (mm)   | 50      | 60   | 71  | 85   | 106 | 125 | 150 | 180  | 212  | 250  | 300  |
| $H$ (mm)   | 56      | 67   | 80  | 95   | 112 | 132 | 160 | 190  | 236  | 280  | 335  |
| $B$ (mm)   | 132     | 160  | 190 | 236  | 280 | 335 | 400 | 475  | 560  | 670  | 800  |
| modul (mm) | 1       | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2   | 2.5 | 3   | 3.5  | 4.25 | 5    | 6    |

Vrijednosti u gornjoj tabeli su date kao izvedeni red a po vrijednostima reda R20/4 za snage, te reda reda R40/4 za duljinske veličine. Moduli su dati po ISO54-DIN780, prioritet I i II, koji predstavlja kombinaciju osnovnih, iznimnog i izvedenih redova.