# Elektrotechnik výzkumný a vývojový pracovník (kód: 26-024-M)

**Autorizující orgán:** Ministerstvo průmyslu a obchodu
**Skupina oborů:** Elektrotechnika, telekomunikační a výpočetní technika (kód: 26)
**Týká se povolání:** Samostatný elektrotechnik výzkumný a vývojový pracovník
**Kvalifikační úroveň NSK - EQF:** 4

## Odborná způsobilost

| Název | Úroveň |
|---|---|
| Orientace v technické dokumentaci a normách, používání této dokumentace při práci na elektrotechnických a elektronických zařízeních | 4 |
| Navrhování konstrukce elektronických zařízení | 4 |
| Navrhování elektronických obvodů | 4 |
| Měření elektrických veličin a parametrů, vyhodnocení naměřených hodnot | 4 |
| Evidování technických dat o průběhu a výsledcích práce | 4 |
| Testování elektrických nebo elektronických výrobků | 4 |
| Analyzování vnějších vlivů působících na užitné vlastnosti surovin, materiálů, polotovarů a výrobků v elektrotechnické výrobě | 4 |
| Kontrola dodržení požadavků ekodesignu z hlediska spotřeby energií v návrhu elektrického nebo elektronického zařízení | 4 |
| Kontrola dodržení požadavků ekodesignu z hlediska použitých materiálů v návrhu elektrického nebo elektronického zařízení | 4 |
| Zpracování dokumentace k realizaci laboratorního vzorku, funkčního vzorku a prototypu podle předložených podkladů | 4 |
| Dodržování bezpečnosti práce na elektrických zařízeních | 4 |

## Platnost standardu

Standard je platný od: 29.04.2019 do: 14.10.2022

## Kritéria a způsoby hodnocení

### Orientace v technické dokumentaci a normách, používání této dokumentace při práci na elektrotechnických a elektronických zařízeních

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Popsat klasifikaci norem z oblasti projektování a provozu elektrických zařízení | Ústní ověření |
| b) Vysvětlit účel norem v oblasti elektromagnetické kompatibility (normy základní, kmenové a předmětové) | Ústní ověření |
| c) Popsat kritéria předpisů k posuzování bezpečnosti výrobku | Ústní ověření |
| d) Charakterizovat schematické značky prvků obvodu na předložených elektrotechnických výkresech a vysvětlit funkci součástek v elektrickém obvodu, číst technická data a veličiny jednotlivých součástek | Praktické předvedení a ústní ověření |
| e) Vybrat z katalogu na internetu součástky pro realizaci zadaného obvodu, najít adekvátní náhradu pro zadaný typ součástky | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit všechna kritéria.**

### Navrhování konstrukce elektronických zařízení

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Nakreslit schéma a popsat vlastnosti nesymetrického a symetrického vedení, varianty propojování zařízení, přístup k volbě kabelů a k zapojování konektorů | Praktické předvedení a ústní ověření |
| b) Popsat vazby na přívodních vodičích, vliv parazitních kapacit a indukčností, přechodové odpory, termoelektrické napětí | Ústní ověření |
| c) Popsat možnosti stínění elektrického a magnetického pole | Ústní ověření |
| d) Navrhnout rozmístění řídicích a sdělovacích prvků na předním panelu přístroje pro optimální obsluhu zařízení | Praktické předvedení a ústní ověření |
| e) Vysvětlit funkci chladiče, způsobu odvodu tepla ze zařízení a dosažení teplotní stabilizace a navrhnout chladič pro zadané zařízení | Praktické předvedení a ústní ověření |
| f) Navrhnout obvod dle příslušné oblasti použitelnosti - zapojení polovodičů do funkčního obvodu, zapojení a naprogramování mikroprocesorů, řešení obvodů s LED technologií | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit všechna kritéria.**

## Navrhování elektronických obvodů

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Uvést účel a principy činnosti základních typů obvodů (stabilizátorů proudu a napětí, zesilovačů, usměrňovačů, RC a LC oscilátorů) | Ústní ověření |
| b) Nakreslit zesilovač v zapojení SE, SB, SC, popsat jejich vlastnosti a použití. Charakterizovat zpětnou vazbu v zesilovačích | Praktické předvedení a ústní ověření |
| c) Vysvětlit nastavení a stabilizaci pracovních bodů elektronických prvků zesilovače a mezistupňové vazby | Ústní ověření |
| d) Nakreslit oscilátor RC, zapojení, vlastnosti, aktivní prvky, zpětnovazební obvody, určení kmitočtu, podmínky kmitů, určení amplitudy | Praktické předvedení a ústní ověření |
| e) Nakreslit usměrňovač a stabilizátor stejnosměrného napětí a proudu, popsat druhy zapojení, vlastnosti, základní parametry | Praktické předvedení a ústní ověření |
| f) Popsat vybrané základní elektronické prvky a princip jejich funkce (NPN tranzistor, PNP tranzistor, dioda, IGBT tranzistor, triak, tyristor atd.) | Ústní ověření |

**Je třeba splnit kritéria a), b), c), f) a jedno z kritérií d) nebo e).**

## Měření elektrických veličin a parametrů, vyhodnocení naměřených hodnot

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Zvážit možnosti poškození obvodu měřením | Praktické předvedení a ústní ověření |
| b) Změřit napětí, proud, výkon, elektromagnetické pole, frekvenci, fázový posun analogovým a číslicovým přístrojem | Praktické předvedení a ústní ověření |
| c) Změřit odpor, kapacitu, indukčnost, vzájemné vazby, činitele jakosti, rezonanci, imitanci analogovým a číslicovým přístrojem | Praktické předvedení a ústní ověření |
| d) Změřit charakteristiky předložených polovodičových součástek | Praktické předvedení a ústní ověření |
| e) Vytvořit záznam z měření, vyhodnotit provedené měření | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit kritéria a), d) a e) a jedno z kritérií b) nebo c).**

## Evidování technických dat o průběhu a výsledcích práce

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Zaznamenat data z měření (základní elektrické veličiny) | Praktické předvedení |
| b) Zaznamenat průběh zkoušek a pokusů | Praktické předvedení |
| c) Zpracovat protokol o měření se všemi jeho náležitostmi | Praktické předvedení |

**Je třeba splnit všechna kritéria.**

## Testování elektrických nebo elektronických výrobků

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Otestovat desky plošných spojů na testovacím zařízení a posoudit na základě testu dodržení technologie povrchové montáže součástek | Praktické předvedení a ústní ověření |
| b) Navrhnout postup měření a změřit voltampérové charakteristiky aktivních či pasivních součástek včetně polovodičových a dalších stanovených materiálů | Praktické předvedení a ústní ověření |
| c) Otestovat přístrojové kabely a spotřebu testovaného výrobku | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit dvě z kritérií, a to a) a c) nebo b) a c).**

## Analyzování vnějších vlivů působících na užitné vlastnosti surovin, materiálů, polotovarů a výrobků v elektrotechnické výrobě

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Popsat změny fyzikálních vlastností kovů a plastů v závislosti na teplotě, tlaku, vlhkosti | Ústní ověření |
| b) Vyjmenovat chyby, ke kterým může dojít při vytváření nerozebíratelných spojů (lepení, pájení) | Ústní ověření |
| c) Popsat vliv technologie výroby, tepelného a mechanického zpracování na elektrické a magnetické vlastnosti kovů; vybrat z katalogu na internetu vhodný materiál z hlediska předpokládaného užití | Praktické předvedení a ústní ověření |
| d) Vyhodnotit výsledky měření mechanických vlastností vybraných materiálů (tvrdost, pevnost, houževnatost, únava, tečení materiálu) z hlediska předpokládaného užití | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit všechna kritéria.**

## Kontrola dodržení požadavků ekodesignu z hlediska spotřeby energií v návrhu elektrického nebo elektronického zařízení

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Klasifikovat požadavky právních předpisů (zákony, nařízení vlády) na spotřebu elektrického zařízení v pracovních a pohotovostních režimech | Ústní ověření |
| b) Popsat požadavky harmonizovaných norem na spotřebu energií vybraného elektrického zařízení, zvyšování efektivity a způsoby jejich kontroly | Ústní ověření |
| c) Porovnat výsledky z měření spotřeby vybraného zařízení s požadavky relevantního předpisu a posoudit možnost snížení spotřeby | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit všechna kritéria.**

### Kontrola dodržení požadavků ekodesignu z hlediska použitých materiálů v návrhu elektrického nebo elektronického zařízení

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Vysvětlit požadavky právních předpisů (zákony, nařízení vlády) na používání nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních | Ústní ověření |
| b) Vysvětlit důvody omezování olova, rtuti, kadmia, šestimocného chromu, polybromovaných bifenylů (PBB) a polybromovaných difenyletheru (PBDE) v elektrických a elektronických zařízeních | Ústní ověření |
| c) Posoudit z dokumentace k navrhovanému zařízení možnost náhrady nebezpečných látek látkami méně nebezpečnými | Praktické předvedení a ústní ověření |
| d) Navrhnout ekologický způsob likvidace zařízení z předložené dokumentace | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit všechna kritéria.**

### Zpracování dokumentace k realizaci laboratorního vzorku, funkčního vzorku a prototypu podle předložených podkladů

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Podle zadaných kritérií zpracovat strukturu dokumentace k realizaci laboratorního vzoru zařízení a podrobně zpracovat vybranou část dokumentace | Praktické předvedení a ústní ověření |
| b) Podle zadaných kritérií zpracovat strukturu dokumentace k realizaci funkčního vzoru zařízení a podrobně zpracovat vybranou část dokumentace | Praktické předvedení a ústní ověření |
| c) Podle zadaných kritérií zpracovat strukturu dokumentace k realizaci prototypu zařízení a podrobně zpracovat vybranou část dokumentace | Praktické předvedení a ústní zdůvodnění |

**Je třeba splnit jedno z kritérií.**

### Dodržování bezpečnosti práce na elektrických zařízeních

| Kritéria hodnocení | Způsoby ověření |
|---|---|
| a) Zajistit bezpečnost práce na elektrickém zařízení bez napětí | Praktické předvedení a ústní ověření |
| b) Zajistit bezpečnost práce na elektrickém zařízení pod napětím | Praktické předvedení a ústní ověření |
| c) Demonstrovat první pomoc při úrazu elektrickým proudem | Praktické předvedení a ústní ověření |

**Je třeba splnit všechna kritéria.**

## Organizační a metodické pokyny

### Pokyny k realizaci zkoušky

Autorizovaná osoba informuje, které doklady musí uchazeč předložit, aby zkouška proběhla v souladu s platnými právními předpisy.
Před zahájením vlastního ověřování musí být uchazeč seznámen s pracovištěm a s požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) a požární ochrany (PO), o čemž bude autorizovanou osobou vyhotoven a uchazečem podepsán písemný záznam.

Zdravotní způsobilost pro vykonání pracovních činností této profesní kvalifikace je vyžadována a prokazuje se lékařským potvrzením (odkaz na povolání v NSP - https://www.nsp.cz/jednotka-prace/samostatny-elektrotechnik-5c06#zdravotni-zpusobilost).

Podmínkou pro připuštění ke zkoušce je předložení Osvědčení o elektrotechnické způsobilosti podle vyhlášky 50/1978 Sb., minimálně § 6, v platném znění.

Podmínkou úspěšné zkoušky je dodržení všech zásad BOZP v celém průběhu zkoušky.

### Výsledné hodnocení

Zkoušející hodnotí uchazeče zvlášť pro každou kompetenci a výsledek zapisuje do záznamu o průběhu a výsledku zkoušky. Výsledné hodnocení pro danou kompetenci musí znít „splnil“ nebo „nesplnil“ v závislosti na stanovení závaznosti, resp. nezávaznosti jednotlivých kritérií u každé kompetence. Výsledné hodnocení zkoušky zní buď „vyhověl“, pokud uchazeč splnil všechny kompetence, nebo „nevyhověl“, pokud uchazeč některou kompetenci nesplnil. Při hodnocení „nevyhověl“ uvádí zkoušející vždy zdůvodnění, které uchazeč svým podpisem bere na vědomí.

### Počet zkoušejících

Zkouška probíhá před jednou autorizovanou osobou; zkoušejícím je jedna autorizovaná fyzická osoba s autorizací pro příslušnou profesní kvalifikaci anebo jeden autorizovaný zástupce autorizované podnikající fyzické nebo právnické osoby s autorizací pro příslušnou profesní kvalifikaci.

## Požadavky na odbornou způsobilost autorizované osoby, resp. autorizovaného zástupce autorizované osoby

Autorizovaná osoba, resp. autorizovaný zástupce autorizované osoby musí splňovat tento požadavek:

a) Střední vzdělání s maturitní zkouškou se zaměřením na elektrotechniku, elektroniku nebo aplikovanou elektroniku a minimálně 5 let praxe výzkumu a vývoje elektrotechnických a elektronických zařízení a současně musí splňovat odbornou způsobilost v elektrotechnice dle vyhlášky 50/1978 Sb., minimálně § 7, v platném znění.
b) Vyšší odborné vzdělání se zaměřením na elektrotechniku, elektroniku nebo aplikovanou elektroniku a minimálně 5 let praxe výzkumu a vývoje elektrotechnických a elektronických zařízení a současně musí splňovat odbornou způsobilost v elektrotechnice dle vyhlášky 50/1978 Sb., minimálně § 7, v platném znění.
c) Vysokoškolské vzdělání se zaměřením na elektrotechniku, elektroniku nebo aplikovanou elektroniku a minimálně 5 let praxe výzkumu a vývoje elektrotechnických a elektronických zařízení a a současně musí splňovat odbornou způsobilost v elektrotechnice dle vyhlášky 50/1978 Sb., minimálně § 7, v platném znění.

Další požadavky:

- Autorizovaná osoba, resp. autorizovaný zástupce autorizované osoby, která nemá odbornou kvalifikaci pedagogického pracovníka podle zákona č. 563/2004 Sb., o pedagogických pracovnících a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, nebo nemá odbornou kvalifikaci podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, nebo praxi v oblasti vzdělávání dospělých (včetně praxe z oblasti zkoušení), nebo nemá osvědčení o profesní kvalifikaci 75-001-T Lektor dalšího vzdělávání, může být absolventem přípravy zaměřené zejména na praktickou aplikaci části první, hlavy III a IV zákona č. 179/2006 Sb., o ověřování a uznávání výsledků dalšího vzdělávání a o změně některých zákonů (zákon o uznávání výsledků dalšího vzdělávání) ve znění pozdějších předpisů, a přípravy zaměřené na vzdělávání a hodnocení dospělých s důrazem na psychologické aspekty zkoušení dospělých v rozsahu minimálně 12 hodin.
- Autorizovaná osoba musí být schopna organizačně zajistit zkušební proces včetně vyhodnocení na PC a vydání jednotného osvědčení (stačí doložit čestným prohlášením).

Žadatel o udělení autorizace prokazuje splnění požadavků na odbornou způsobilost autorizujícímu orgánu, a to předložením dokladu nebo dokladů o získání odborné způsobilosti v souladu s hodnoticím standardem této profesní kvalifikace, nebo takovým postupem, který je v souladu s požadavky uvedenými v hodnoticím standardu této profesní kvalifikace autorizujícím orgánem stanoven.

Žádost o udělení autorizace naleznete na stránkách autorizujícího orgánu: Ministerstvo průmyslu a obchodu, www.mpo.cz.

## Nezbytné materiální a technické předpoklady pro provedení zkoušky

Pro řádný výkon zkoušky musí mít autorizovaná osoba k dispozici dále uvedené vybavení:

- předpisy, normy a jiné publikace: zákony, vyhlášky a nařízení z oblasti požadavků, projektování a provozu elektrických zařízení, technické normy z oblasti projektování a provozu elektrických zařízení, bezpečnosti práce na elektrických zařízeních, popřípadě učební texty vypracované pro střední školy elektrotechnické, katalogy součástek a elektrotechnických materiálů; PC s připojením k internetu a textovým a tabulkovým editorem
- elektrotechnické výkresy a schémata, záznamy z měření mechanických vlastností elektrotechnických materiálů, které mají být použity jako vodiče, kontakty, základové desky plošných spojů, záznamy měření spotřeb k hodnocení efektivity a dodržení požadavků ekodesignu, záznamy a podklady k vypracování dokumentace k zařízení
- části a díly elektronických zařízení, montážní materiál a mechanizmy potřebné pro ověřování kritérií založených na formě praktického předvedení (k lepení, pájení, jednoduché montáži pomocí ručního nářadí)
- přístroje: univerzální přístroj k měření elektrických veličin, testovací zařízení a software k testování plošných spojů, součástek, obvodů
- sady elektrotechnického ručního nářadí (šroubováky, kleště kombinované, pinzety)
- prostory pro měření základních elektrických veličin a charakteristik obvodů a součástek
- ochranné pomůcky k zajištění bezpečnosti práce.

Autorizovaná osoba, resp. autorizovaný zástupce autorizované osoby musí zajistit, aby pracoviště byla uspořádána a vybavena tak, aby pracovní podmínky pro realizaci zkoušky z hlediska BOZP odpovídaly bezpečnostním požadavkům a hygienickým limitům na pracovní prostředí a pracoviště.

K žádosti o udělení autorizace žadatel přiloží seznam materiálně-technického vybavení dokládající soulad s požadavky uvedenými v hodnoticím standardu pro účely zkoušky. Zajištění vhodných prostor pro provádění zkoušky prokazuje žadatel odpovídajícím dokladem (např. výpis z katastru nemovitostí, nájemní smlouva, dohoda) umožňujícím jejich užívání po dobu platnosti autorizace.

## Doba přípravy na zkoušku

Uchazeč má nárok na celkovou dobu přípravy na zkoušku v trvání 90 minut. Do doby přípravy na zkoušku se nezapočítává doba na seznámení uchazeče s pracovištěm a s požadavky BOZP a PO.

## Doba pro vykonání zkoušky

Celková doba trvání vlastní zkoušky jednoho uchazeče (bez času na přestávky a na přípravu) je 6 až 8 hodin (hodinou se rozumí 60 minut). Zkouška může být rozložena do více dnů a na několik pracovišť.

## Autoři standardu

### Autoři hodnoticího standardu

Hodnoticí standard profesní kvalifikace připravila SR pro elektrotechniku, ustavená a licencovaná pro tuto činnost HK ČR a SP ČR.

Na tvorbě se dále podílely subjekty zastoupené v pracovní skupině:
B-support, s. r. o.
ABB, s. r. o.
ZPA Smart Energy
SPŠ Letohrad