# Obliczenia w LaTeX-u przy pomocy CalcTeX-a

CalcTeX (at) onet (dot) eu

9 września 2009

## Spis treści



# 1 Wstęp

Ten folder zawiera kilka przykładów obliczeniowych przy użyciu pakietu CalcTeX. Obliczenia są wykonywane na wszytkich plikach o nazwie pasującej do maski `*-calc.tex` przy wykorzystaniu wszystkich funkcji w `python`ie zdefinowanych w katalogu `bin/py`. Folder ten zawiera wszystkie źródła pakietu CalcTeX oraz źródła przykładów, należy jedynie mieć zainstaowane `pdflatex` oraz `python`. Wyniki obliczeń są łączone w jeden plik wynikowy `main.pdf`. Pakiet ten dedykowany do obliczeń projektowych oraz ich składu, może być szczególnie przydatny dla inżynmierów czy techników w ich pracy projektowej. Pakiet ten również nadaje się do składu zbiorów zadań z przykładami obliczeniowymi.

Główną zaletą CalcTeX-a jest zintegrowanie kodu obliczeniowego ze świetnie złożonym tekstem.

Aby wykonać obliczeń na wszystkich plikach `*-calc.tex` należy uruchomić skrypt `go` np. `sh go`.

Więcej informacji dostępnych jest na stronie pakietu http://sg.bzip.pl/CalcTeX w razie jakichkolwiek uwag, sugestii czy problemów prosze o e-mail: CalcTeX (at) onet (dot) eu. Jestem otwarty na wszelkie uwagi. Jeżeli potrzebujesz pomocy to jak znajde chwilę, to z przyjemnością pomogę.

W celu szybkiego zapoznania się z podstawami działania pakietu sugeruję przejrzenie plików `00-pl-iso-calc.tex` oraz `010-ke-pl-iso-calc.tex`.

Te przykłady dostępne są na: http://sg.bzip.pl/CalcTeX/examples/wszystkie-w-jeden.tgz.

## 1.1 Opór cieplny rury

Rurociąg stalowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda_1 := 40.0 \cdot \mathrm{W/(m \cdot K)}$, średnicy wewnętrznej $d_1 := 98 \cdot \mathrm{mm}$ i grubości $\delta_s := 5 \cdot \mathrm{mm}$ zaizolowano warstwą wełny mineralnej o $\lambda_2 := 0.062 \cdot \mathrm{W/(m \cdot K)}$ i grubości $\delta_1 := 40 \cdot \mathrm{mm}$ oraz warstwą styropianu o $\lambda_3 := 0.042 \cdot \mathrm{W/(m \cdot K)}$ i tej samej grubości. Wewnętrz rurociagu płynie woda pod ciśnieniem, o temperaturze $T_w := 120 \cdot {}^\circ\mathrm{C}$, a współczynnik przejmowania ciepła od strony wody wynosi $\alpha_w := 200 \cdot \mathrm{W/(m^2 \cdot K)}$. Na zewnatrz powietrze ma temperaturę $T_z := 15 \cdot {}^\circ\mathrm{C}$, a współczynnik przejmowania ciepła $\alpha_z := 8 \cdot \mathrm{W/(m^2 \cdot K)}$.
Określić straty ciepła z $l := 1.0 \cdot \mathrm{m}$ rurociągu i obliczyć temperatury na granicach ścian i izolacji. Ile wynosi strata ciepła, jeżeli warstwy izolacji umieści się w odwrotnej kolejności?

### Obliczenia

Uwaga przyjęto oznaczenia log jako uproszczenie zapisu $\log_e$
$d_2 := d_1 + 2 \cdot \delta_s$ $\quad d_2 \cdot \mathrm{mm}^{-1} = 108.0$
$d_3 := d_2 + 2 \cdot \delta_1$ $\quad d_3 \cdot \mathrm{mm}^{-1} = 188.0$
$\delta_2 := \delta_1$ $\quad \delta_2 \cdot \mathrm{mm}^{-1} = 40.0$
$d_4 := d_3 + 2 \cdot \delta_2$ $\quad d_4 \cdot \mathrm{mm}^{-1} = 268.0$
Całkowity opór termiczny dla $l = 1.0$ m rurociągu można określić z zależności

$$R_1 := \frac{1}{\pi \cdot d_1 \cdot \alpha_w \cdot l}; \;\; R_2 := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_1 \cdot l} \cdot \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right); \;\; R_3 := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_2 \cdot l} \cdot \log\left(\frac{d_3}{d_2}\right)$$

$$R_4 := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_3 \cdot l} \cdot \log\left(\frac{d_4}{d_3}\right); \quad R_5 := \frac{1}{\pi \cdot d_4 \cdot \alpha_z \cdot l}$$

$$R_t := R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5; \quad R_t \cdot (\mathrm{K/W})^{-1} = 2.93153052276$$

Liniowa gęstość strumnienia ciepła, czyli ilość ciepła oddawanaego przez $l = 1.0$ m

$$\dot{Q} := \frac{T_w - T_z}{R_t}; \quad \dot{Q} \cdot \mathrm{W}^{-1} = 35.8174677647$$

Ponieważ

$$\dot{Q}_1 := \frac{T_w - T_1}{R_1} \quad \Leftrightarrow \quad T_1 := T_w - R_1 \cdot \dot{Q}; \;\; T_1 \cdot {}^\circ\mathrm{C}^{-1} = 119.418313567$$

Analogicznie można obliczyć temperature rury od strony izolacji

$$T_2 := T_w - (R_1 + R_2) \cdot \dot{Q}; \;\; T_2 \cdot {}^\circ\mathrm{C}^{-1} = 119.404466453$$

Temperatura pomiędzy warstwami izolacji

$$T_3 := T_w - (R_1 + R_2 + R_3) \cdot \dot{Q}; \;\; T_3 \cdot {}^\circ\mathrm{C}^{-1} = 68.4389287179$$

Temperatura na powierzchni zewnetrznej izolacji (od strony powietrza)

$$T_4 := T_z + R_5 \cdot \dot{Q}; \;\; T_4 \cdot {}^\circ\mathrm{C}^{-1} = 20.3176558244$$

W przypadku zmiany kolejności warstw izolacji ulegaja zmianie poszczególne opory:

$$R_3' := \frac{\log(d_3/d_2)}{2\cdot\pi\cdot\lambda_3\cdot l};\quad R_3'\cdot\left(\frac{\mathrm{K}}{\mathrm{W}}\right)^{-1} = 2.10050699039$$

$$R_4' := \frac{1}{2\cdot\pi\cdot\lambda_2\cdot l}\cdot\log\left(\frac{d_4}{d_3}\right);\quad R_4'\cdot\left(\frac{\mathrm{K}}{\mathrm{W}}\right)^{-1} = 0.910122453428$$

Całkowity opór wynosi wówczas

$$R_t' := R_1 + R_2 + R_3' + R_4' + R_5;\quad R_t'\cdot\left(\frac{\mathrm{K}}{\mathrm{W}}\right)^{-1} = 3.1757217784$$

$$\dot{Q}' := \frac{T_w - T_z}{R_t'};\quad \dot{Q}'\cdot(\mathrm{W})^{-1} = 33.0633497916$$

### 1.1.1 Źródło – 070-rura-PL-iso-calc.tex

```
\Zadanie{Opór cieplny rury}

\newcommand{\la}{\lambda}
Rurociąg stalowy o współczynniku przewodzenia ciepła
$\lambda_1:=40.0\cdot \W/(\m\cdot \K)","$ średnicy wewnętrznej
$d_1:=98\cdot \mm$ i grubości $\delta_s:=5\cdot \mm$
zaizolowano warstwą wełny mineralnej o
$\lambda_2:=0.062\cdot \W/(\m\cdot \K)$
i grubości $\delta_1:=40\cdot \mm$
oraz warstwą styropianu  o $\lambda_3:=0.042\cdot \W/(\m\cdot \K)$
i tej samej grubości.
Wewnętrz rurociagu płynie woda pod ciśnieniem, o temperaturze
$T_w:=120\cdot \oC","$ a współczynnik przejmowania ciepła od strony wody wynosi
$\alpha_w:=200\cdot \W/(\m^2\cdot \K)"."$
Na zewnatrz powietrze ma temperaturę $T_z:=15\cdot \oC","$
a współczynnik przejmowania ciepła $\alpha_z:=8\cdot \W/(\m^2\cdot \K)"."$
\\
Określić straty ciepła z $l:=1.0\cdot \m$ rurociągu
i~obliczyć temperatury na granicach ścian i~izolacji.
Ile wynosi strata ciepła, jeżeli warstwy izolacji umieści się
w~odwrotnej kolejności?

\Obliczenia{}

Uwaga przyjęto oznaczenia log jako uproszczenie zapisu $"\log_e"$\\
$d_2:=d_1+2\cdot \delta_s$   \hfill     $d_2\cdot \omm$\\
$d_3:=d_2+2\cdot\delta_1$    \hfill     $d_3\cdot \omm$ \\
$\delta_2:=\delta_1$         \hfill     $\delta_2\cdot \omm$ \\
$d_4:=d_3+2\cdot\delta_2$    \hfill     $d_4 \cdot \omm$\\

Całkowity opór termiczny dla $1$~m rurociągu można określić z zależności
\[
R_1:=\frac{1}{\pi\cdot d_1\cdot\alpha_w\cdot l}
";\;\;"
R_2:=\frac{1}{2\cdot\pi\cdot\lambda_1\cdot l}\cdot\log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)
";\;\;"
R_3:=\frac{1}{2\cdot\pi\cdot\lambda_2\cdot l}\cdot\log\left(\frac{d_3}{d_2}\right)
\]

\[
%R_4:=\frac{\log(d_4/d_3)}{2\cdot\pi\cdot\lambda_3\cdot l}
R_4:=\frac{1}{2\cdot\pi\cdot\lambda_3\cdot l}\cdot \log\left( \frac{d_4}{d_3}\right)
";\;\;\;"
R_5:=\frac{1}{\pi\cdot d_4\cdot\alpha_z\cdot l}
\]
```

```
\[
R_t:= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5
";\;\;\"
R_t \cdot (\K/\W)^{-1}
\]

%$R_1$ \\$R_2$ \\$R_3$ \\$R_4$ \\$R_5$ \\
Liniowa gęstość strumnienia ciepła, czyli ilość ciepła oddawanaego przez
$1$~m
\[
\sQ:=\frac{T_w-T_z}{R_t}
";\;\;\;"
\sQ\cdot \W^{-1}
%\left(\frac{\W}{\m}\right)^{-1}
\]
Ponieważ
\[
"
\sQ_1:=\frac{T_w-T_1}{R_1}
\;\;\;\Leftrightarrow\;\;\;"
T_1:=T_w-R_1\cdot \sQ
";\;\;"
T_1\cdot \ooC
\]
Analogicznie można obliczyć temperature rury od
strony izolacji
\[
T_2:=T_w-\left(R_1+R_2\right)\cdot \sQ
";\;\;"
T_2\cdot \ooC
\]
Temperatura pomiędzy warstwami izolacji
\[
T_3:=T_w-\left(R_1+R_2+R_3\right)\cdot \sQ
";\;\;"
T_3\cdot \ooC
\]
Temperatura na powierzchni zewnetrznej izolacji
(od strony powietrza)
\[
T_4:=T_z+R_5\cdot \sQ
";\;\;"
T_4\cdot \ooC
\]
W przypadku zmiany kolejności warstw izolacji ulegaja zmianie
poszczególne opory:
\[
R\prim_3:=\frac{\log(d_3/d_2)}{2\cdot \pi\cdot \lambda_3\cdot l}
";\;\;\;"
R\prim_3\cdot \left( \frac{\K}{\W} \right)^{-1}
%\cdot \left( \frac{\m\cdot \K}{\W} \right)^{-1}
\]

\[
R\prim_4:=\frac{1}{2\cdot \pi\cdot \lambda_2\cdot l}\cdot \log\left( \frac{d_4}{d_3}\right)
";\;\;\;"
R\prim_4 \cdot \left( \frac{\K}{\W} \right)^{-1}
\]
Całkowity opór wynosi wówczas
\[
R\prim_t:=R_1+R_2+R\prim_3+R\prim_4+R_5
";\;\;\"
R\prim_t\cdot  \left( \frac{\K}{\W} \right)^{-1}
\]


\[
\sQ\prim:=\frac{T_w-T_z}{R\prim_t}
";\;\;\;"
\sQ\prim\cdot \left( \W \right)^{-1}
```

\]