

Ventilácia - 2 kompartmenty

Návod k programu ventilacia_2k.R

Ondrej Pisarcik

23 novembra 2018

Určenie programu

Program *ventilacia_2k.R* slúži pre výpočet priemernej výmeny vzduchu medzi budovou a vonkajším prostredím n , ďalej toky vzduchu $R_{i,j}$ pre $i, j \in \{1, 2\}$ medzi jednotlivými zónami, exfiltrácie vzduchu Re_i pre $i \in \{1, 2\}$ z jednotlivých zón a odhadov ich neistôt. Program je určený pre dvojkompartmentový model ventilácie.

Programovací jazyk

Program je napísaný v prostredí *R*. Aby spustiť program *ventilacia_2k.R* je potrebné mať nainštalované uvedené prostredie. Doporučovaným GUI pre *R* je *RStudio*.

Program *ventilacia_2k.R* okrem funkcií implementovaných v základnej verzii *R* využíva i dodatočné balíčky *tidyverse* a *Deriv*. Uvedené balíčky možno nainštalovať pomocou príkazov `install.packages("tidyverse")` a `install.packages("Deriv")`.

Popis programu

Celý kód programu je uvedený na konci tohto dokumentu. Kód je rozdelený na tri hlavné časti:

1. načítanie potrebných balíčkov
2. vstupné parametre
3. algoritmus výpočtu

V prvej časti programu sa načítavajú potrebné balíčky, v druhej sa zadávajú vstupné parametre (viď kód programu na konci dokumentu) a v tretej časti sa nachádza kód pre výpočet požadovaných veličín. V prvom a treťom bloku sa nič neprepisuje.

Práca s programom v *RStudio*

Po spustení *RStudio* možno otvoriť program dvomi spôsobmi

- pomocou hornej lišty (*File - Open File*)
- pomocou klávesnicovej skratky *ľavý Ctrl + O*

Vstupy sa zapisujú do vektorov. Vektor v *R* sa definuje pomocou príkazu `c()`. Jednotlivé prvky vektoru sa oddeľujú čiarkou. Pokiaľ vstupom nie je vektor hodnôt, ale len jedna hodnota (napr. doba merania), hodnotu zapíšeme bez použitia znakov `c()`. Pre desatinnú čiarku sa používa bodka.

Vstupné parametre *tlak*, *teplota*, *molárna hmotnosť*, *odberová rýchlosť* a *odozva detektora* sa zadávajú v takom poradí, aby bola zachovaná nasledujúca postupnosť výpočtu hmotnostných koncentrácií i-tého typu indikačného plynu v j-tej zóne:

- C11, C21, C12, C22

Parametre *emisie indikačných plynov* a *objemy zón* sa zadávajú podľa číslovania zón.

Po zadaní všetkých potrebných vstupných parametrov spustíme program z hornej lišty tlačítkom *Source* alebo skratkou ľavý *Ctrl* + pravý *Shift* + *Enter*.

Tabuľka s výsledkami bude vypísaná v prostredí *RStudio* v okne *Console*. Okrem toho výsledky budú uložené v priečinku so súborom, ktorý bude zadaný vstupným parametrom *cesta*.

Kód programu

```
# -----  
# 1. NACITANIE POTREBNÝCH BALICKOV (Nic neprepisovat!)  
# -----  
rm(list = ls())  
library(tidyverse)  
library(Deriv)  
# -----  
# 2. VSTUPNE PARAMETRE (Zadava uzivatel)  
# -----  
# vstupne parametre zadavame v tomto poradí: C11, C21, C12, C22  
# doba merania  
Texp = 11490  
# tlak  
p <- c(97900, 97900, 97900, 97900)  
# teplota v stupnoch celsia  
t <- c(22, 22, 22, 22)  
# molarni hmotnost  
Mw <- c(165.8, 130.4)  
# odberova rychlost  
Ur <- c(1.385, 1, 1.385, 1)  
# odozva detektora  
r <- c(56.9, 26.9, 2, 54.1)  
# emisia indikacnych plynov  
m <- c(2.55, 4.62)  
# objemy zon  
V <- c(141, 141)  
# rel. neistota objemu meranej zony  
uV <- 0.101  
# rel. neistota rychlosti emisie vyvijacieho plynu  
s <- 0.052  
# rel. neistota tlaku vzduchu  
up <- 0.041  
# rel. neistota odberovej rychlosti TD meradiel  
uUr <- 0.118  
# rel. neistota teploty  
ut <- 0.048  
# cesta a nazov suboru, kde budu ulozene vysledky  
cesta <- "z:/SURO/Programy_v_R/Ventilacia/Vysledky.csv"  
# -----  
# 3. ALGORITMUS VYPOCTU (Nic neprepisovat!)  
# -----  
# prepocet teploty na kelviny  
t <- 273.15 + t  
MV <- Mw*p/(8314.5*t)
```

```

# hmotnostne koncentracie Cij
C <- matrix(NA,2,2)
for (i in 1:2) {
  for (j in 1:2) {
    C[j,i] = r[2*i-2+j]/Ur[2*i-2+j]/Texp*MV[2*i-2+j]
  }
}
# determinant matice C
A <- det(C)
# toky vzduchu medzi zonami
R <- matrix(NA,2,2)
R[2,1] <- 1/A*m[1]*C[2,1]
R[1,2] <- 1/A*m[2]*C[1,2]
# exfiltracie vzduchu Re
Re <- numeric(2)
Re[1] <- R[2,1]*C[2,2]/C[2,1]-R[1,2]
Re[2] <- R[1,2]*C[1,1]/C[1,2]-R[2,1]
# vymena vzduchu
n <- sum(Re)/sum(V)
# vektor pre vypocet chyby
DRE <- numeric(4)
DRE[1:2] <- m
DRE[3] <- (C[2,2]-C[2,1])/det(C)
DRE[4] <- (C[1,1]-C[1,2])/det(C)
# uprava matice C pre dalsie vypocty
CC <- list(C11 <- C[1,1],
           C21 <- C[2,1],
           C12 <- C[1,2],
           C22 <- C[2,2])
# uprava vektoru m pre dalsie vypocty
M <- list(m11 <- m[1],
          m22 <- m[2])
# matrica pre dalsie vypocty
x <- matrix(NA,2,4)
x[1,] <- as.vector(eval(Deriv(~(C22-C21)/(C11*C22-C12*C21),c("C11","C21","C12","C22"))))
x[2,] <- as.vector(eval(Deriv(~(C11-C12)/(C11*C22-C12*C21),c("C11","C21","C12","C22"))))
# rozptyl koncentracii Cij (E2)
par_der_fun <- function(x){
  return(eval(Deriv(~r*p/(Ur*t)*Mw/(8314.5*Texp), x)))
}
par_der <- matrix(NA,4,4)
par_der[1,] <- par_der_fun("r")
par_der[2,] <- par_der_fun("p")
par_der[3,] <- par_der_fun("Ur")
par_der[4,] <- par_der_fun("t")
E2 <- par_der[1,]^2*r + par_der[2,]^2*(p*up)^2 + par_der[3,]^2*(Ur*uUr)^2 +
      par_der[4,]^2*(t*ut)^2
# kovariancna matrica koncentracii Cij
VC <- x %>% diag(E2) %>% t(x)
# variancna matrica pre emisiu indikacnych plynov m
VR <- diag((m*s)^2)
# kovariancna matrica z matic VC a VR
VCR <- matrix(0,4,4)

```

```

VCR[1:2,1:2] <- VC
VCR[3:4,3:4] <- VR
# rozptyl meraneho objemu V
uV2 <- sum(V^2*uV^2)
# roptyl celkovej exfiltracie Re
uRE2 <- t(DRE) %>% VCR %>% DRE
# rozptyl vymeny vzduchu n
un <- n*sqrt((uRE2/sum(Re)^2+uV2/sum(V)^2))
# matica derivaci pre vypocet variancii R
y <- matrix(NA,2,5)
y[1,] <- as.vector(eval(Deriv(~m11*C21/(C11*C22-C12*C21),
                             c("C11","C21","C12","C22","m11")
)))
y[2,] <- as.vector(eval(Deriv(~m22*C12/(C11*C22-C12*C21),
                             c("C11","C21","C12","C22","m22")
)))
# smeodajne odchylky pre toky vzduchu R
uR <- numeric(2)
uR[1] <- sqrt(t(y[1,]) %>% diag(c(E2,(m11*s)^2)) %>% y[1,])
uR[2] <- sqrt(t(y[2,]) %>% diag(c(E2,(m22*s)^2)) %>% y[2,])
# matica derivaci pre vypocet variancii Re
yy <- matrix(NA,2,6)
yy[1,] <- as.vector(eval(Deriv(~m11*C21/(C11*C22-C12*C21)*C22/C21 -
                             m22*C12/(C11*C22-C12*C21),
                             c("C11","C21","C12","C22","m11","m22")
)))
yy[2,] <- as.vector(eval(Deriv(~m22*C12/(C11*C22-C12*C21)*C11/C12 -
                             m11*C21/(C11*C22-C12*C21),
                             c("C11","C21","C12","C22","m11","m22")
)))
# smeodajne odchylky pre exfiltracie vzduchu Re
uRe <- numeric(2)
uRe[1] <- sqrt(t(yy[1,]) %>% diag(c(E2,(m*s)^2)) %>% yy[1,])
uRe[2] <- sqrt(t(yy[2,]) %>% diag(c(E2,(m*s)^2)) %>% yy[2,])
# uprava matice R na vektor
RR <- as.vector(R[!is.na(R)])
# relativne chyby
relR <- uR/RR*100
relRe <- uRe/Re*100
reln <- un/n*100
# tabulka vysledkov
tab <- tibble("ozn" = c("Re1","Re2","R21","R12","n"),
              "R" = round(c(Re,RR,n),4),
              "uR" = round(c(uRe,uR,un),4),
              "rel.chyba" = round(c(relRe,relR,reln),4)) %>%
  mutate(R = gsub("\\\\.", "", R),
         uR = gsub("\\\\.", "", uR),
         rel.chyba = gsub("\\\\.", "", rel.chyba))
# ulozenie vysledkov do suboru
write_delim(tab, cesta, delim = ";")
# vypis tabulky vysledkov
print(tab)

```

```
## # A tibble: 5 x 4
```

##	ozn	R	uR	rel.chyba
##	<chr>	<chr>	<chr>	<chr>
## 1	Re1	102,9927	20,8847	20,2778
## 2	Re2	137,4073	32,69	23,7906
## 3	R21	54,566	20,0031	36,6586
## 4	R12	6,7477	5,286	78,3375
## 5	n	0,8525	0,1278	14,9949