



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINA
STROJNÍCKA FAKULTA
KATEDRA ENERGETICKEJ TECHNIKY



Chladenie výkonových elektronických prvkov pomocou tepelnej trubice s uzavretou slučkou

Ing. Patrik NEMEC, PhD.

**Seminár ku projektu: „Rozvoj spolupráce medzi VEC a KET so zameraním na odborný
rast doktorandov a výskumných pracovníkov“ ITMS 22410320106
Demänovská dolina, 13.03. – 14.03.2014**

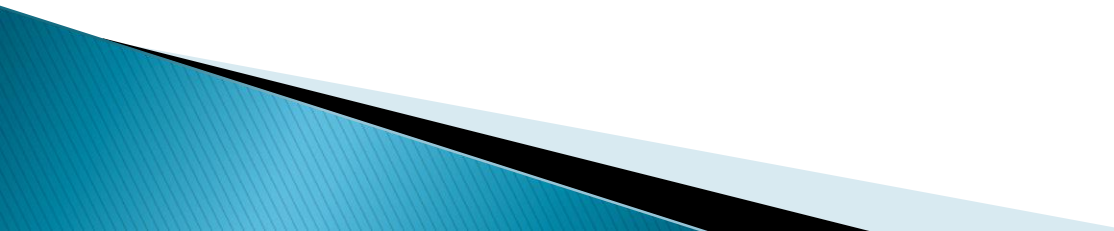


**PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE**
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA

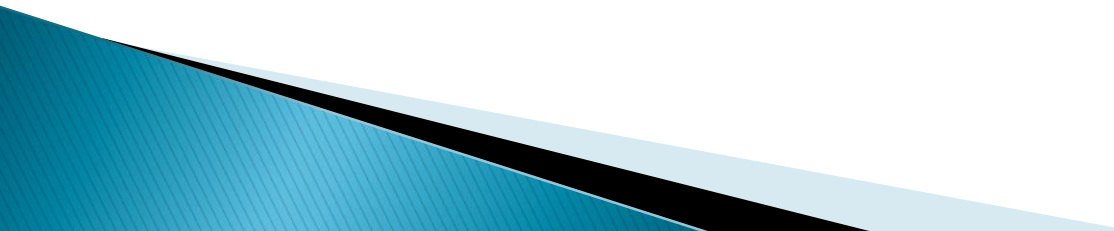


**EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA**
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Prečo chladiť elektroniku?

- ▶ Vznik stratového tepla.
 - ▶ Prehrievanie prvkov.
 - ▶ Poruchovosť prvkov.
 - ▶ Znefunkčnenie zariadenia.
 - ▶ Predĺženie životnosti zariadenia.
- 

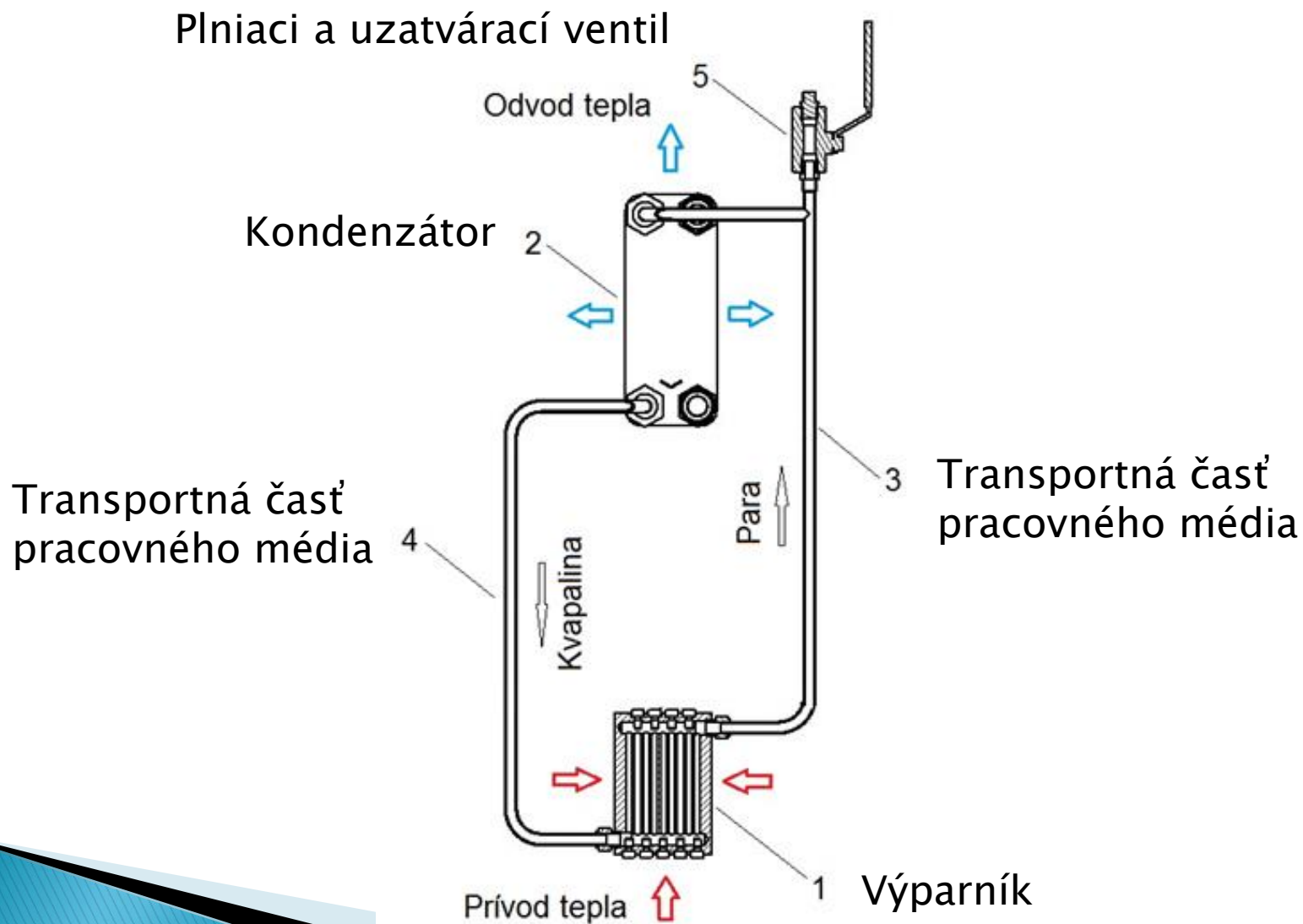
Spôsoby chladenia

- Pasívne chladenie:*
- Prirodzené chladenie.
 - Termoelektrické chladenie.
 - Piezoelektrické chladenie.
 - Chladenie dusíkom.
 - Chladenie zmenou fázy látky (tepelná trubica).
- Aktívne chladenie:*
- Chladenie núteným obehom vzduchu.
 - Chladenie núteným obehom kvapaliny.
 - Kompresorové chladenie.
 - Chladenie ponorením v kvapaline.
 - Chladenie rozprašovaním kvapaliny.
- 

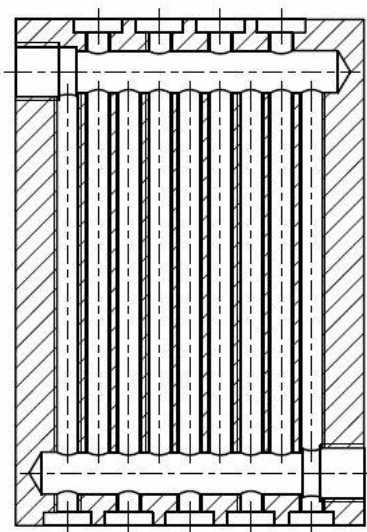
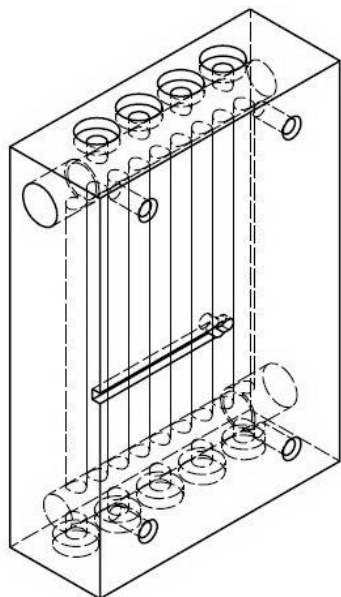
Výhody a nevýhody vybraných spôsobov chladenia

TYP CHLADENIA	VÝHODY	NEVÝHODY
Chladienie núteným obehom	– jednoduché využitie – vysokoúčinný prenos tepla	– hluk – použitie elektriny – pohyblivé časti
Chladienie prirodzené	– nepohyblivé časti – jednoduchá inštalácia – bez použitia elektriny	– veľké rozmery/váha
Chladienie tepelnou trubicou	– intenzívny prenos tepla – nepohyblivé časti – bez použitia elektriny – variabilita usporiadania	

Tepelná trubica s uzavretou slučkou



Výparník



Telo výparníka tvorí hliníková doska s rozmermi 116 x 80 x 30 mm.

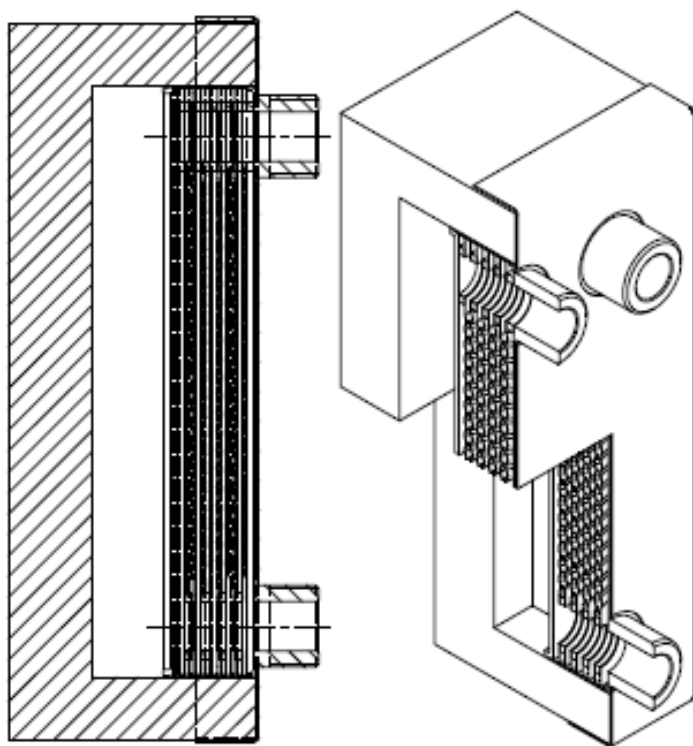
Drážka na umiestnenie snímača teploty.

2 horizontálne otvory o priemere 12 mm.

9 vertikálne kanáliky o priemere 6 mm.

Otvory zabezpečujú usmernenie a transport pracovnej látky z výparnej do kondenzačnej časti tepelnej trubice.

Kondenzátor



Kondenzátor tepelnej trubice s uzavretou slučkou tvorí spájkovaný doskový výmenník tepla.

Vytvorenie konštrukcie kompaktného chladiča pre účel chladenia pracovného média v tepelnej trubici schopného odolávať vysokým tlakom a zabezpečiť čo najlepší prestup tepla pracovnej látky.

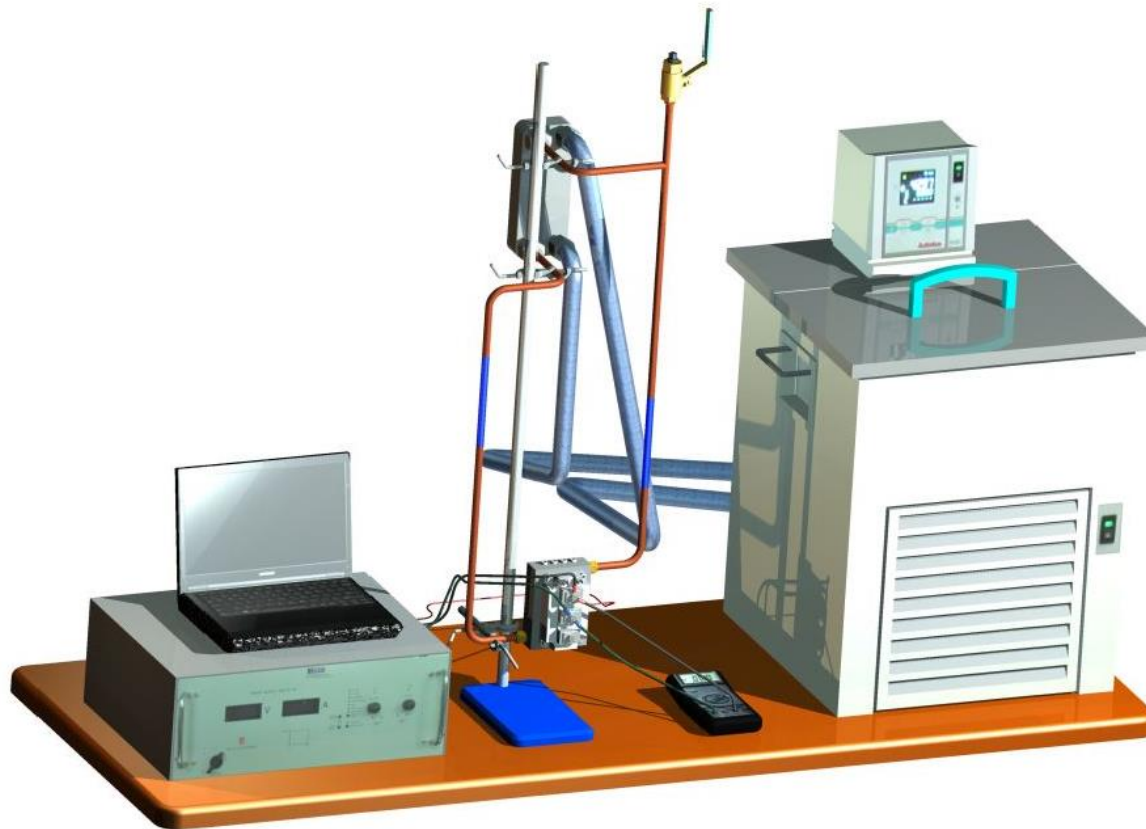
Transportná časť a pracovná látka

Medené rúrky DN 10 mm.
Sklenené rúrky DN 10 mm.
Plniaci a uzatvárací ventil.

Pracovná látka:
Fluorinert FC 72 – kompatibilita
s väčšinou kovov,
nízka teplota varu (56 °C) a tuhnutia
(−90 °C),
výborné dielektrické vlastnosti.



Meranie chladiaceho účinku tepelnej trubice s uzavretou slučkou

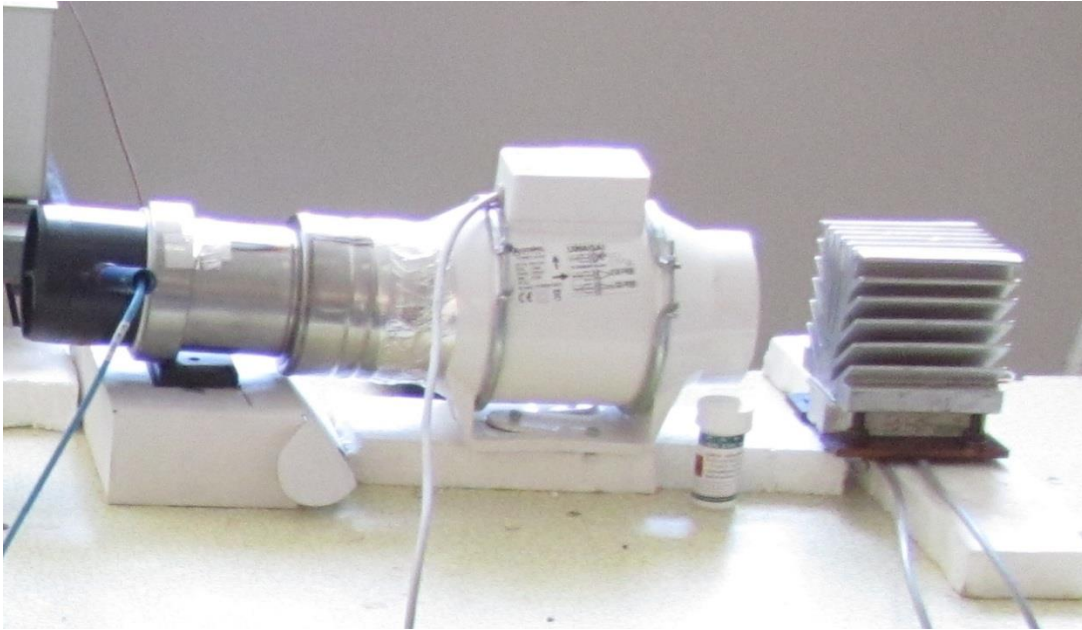


Prípustná teplota IGBT prvku 100 °C.

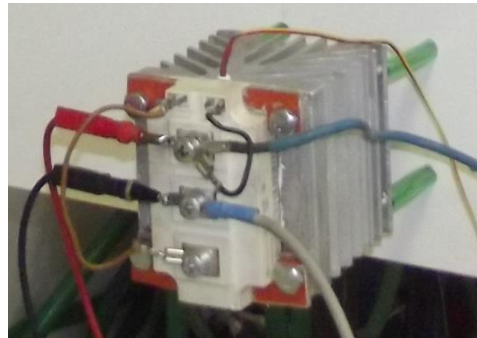
Vstupný elektrický výkon od 20 do 370 W.

Teplota chladiacej vody kondenzátora 20, 30, 40 a 50 °C.

Porovnanie spôsobov chladenia



Chladienie núteným obehom

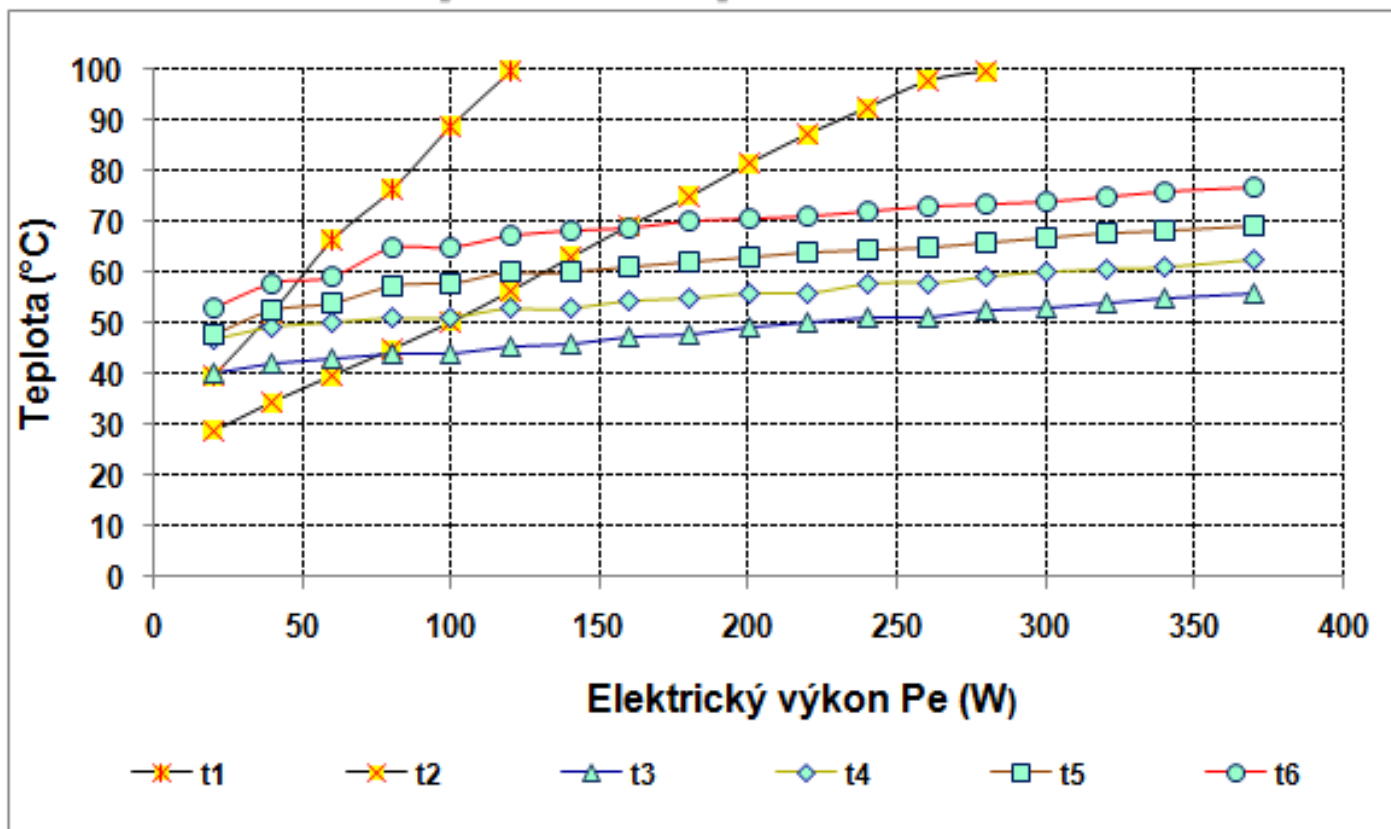


Prirodzené chladienie



Chladienie tepelnou trubicou

Graf závislosti priebehu teplôt od elektrického výkonu prvku IGBT



t_1 – odvod tepla do hliníkového chladiča,
 t_2 – odvod tepla do hliníkového chladiča ofukovaného ventilátorom,
 t_3 – odvod tepla s LHP do 20 °C, t_4 – odvod tepla s LHP do 30 °C,
 t_5 – odvod tepla s LHP do 40 °C, t_6 – odvod tepla s LHP do 50 °C.

Záver

- ▶ Cieľom experimentu bolo navrhnúť zariadenie pracujúce ako tepelná trubica s uzatvorenou slučkou a porovnať jeho chladiaci účinok pri odvode tepla z prvku IGBT s hliníkovým chladičom v reálnych aplikáciách.
- ▶ Chladenie tepelnou trubicou s uzatvorenou slučkou dokázalo svoj dobrý účinok, keď aj pri zaťažení IGBT prvku o výkone nad 350 W a aj pri teplote chladiaceho obehu 50 °C na ochladenie vyparovaného pracovného média v kondenzátore, bola teplota na stykovej ploche prvku IGBT s výparníkom tepelnej trubice nižšia ako 80 °C.
- ▶ Tento experiment dokazuje kvalitu chladenia tepelnou trubicou s uzavretou slučkou a opodstatnenosť jej použitia pre chladenie vysokovýkonných elektronických prvkov a systémov s generovaním veľkých tepelných tokov stratového tepla.

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ

Pod'akovanie:

*Príspevok bol spracovaný v rámci projektu s názvom
„Rozvoj spolupráce medzi VEC a KET so zameraním na
odborný rast doktorandov a výskumných pracovníkov“
ITMS 22410320106*

