

# **Transport kontaminantů při termické desorpci tuhých odpadů s využitím mikrovlnného ohřevu**

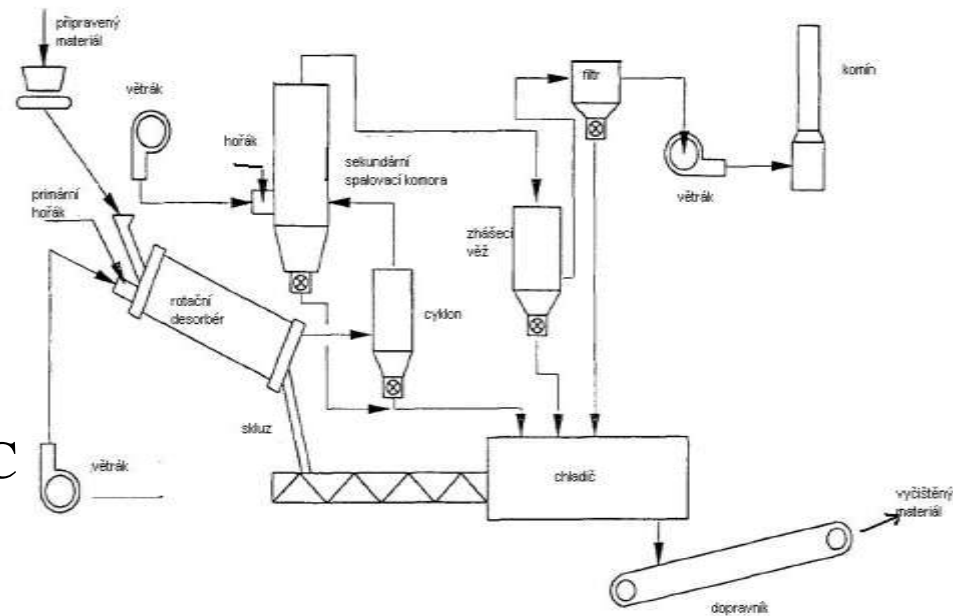
**Ing. Jiří Kroužek**

**Ing. Pavel Mašín**

**Ing. Jiří Hendrych Ph.D.**

# Termická desorpce

- Ex-situ sanační technologie
- Nespalovací fyzikálně chem. proces
  - Nízkoteplotní TD – 90 – 320°C
  - Vysokoteplotní TD – 320 – 600°C
- Vysoká účinnost
- Kontaminanty do teploty varu 600°C
  - těkavé a málotěkavé uhlovodíky
  - perzistentní organické polutanty
- Cílové materiály
  - zeminy
  - stavební odpady
  - kaly
  - filtrační koláče

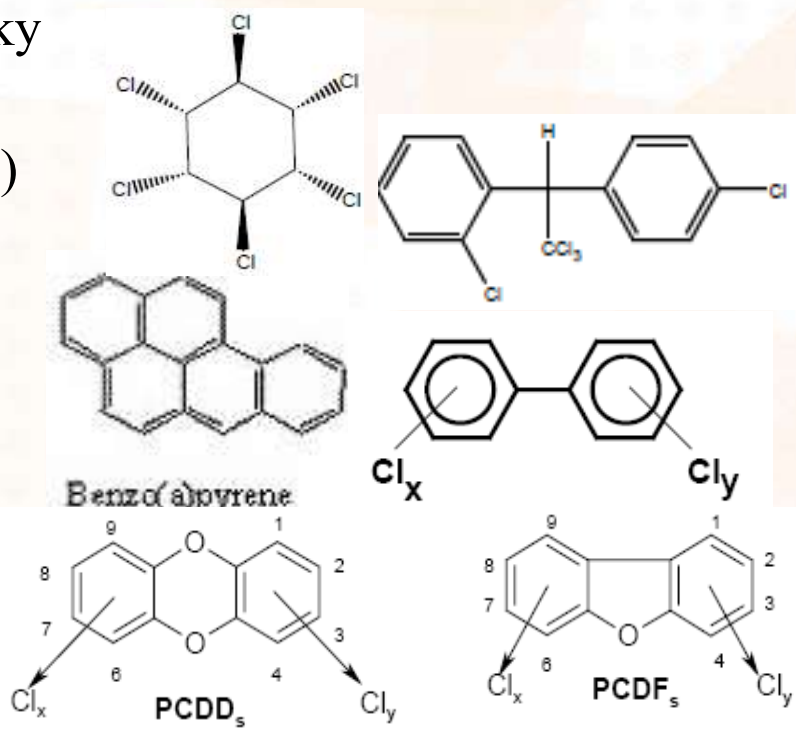


# Perzistentní organické polutanty

- definice - Stockholmská úmluva (2001)
- odolnost vůči chemickému, fotolytickému nebo biologickému rozkladu
- schopnost setrvávat v prostředí
- Pevná sorpce na tuhé materiály, nízká těkavost a rozpustnost ve vodě
- dálkový přenos a následná depozice
- lipofilita, bioakumulace a biomagnifikace
- toxické vlastnosti – endokrinní disruptory, kancerogeny, teratogeny, hepatotoxicita, imunosupresivní účinky

- chlorované organické pesticidy (OCP)
- průmyslové chemikálie – PCB, HCB
- vedlejší produkty - dioxiny, PAH

- areály rafinérií, chemiček, bývalá zemědělská družstva, vojenské prostory, sklady chemikálií a pohonných hmot



# Termická desorpce

- Problémy termické desorpce
  - vysoká energetická spotřeba
  - investiční nároky
  - robustnost zařízení
  - technologické problémy při aplikaci
- Úkoly výzkumu
  - snížení spotřeby energie
  - snížení nároků na materiál zařízení
  - vyvinout kompaktní mobilní zařízení
- Možnosti řešení
  - nalézt efektivní způsob ohřevu materiálu
  - poznání fyzikálně chemických principů termodesorpčního procesu – transport kontaminantů
  - zjednodušení systému čištění odpadních plynů

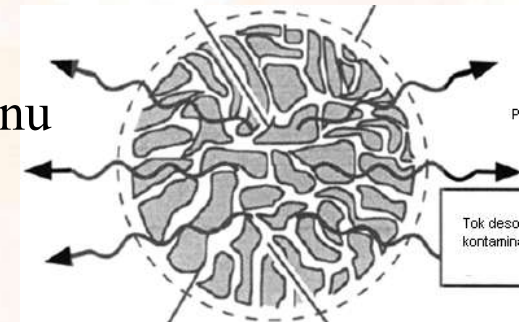
# Způsob ohřevu materiálů

- Klasický
  - přímý/nepřímý, elektrický/plynový hořák
  - prostup tepla skrz stěnu pláště desorbéru a vedení tepla z povrchu vsádky materiálu
  - značná ztráta energie
  - rychlost ohřevu klesá s rostoucím množstvím materiálu
- Mikrovlnný
  - Objemový ohřev
  - Selektivita ohřevu – polární dielektrika
  - Významné zkrácení doby ohřevu, nižší ztráty → nižší energetické nároky
  - Rychlost ohřevu do určité míry roste s množstvím materiálu
  - Prokázané další efekty neteplotního charakteru

# Průběh termické desorpce

Jevy uplatňující se při termické desorpci

- sdílení tepla
- desorpce kontaminantu rozpadem vazby s matricí
- evaporace kontaminantu
- difúze kontaminantu do nosného plynu



Faktory ovlivňující termodesorpci

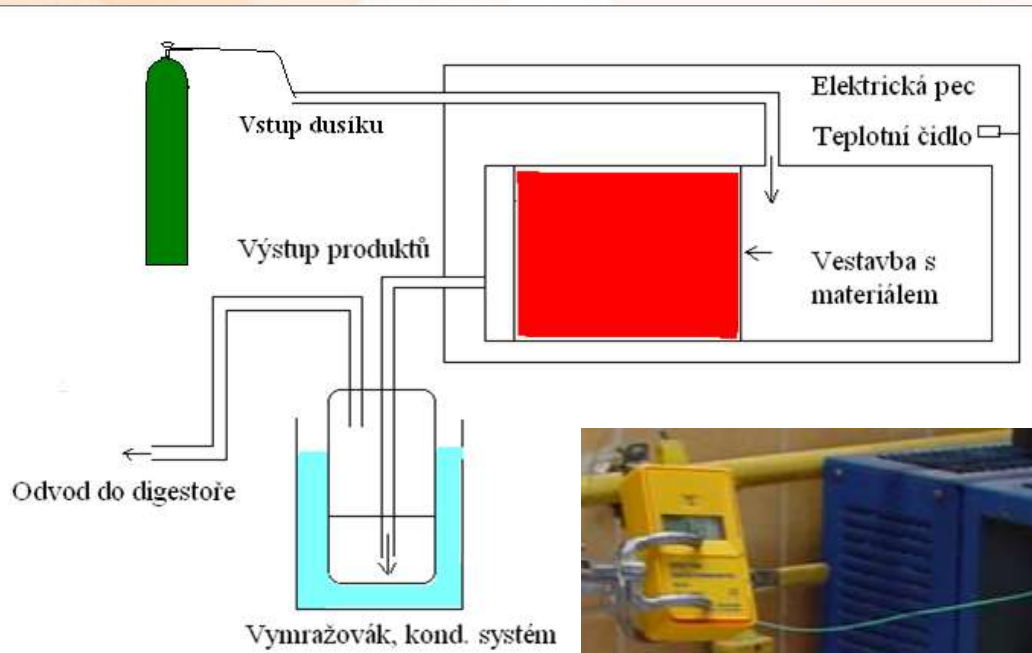
- teplota , doba ohřevu a tlak v peci
- množství a velikost částic sanovaného materiálu
- **obsah vody vstupního materiálu**
- vstupní koncentrace kontaminantu v materiálu
- složení materiálu - charakter vazby matrice – kontaminant
- vlastnosti cílového kontaminantu

# Uspořádání experimentů

- zemina, beton – homogenizované, podrcené
- umělá i reálná kontaminace – analýza GC-ECD a GC-MS – obsah HCH, HCB, DDT, PAH
- elektrický a mikrovlnný ohřev
- různý vstupní obsah vody v materiálu

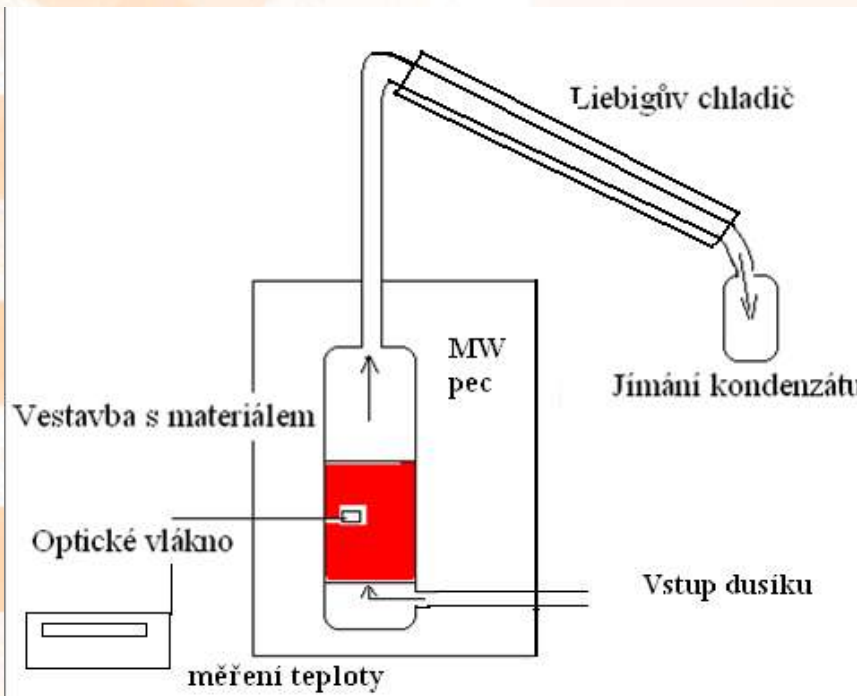
ohřev	Teplota / výkon	Hmotnost materiálu	Doba zdržení
Elektrický	130 / 200°C	100 g	30 – 45 min
Mikrovlnný	250 / 440 W	50 – 65 g	15 – 30 min

# Uspořádání experimentů – elektrická pec

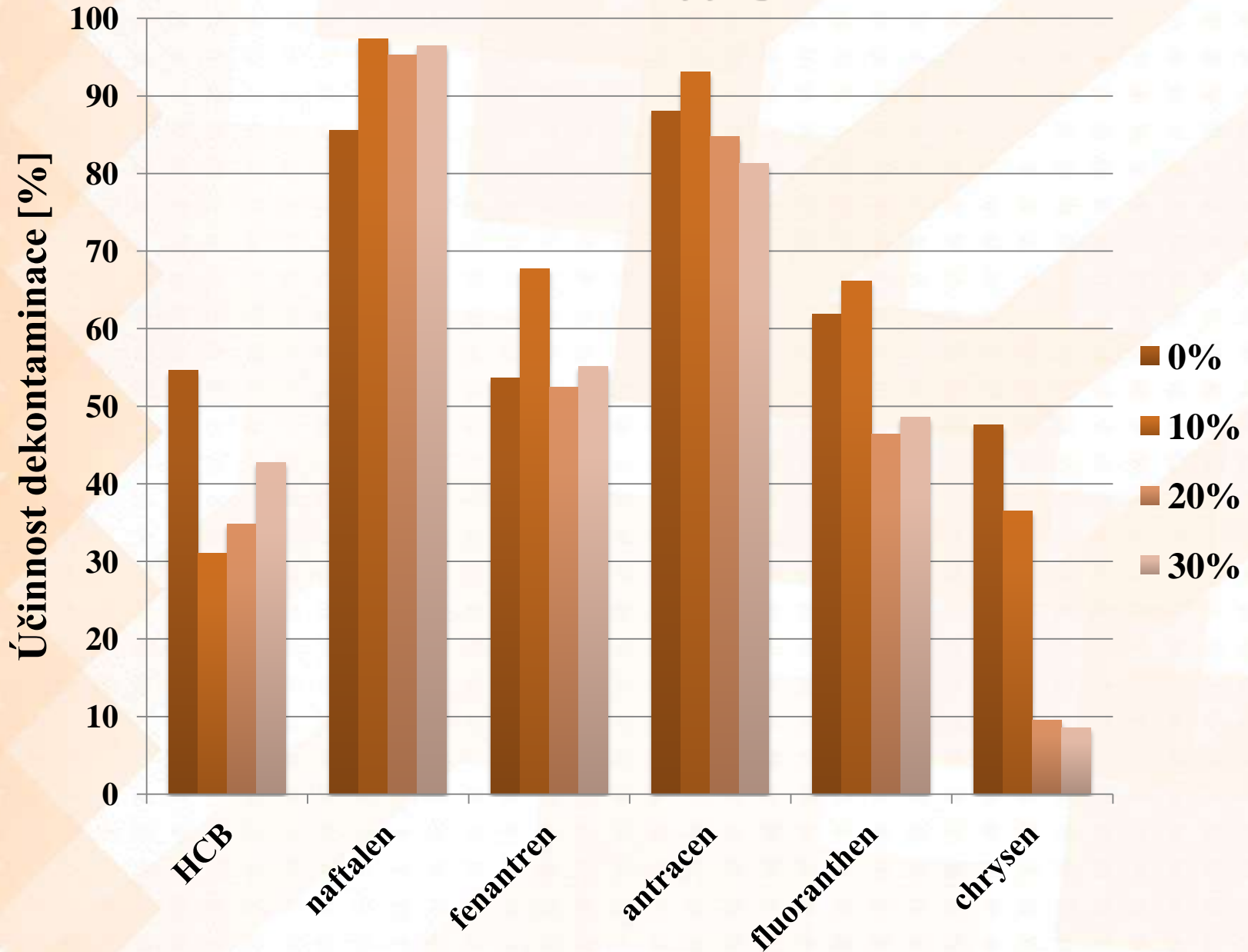




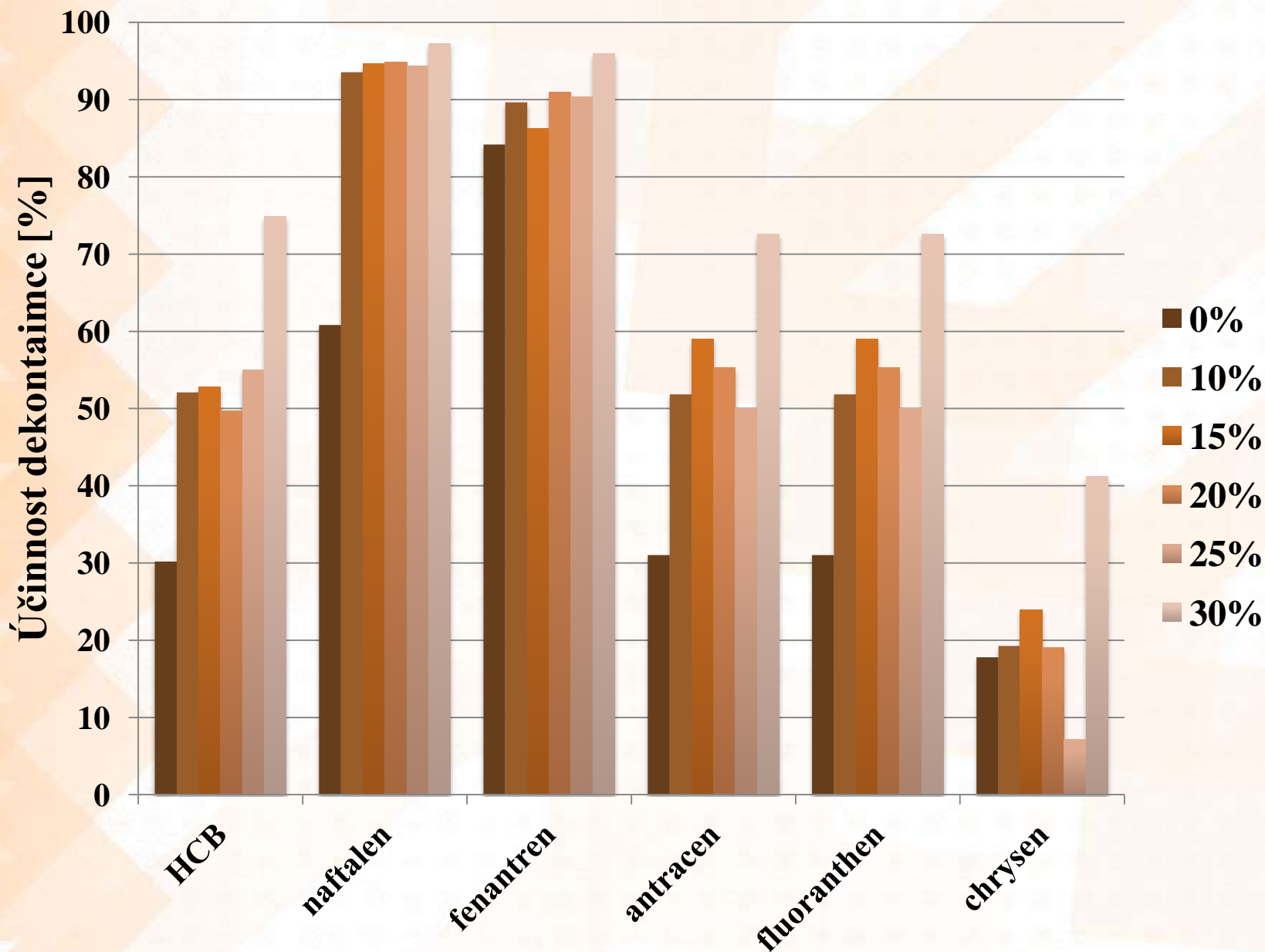
# Uspořádání experimentů – mikrovlnná pec



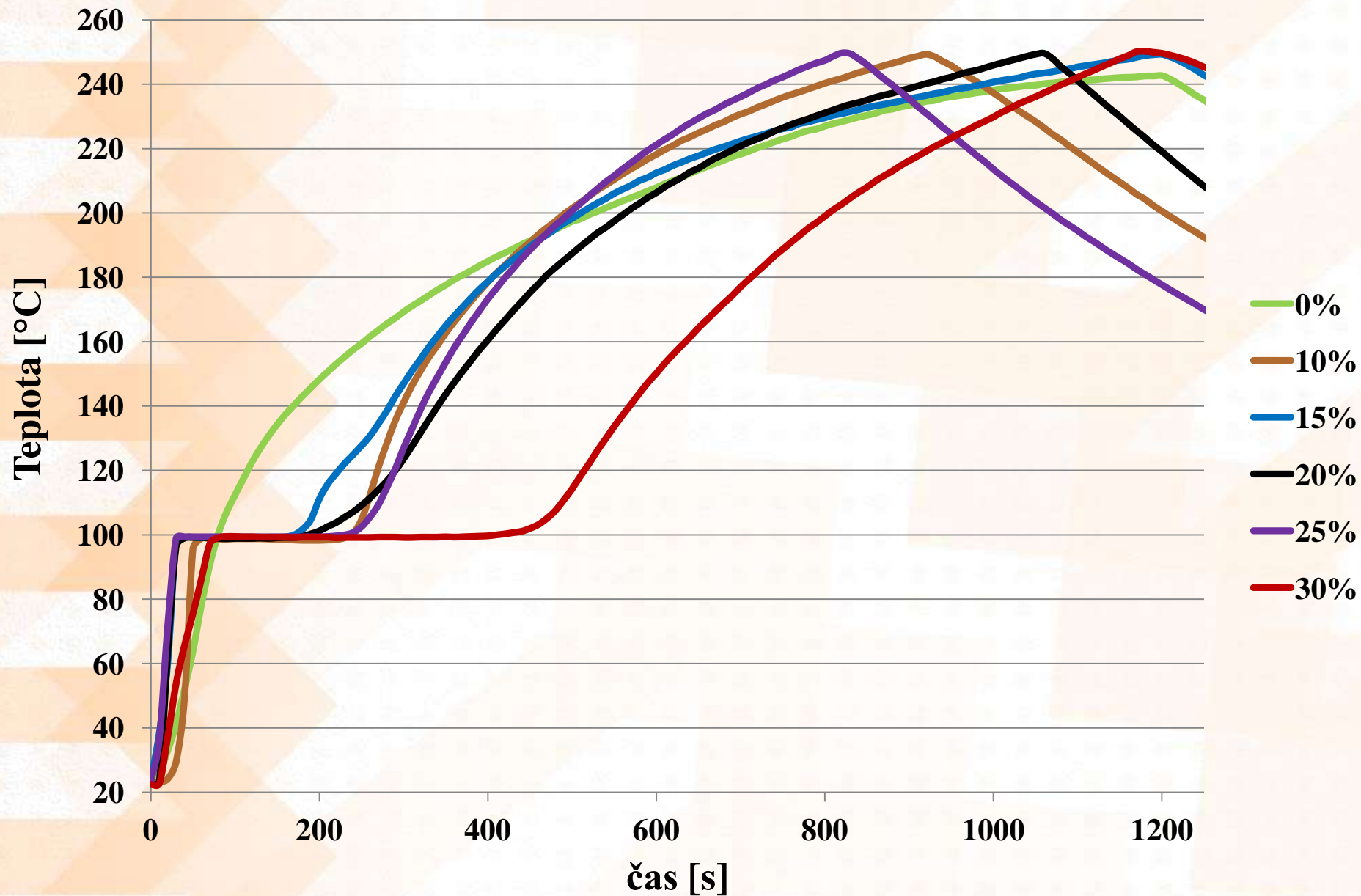
# Termická desorpce zeminy s klasickým ohřevem – 200°C



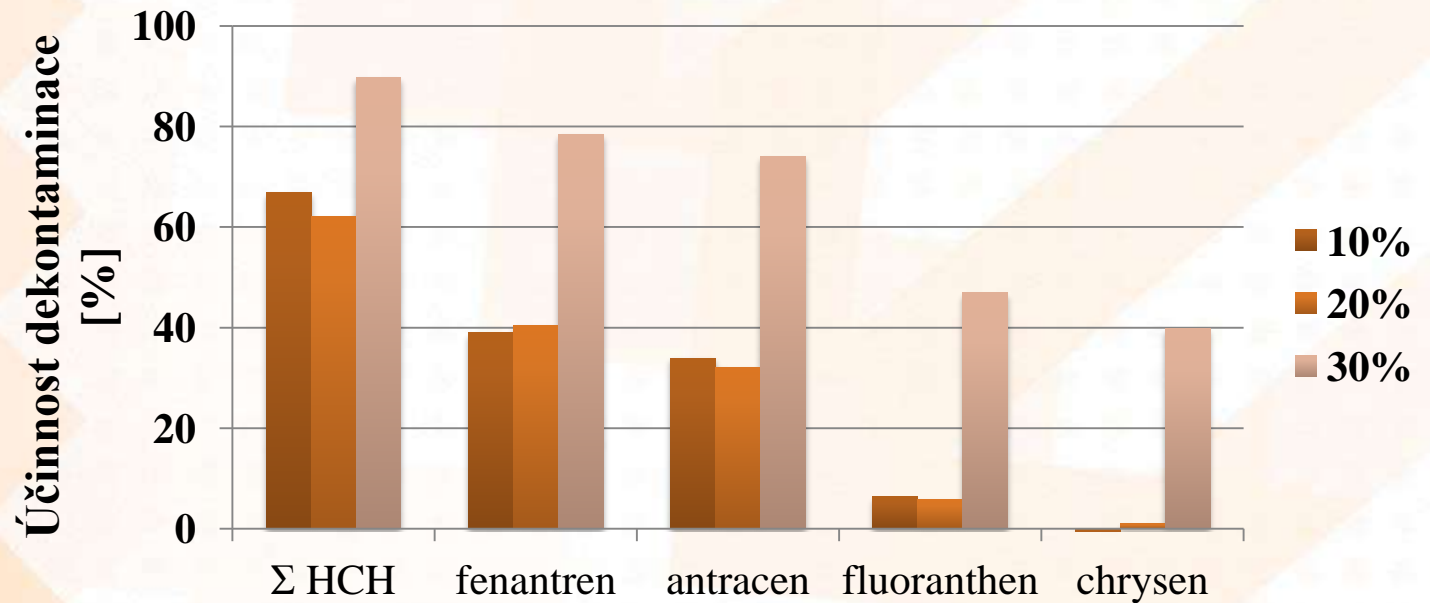
# Termická desorpce zeminy s mikrovlnným ohřevem – 440W



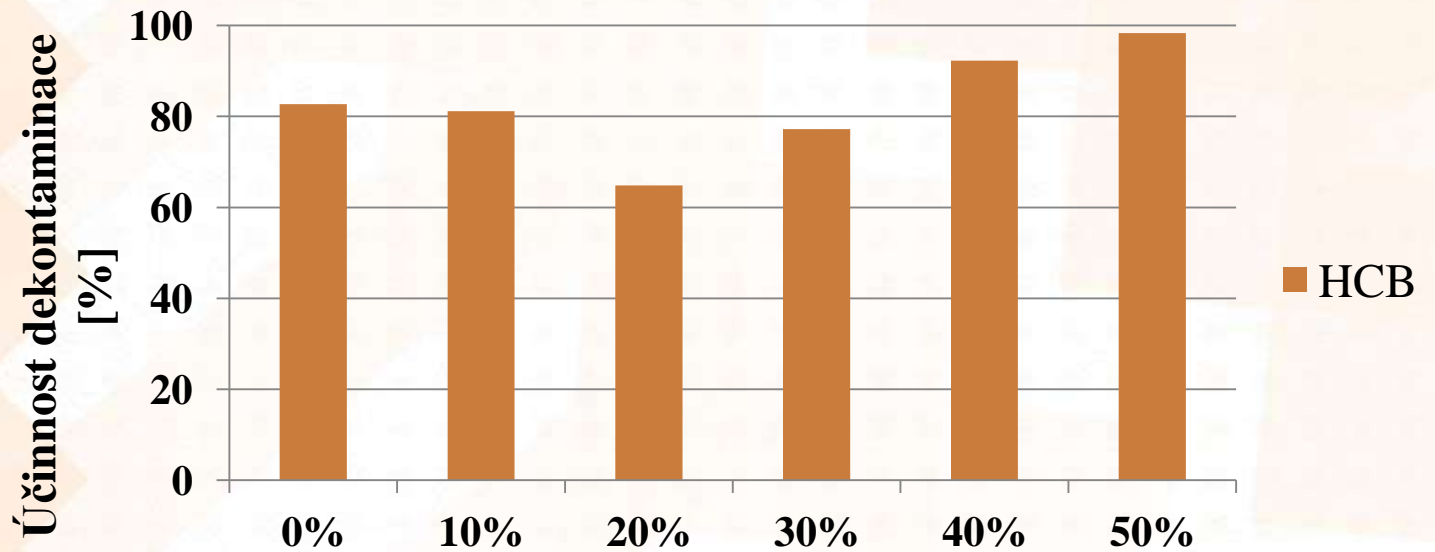
# teplotní průběh mikrovlnného ohřevu – zemina 440W



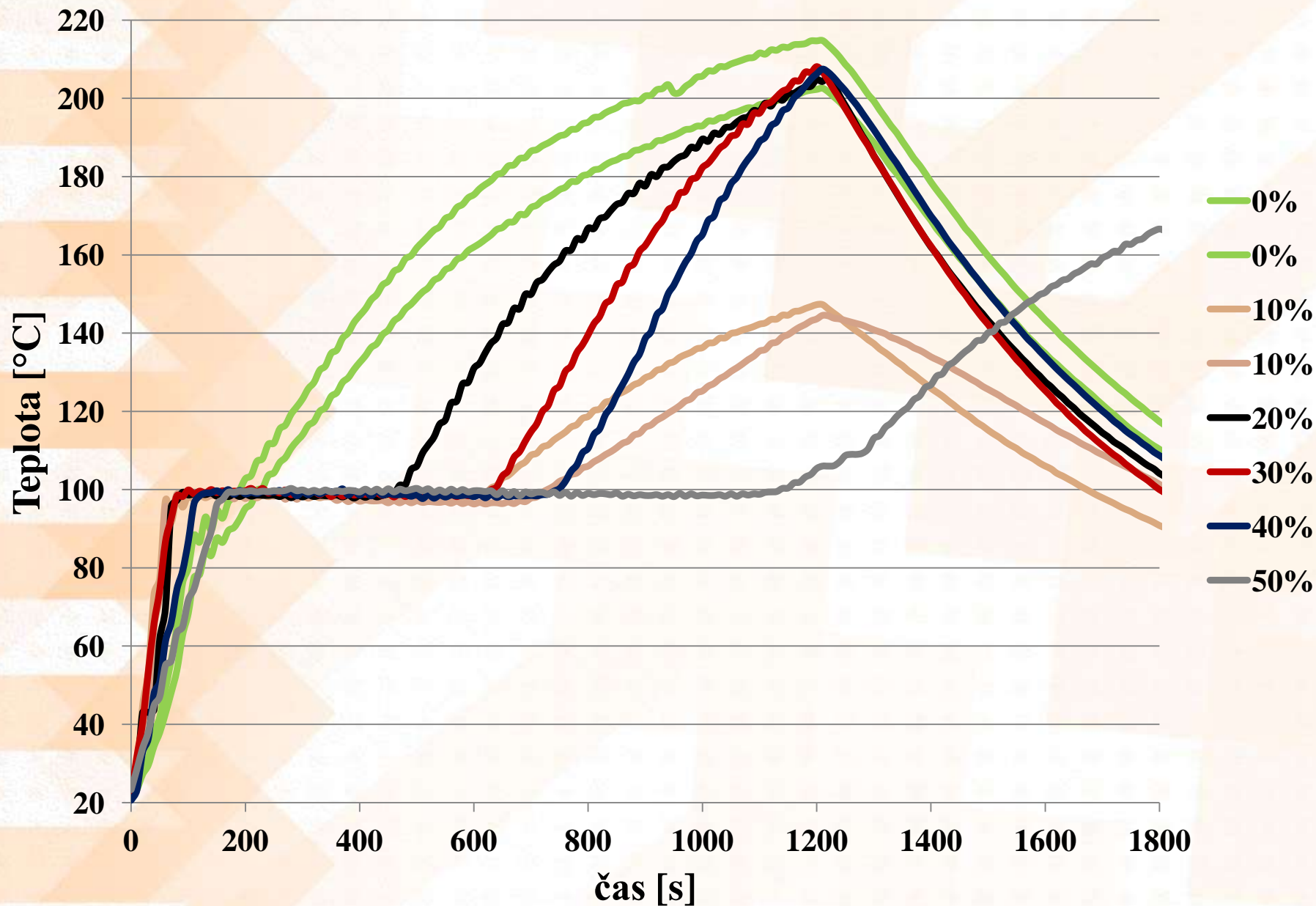
## Mikrovlnná desorpce reálné zeminy



## Mikrovlnná desorpce betonu – 250W



# teplotní průběh mikrovlnného ohřevu – beton 250W



# Závěr

- Odlišné desorpční mechanismy u klasického a mikrovlnného způsobu ohřevu
- Schopnost obyčejné vody napomáhat transportu kontaminantů při termické desorpci s mikrovlnným ohřevem

**Děkuji za pozornost**

Poděkování:

Realizováno s podporou TAČR z projektu TA01020383.

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum MŠMT (Rozhodnutí č. 21/ 2011).