

# EBSz HF megoldási segédlet

Adatok:

```
In[1]:= k = 45; (*W/mK*)
T0 = 20; (*°C*)
EE = 200000; (*MPa*)
```

```
In[4]:= a = 12; (*mm*)
b = 30; (*mm*)
Tb = 75; (*°C*)
T∞ = 45; (*°C*)
p = 190; (*MPa*)
h = 400; (*W/m²K*)
σF = 270; (*MPa*)
α = 1.5 × 10-5; (*1/K*)
Sn = 185; (*MPa*)
```

## 1. Csőfalban kialakuló hőmérséklet eloszlás

Hővezetési ellenállás

```
In[13]:= Rhv = Log[b / a] / (2 π k) // N
```

```
Out[13]= 0.00324072
```

Külső hőmérséklet (cső két fala közti hőáram = cső külseje és környezete közötti konvektív hőáram)

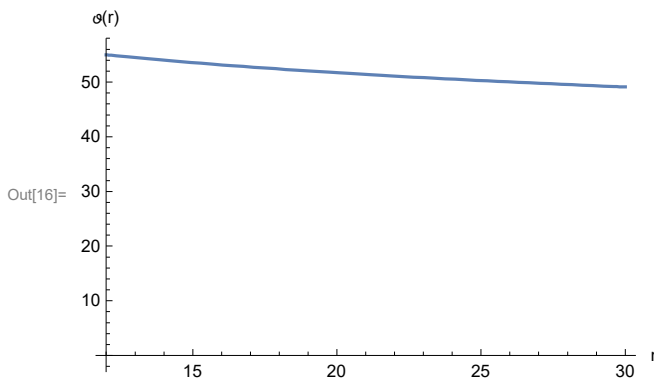
```
In[14]:= Tk = (Tb + 2 (b / 1000) h π Rhv T∞) / (1 + 2 (b / 1000) h π Rhv) // N
```

```
Out[14]= 69.1091
```

Hőmérséklet eloszlás

```
In[15]:= T[r_] := Tk + Log[b / r] (Tb - Tk) / Log[b / a] - T0;
```

```
In[16]:= Plot[T[r], {r, a, b}, AxesLabel -> {"r", "σ(r)"}, AxesOrigin -> {a, 0}, ImageSize -> 300]
```



## 2. Nyomásból és hőterhelésből származó feszültségek eloszlása

A feszültségek nyomásból származó paraméterei

```
In[17]:= Ap = p a^2 / (b^2 - a^2) // N
          Bp = p a^2 b^2 / (b^2 - a^2) // N
```

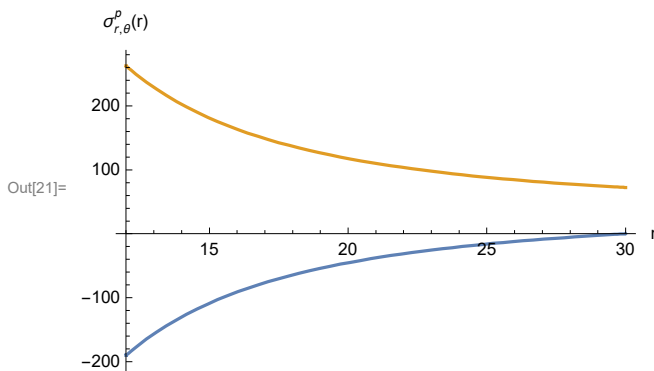
```
Out[17]= 36.1905
```

```
Out[18]= 32571.4
```

Radiális és tangenciális feszültségeloszlás (csak  $p$ )

```
In[19]:=  $\sigma_{rp}[r\_]$  := Ap - Bp / r^2;
           $\sigma_{\theta p}[r\_]$  := Ap + Bp / r^2;
```

```
In[21]:= Plot[{ $\sigma_{rp}[r]$ ,  $\sigma_{\theta p}[r]$ }, {r, a, b},
             AxesLabel -> {"r", " $\sigma_{r,\theta}^p(r)$ "}, AxesOrigin -> {a, 0}, ImageSize -> 300]
```



Hőterhelésből származó rész paraméterei

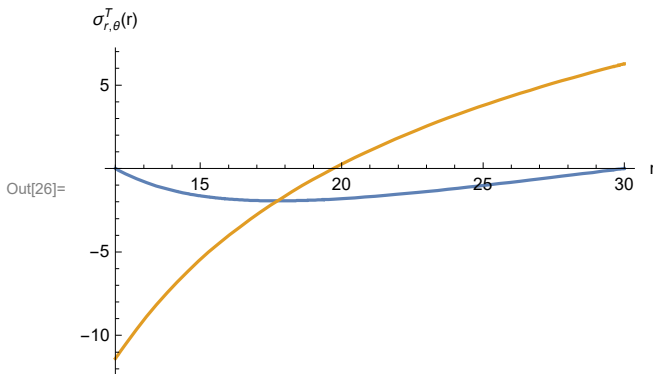
```
In[22]:= BT =  $\frac{EE \alpha}{b^2 / a^2 - 1}$  Integrate[r T[r], {r, a, b}];
```

```
AT = BT / a^2;
```

```
In[24]:=  $\sigma_{rT}[r\_]$  := AT - BT / r^2 -  $\frac{EE \alpha}{r^2}$  Integrate[ $\rho T[\rho]$ , { $\rho$ , a, r}];
```

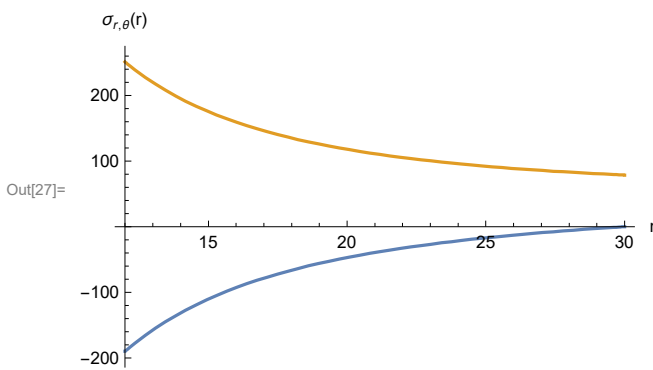
```
 $\sigma_{\theta T}[r\_]$  := AT + BT / r^2 +  $\frac{EE \alpha}{r^2}$  Integrate[ $\rho T[\rho]$ , { $\rho$ , a, r}] - EE  $\alpha T[r]$ ;
```

```
In[26]:= Plot[Evaluate@{σrT[r], σθT[r]}, {r, a, b},
  AxesLabel → {"r", "σr,θT(r)"}, AxesOrigin → {a, 0}, ImageSize → 300]
```



Teljes feszültségeloszlás:

```
In[27]:= Plot[Evaluate@{σrp[r] + σrT[r], σθp[r] + σθT[r]}, {r, a, b},
  AxesLabel → {"r", "σr,θ(r)"}, AxesOrigin → {a, 0}, ImageSize → 300]
```



Mohr szerinti egyenértékű feszültség

```
In[28]:= σEMmax = (σθp[a] + σθT[a]) - (σrp[a] + σrT[a])
```

Out[28]= 440.986

Egyenértékű feszültség  $r$ -től függően

```
In[29]:= σEM[r_] := (σθp[r] + σθT[r]) - (σrp[r] + σrT[r]);
```

### 3. Membrán és hajlító feszültségek

Cső falvastagsága

```
In[30]:= v = b - a;
```

```
In[31]:= Sm = 1/v Integrate[σEM[z + a + v/2], {z, -v/2, v/2}]
```

Out[31]= 182.18

Megfelelőségi kritérium ellenőrzése

```
In[32]:= Sm < Sn
```

Out[32]= True

```
In[33]:= Shmax =  $\frac{6}{v^2}$  Abs@Integrate[z  $\sigma$ EM[z + a + v / 2], {z, -v / 2, v / 2}]
```

```
Out[33]= 153.798
```

#### 4. Csak nyomásterhelés esetén kell-e tartani képlékeny alakváltozástól?

```
In[34]:= pF =  $\frac{\sigma F}{2}$   $\left(1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2\right)$  // N
```

```
Out[34]= 113.4
```

```
In[35]:= p > pF
```

```
Out[35]= True
```

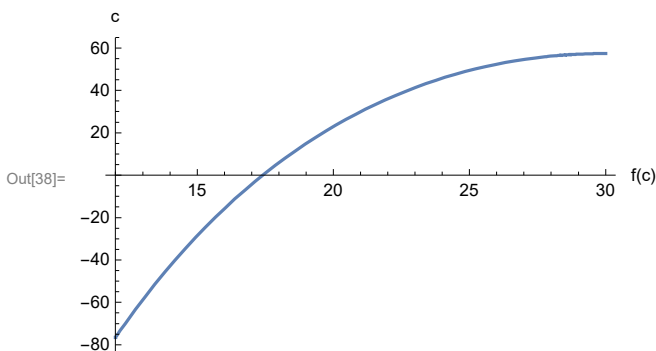
```
In[36]:= pK =  $\sigma F$  Log[b / a] // N
```

```
Out[36]= 247.398
```

```
In[37]:= p < pK
```

```
Out[37]= True
```

```
In[38]:= Plot [ $\frac{\sigma F}{2}$  (Log[(c / a)2] + 1 - (c / b)2) - p,
  {c, a, b}, ImageSize → 300, AxesLabel → {"f(c)", "c"}]
```



Látható, hogy  $c \sim 17.5$  mm, pontos értéke pedig numerikus gyökkereséssel

```
In[39]:=
```

```
cNum = c /. FindRoot [ $\frac{\sigma F}{2}$  (Log[(c / a)2] + 1 - (c / b)2) - p, {c,  $\frac{a + b}{2}$ }]
```

```
Out[39]= 17.4089
```

#### 5. Feszültségeloszlások képlékeny-rugalmas esetben

```
In[40]:=  $\sigma$ kep1[r_] :=  $\sigma F$  Log[r / a] - p;
```

```
 $\sigma$ kep1[r_] :=  $\sigma F$  (Log[r / a] + 1) - p;
```

```
In[42]:= Akr = 1 / (1 - (b / cNum)2) (σF Log[cNum / a] - p)
        Bkr = b2 / (1 - (b / cNum)2) (σF Log[cNum / a] - p)
```

Out[42]= 45.4606

Out[43]= 40914.5

```
In[44]:= σrrug[r_] := Akr - Bkr / r2;
        σθrug[r_] := Akr + Bkr / r2;
```

```
In[46]:= Show[{
  Plot[{σrkepl[r], σθkepl[r]}, {r, a, cNum},
    AxesLabel → {"r", "σr,θ(r)"}, AxesOrigin → {a, 0}, ImageSize → 300],
  Plot[{σrrug[r], σθrug[r]}, {r, cNum, b}, AxesLabel → {"r", "σr,θ(r)"},
    AxesOrigin → {a, 0}, ImageSize → 300]
}, PlotRange → All]
```

