

# Národní kvalifikační rámec terciárního vzdělávání

## FYZIKA



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

SPOLUFINANCOVÁNO EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY

## **Oblasti vzdělávání v Národním kvalifikačním rámci terciárního vzdělávání**

Oblasti vzdělávání se rozumí ucelený a vzájemně související úsek terciárního vzdělávání, v jehož rámci vznikají a uskutečňují se studijní programy. Oblast vzdělávání přitom není pouhým souhrnem v současnosti uskutečňovaných studijních programů s určitým společným jádrem, ale spíše prostorem, který by měl umožnit flexibilní vývoj studijních programů v budoucnu (integrace a další přeměny existujících programů a vznik programů nových).

Oblast vzdělávání je vymezena především deskriptory popisujícími výstupy z učení, které standardizovanou formou vyjadřují cíle vzdělávání a rovněž odrážejí společný teoretický metodologický, případně také filozofický a hodnotový základ dané oblasti vzdělávání.

**Obecný popis oblasti vzdělávání** zahrnuje zejména:

- jednoduchý a výstižný název oblasti vzdělávání;
- stručný popis historie, povahy a tematického rozsahu oblasti vzdělávání;
- poslání oblasti vzdělávání (co je předmětem a cílem poznávání v dané oblasti);
- uvedení páteřních oborů, které jsou jako akademické disciplíny pro danou oblast vzdělávání charakteristické a určující;
- vymezení cílů vzdělávání v dané oblasti;
- rámcový profil absolventů v dané oblasti vzdělávání s uvedením charakteristických profesí, zejména pak profesí regulovaných, které jsou relevantní;
- vztahy k ostatním oblastem vzdělávání (vč. mezních oborů).

**Deskriptory oblastí vzdělávání** převádějí volněji formulované popisy oblastí vzdělávání do kategorie očekávaných výstupů z učení – znalostí, dovedností a dalších způsobilostí (kompetencí) absolventů, a to v souladu s národními deskriptory kvalifikačního rámce.

Zaměřují se přitom na:

- **odborné znalosti** (konkretizace faktických i teoretických znalostí a stupně porozumění typického absolventa páteřního oboru),
- **odborné dovednosti** (konkretizace výzkumných, uměleckých nebo jiných praktických postupů uplatňujících odborné znalosti dané úrovně).

Pokud jde o obecné způsobilosti, tato kategorie vyjadřuje především kontext, v němž se od absolventa očekává, že bude odborné znalosti a odborné dovednosti uplatňovat, a míru samostatnosti a odpovědnosti, s jakou tak bude činit. Obecné způsobilosti jsou obecně popsány národními deskriptory jako společné napříč všemi oblastmi vzdělávání, a deskriptory oblastí vzdělávání proto tento typ výstupů z učení v zásadě nespecifikují.

## **Závaznost oblastí vzdělávání**

Je přirozené, že existující oblasti vzdělávání zahrnují širokou a proměnlivou škálu oborů s různou mírou akademického nebo naopak profesního zaměření, z nichž některé se nacházejí na pomezí dalších oblastí vzdělávání. Účelem formulace deskriptorů oblastí vzdělávání proto zjevně nemůže být stanovení minimálního standardu platného pro všechny obory v dané oblasti vzdělávání, ani stanovení akademicky optimálního profilu absolventa. **Deskriptory oblastí vzdělávání se budou vztahovat k typickému absolventu páteřního oboru oblasti vzdělávání a budou vyvážené brát v úvahu akademický i profesní účel vzdělávání.** V tom se liší od národních deskriptorů, které představují minimální standard, tedy charakterizují odborné znalosti, odborné dovednosti a obecné způsobilosti, které musí absolvent prokazovat při absolvování daného stupně vzdělání.

## *Fyzika*

### **STRUČNÝ POPIS POVAHY, TEMATICKÉHO ROZSAHU A HISTORIE OBLASTI**

Vymezení obsahu pojmu *fyzika* je obtížné. Definice (Wikipedia): „it is the general analysis of nature, conducted in order to understand how the world and universe behave“ je sice dostatečně obecná, aby se do ní současná fyzika vešla, jenže zahrnuje vlastně veškerou přírodovědu. Možná docela výstižné je použít jako definice názvu základního díla Isaaca Newtona „*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*“ – zde je totiž důraz na základní metodiku fyziky, matematické vyjádření zákonů přírody. Na druhé straně snaha o definici fyziky je možná zbytečná, protože v obecném povědomí je vcelku jasné, co do fyziky patří. Důraz na matematický popis je důležitý hlavně pro zdůvodnění, proč se k fyzice či fyzikálním vědám počítají některé mezní disciplíny nebo jejich části (meteorologie a klimatologie, biofyzika, kvantová chemie.)

Historicky se fyzika rozvíjela v těsném svazku s matematikou, řada slavných osobností vystupuje jak v dějinách matematiky, tak i fyziky (Euler, Lagrange, Gauss ...), kdy fyzika představovala základní zdroj inspirace pro matematiku. V 19. století bylo vytvoření atomové teorie společným dílem fyziků a chemiků. Do jisté míry to platí i o filosofii, řada významných osobností v dějinách „čisté“ filosofie jako Kant, Bolzano či logičtí pozitivisté měla hluboké matematické a fyzikální vzdělání a vytvořila i původní práce ve fyzice či matematice.

Tradiční členění fyziky na mechaniku, optiku, elektromagnetismus, atomovou a molekulární fyziku, fyziku kondenzovaných látek, atd. se zachovává v učebních plánech, i když dnes už není zcela vhodné ke klasifikaci oblastí fyziky ve vědeckém výzkumu. Specifické postavení má astronomie. V celých dějinách fyziky představoval vesmír důležitou laboratoř pro testování fyzikálních hypotéz a to platí i dnes o astrofyzice či kosmologii, vědě o vesmíru jako celku, a to snad i ve zvýšené míře.

Fyzika se u nás studuje na řadě vysokých škol. Na bakalářském stupni jsou studijní plány obdobné. Na magisterském stupni se studuje fyzika v řadě oborů, případně specializací, jejichž počet a do jisté míry i náplň se na různých vysokých školách liší.

Fyzika ovšem představuje základ či pomocnou vědu pro řadu dalších oblastí vzdělanosti. Vyučuje se ve většině technických oborů, ať už pod explicitním názvem „fyzika“, nebo jako součást technických předmětů, v chemii i jinde. Její hranice je vzhledem k těmto disciplínám značně neostrá.

Předmětem fyzikálního vzdělávání je poskytnout široké vědomosti z tradičních i moderních partií fyziky, které absolvent tohoto vzdělávání může užít ať už ve vědeckém výzkumu, nebo v praktických aplikacích. Vzhledem k historické úloze fyziky a matematiky v obecném lidském poznání má však toto vzdělávání i aspekt filosofický, který bývá v odborných předmětech zdůrazňován implicitně. Ve struktuře vzdělanosti společnosti mají tyto aspekty nezastupitelnou roli, protože přírodovědné a matematické vzdělání přes svůj význam pro obecnou teorii poznávání v náplni studia filosofie zpravidla chybí.

### **PÁTEŘNÍ OBORY**

Jako nejvýznamnější komponenty oblasti vzdělávání *Fyzika* je možno vytknout:

- matematický základ, svou šíří srovnatelný se znalostmi absolventa matematiky a svou hloubkou převyšující znalosti absolventa technických oborů;
- základní znalost hlavních fyzikálních teorií založených na klasickém i kvantovém popisu;
- výcvik v praktických laboratorních dovednostech a technice fyzikálních měření;
- schopnost vyhodnocení experimentálních dat, což obnáší znalost práce s počítačem včetně znalosti základů jeho programování a numerického řešení matematických úloh.

U studentů programu či oborů aplikované fyziky přibývá návaznost na různé oblasti aplikovaného výzkumu.

Tyto komponenty jsou různě zastoupeny v jednotlivých oborech studijního programu fyzika (absolvent teoretické fyziky má hlubší matematický základ a menší zručnost v praktických laboratorních měřeních než experimentální fyzik), ale studijní plán každého fyzika musí obsahovat všechny, včetně absolventa mezních oborů, jakým je třeba meteorologie, geofyzika či biofyzika.

Na druhé straně nelze ze studijních oborů (dále rozlišených specializací) vybrat určité „páteří“. Obory vznikly přirozeným vývojem kolem skupin úspěšných vědců. Kvalitní vědecký výstup těchto skupin byl i základní podmínkou akreditace. Není ani tak důležité nakolik úplně jednotlivé obory pokrývají současné směry světového fyzikálního výzkumu díky tomu, že způsob výchovy fyziků zaručuje značnou flexibilitu absolventů.

#### **VYMEZENÍ CÍLŮ VZDĚLÁVÁNÍ**

Specializované fyzikální vzdělávání na našich vysokých školách (matematicko-fyzikální fakultě nebo fakultách přírodovědeckých) je směřováno především k výchově vědeckých pracovníků. Fyzikální vzdělávání na jiných vysokých školách univerzitního nebo technického typu představuje nezbytný základ pro studium v příslušné oblasti (chemie, technické vědy, medicína atd.). Pro řadu disciplín je fyzika nezbytným teoretickým základem. Přistupuje ještě ten aspekt, že řada moderních přístrojů je založena na nejmodernějších fyzikálních poznatech (například měření pomocí nukleární magnetické rezonance v medicíně) a jejich efektivní využívání vyžaduje určité fyzikální vědomosti.

#### **RÁMCOVÝ PROFIL ABSOLVENTŮ**

Absolvent bakalářského studijního programu je schopen s využitím standardní metodologie řešit běžné problémy, je schopen bezpečně pracovat v laboratoři včetně zodpovědného posuzování rizik takové práce, dokáže shromažďovat a hodnotit data včetně výsledků svých vlastních experimentálních měření s pochopením všech omezení, která jsou s přesností měření dat spojena, je schopen komunikovat o nápadech, problémech a jejich řešení s odbornou veřejností. Měl by úspěšně dokončit cosi jako výzkumný projekt, jehož výsledky ještě nemusí nutně mít publikovatelné kvality, je způsobilý pracovat na místech odpovídajících této úrovni vzdělávání včetně pozic v průmyslu.

Absolvent magisterského studijního programu je navíc schopen uplatnit znalosti při řešení nových problémů ve fyzice, úspěšně dokončil výzkumný projekt, jehož výsledky jsou potenciálně publikovatelné.

Absolvent doktorského studijního programu je schopen kritického myšlení při formulaci nových, komplexních problémů, je schopen vyvíjet a používat metodiky na řešení nových problémů, stanovovat postupy, plány, strategie na řešení takových problémů, je schopen

komunikovat s odborníky i veřejností o předmětu svého expertního zájmu, prezentuje technologický a vědecký pokrok znalostní společnosti.

# Národní kvalifikační rámec terciárního vzdělávání

## DESKRIPTORY OBLASTI VZDĚLÁVÁNÍ

	Bakalářský studijní program	Magisterský studijní program	Doktorský studijní program
	Absolventi studijního programu		
Odborné znalosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>prokazují znalosti matematického základu v rozsahu dostatečném pro hluboké chápání klasické i moderní fyziky (diferenciální a integrální počet v reálném i komplexním oboru, maticový počet, lineární algebra, distribuce, obyčejné a parciální diferenciální rovnice, speciální funkce); rozumí logické výstavbě matematiky a ovládají základní metody matematických důkazů;</li> <li>prokazují znalosti obecné fyziky a experimentálních metod, na kterých je založena (klasická mechanika, elektřina a magnetismus, kinetická teorie plynů, struktura látek, optika, fyzika atomů, jader a elementárních částic);</li> <li>prokazují znalosti teoretické fyziky na hlubším matematickém základu (analytická mechanika, teorie elektromagnetického pole, kvantová mechanika, termodynamika a statistická fyzika);</li> <li>ovládají základy fyzikálních měření a zpracování dat z různých oblastí fyziky, získané v praktikách navazujících na kurs obecné fyziky;</li> <li>prokazují experimentální zručnost a schopnost provádět náročnější fyzikální měření;</li> <li>prokazují znalosti profilujících předmětů zaměřených buď na navazující magisterské studium, nebo směřujících k praktickým potřebám u profesně zaměřeného studia;</li> <li>prokazují znalost základů programování a výpočetních metod;</li> <li>chápu úlohu matematiky ve fyzikálním obraze světa, širší souvislosti postavení fyziky v přírodovědě, obecné kultuře a návaznost fyziky na technické a praktické aplikace.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>prokazují podrobné znalosti v rámci některého oboru fyziky (astronomie a astrofyzika, biofyzika a chemická fyzika, fyzika kondenzovaného stavu, geofyzika, fyzika materiálů, meteorologie a klimatologie, fyzika povrchů a rozhraní, jaderná a subjaderná fyzika, matematické modelování, optika a optoelektronika, teoretická fyzika);</li> <li>prokazují široké znalosti matematického základu získaného na bakalářském stupni;</li> <li>v případě experimentálních oborů prokazují znalost špičkových výzkumných metod, podložených hlubším teoretickým základem, v případě teoretických oborů prokazují znalost pokročilých matematických a výpočetních technik;</li> <li>chápu širší souvislosti svého oboru v rámci celé fyziky;</li> <li>mají hlubší znalosti problematiky řešené v diplomové práci;</li> <li>dovedou aplikovat své vědomosti ve vědecké práci i v technických problémech objevujících se v praxi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>získávají hluboké znalosti v určité oblasti fyziky jdoucí nad rámec znalostí z magisterského stupně;</li> <li>prokazují schopnost pracovat pod odborným vedením na výzkumu problémů na předních hranicích současného vědeckého poznání ve fyzice;</li> <li>jednou z podmínek absolvování doktorského studijního programu je publikace v recenzovaném mezinárodním časopise;</li> <li>v případě experimentálních oborů prokazují schopnost pracovat s nejmodernějšími metodami výzkumu a podílet se na jejich vývoji, v případě teoretických oborů prokazují schopnost rozvíjet matematické metody potřebné k řešení aktuálních fyzikálních problémů;</li> <li>mají hluboké znalosti z oblasti fyziky blízké jejich doktorské práci a širší rozhled po současné fyzice jako celku včetně její návaznosti na jiné oblasti poznání;</li> <li>dovedou aplikovat své vědomosti ve vědecké práci, v technických problémech objevujících se v praxi i v oblastech mimo fyziku, kde lze uplatnit metodiku fyzikálního výzkumu (například v chemii, biologii, ochraně životního prostředí a další problematice blízké fyzice).</li> </ul>

## Národní kvalifikační rámec terciárního vzdělávání

	Bakalářský studijní program	Magisterský studijní program	Doktorský studijní program
	Absolventi studijního programu		
<b>Odborné dovednosti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jsou schopni pod odborným vedením pracovat v laboratořích základního i aplikovaného výzkumu;</li> <li>dovedou pracovat na počítačích, vyhodnocovat empirická data a vytvářet programy pro zpracování dat;</li> <li>dovedou využít své znalosti i v jiných oblastech než ve fyzikálním výzkumu (například v analýze a zpracování dat ve finančnictví a dalších oblastech využívajících výpočetní metody);</li> <li>umí samostatně pracovat s odbornou literaturou a efektivně vyhledávat údaje nutné pro řešení konkrétních problémů;</li> <li>pod odborným vedením umí pracovat v laboratořích základního i aplikovaného výzkumu;</li> <li>umí s hlubším porozuměním obsluhovat moderní fyzikální aparatury (například diagnostické a terapeutické přístroje v medicíně).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jsou schopni samostatně pracovat na výzkumných úkolech v laboratořích základního i aplikovaného výzkumu;</li> <li>zvládají složité úkoly při práci s počítačem;</li> <li>dovedou využít svých znalostí i v jiných oblastech než ve fyzikálním výzkumu (například při analýze a zpracování dat ve finančnictví a dalších oblastech využívajících výpočetní metody);</li> <li>pod odborným vedením umí zkoumat problémy v nejpokročilejších oblastech současné fyziky;</li> <li>umí sledovat nejmodernější odbornou literaturu a rozvíjet výzkum na základě získaných informací;</li> <li>umí v cizím jazyce referovat a diskutovat o svých výsledcích;</li> <li>na základě samostatného studia literatury se umí rychle orientovat v jiných oblastech fyzikálního výzkumu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jsou schopni samostatně vědecky pracovat a řešit náročné úkoly aplikovaného výzkumu;</li> <li>jsou schopni spolupracovat při výuce studentů na bakalářském a magisterském stupni;</li> <li>dovedou využít svých znalostí i v jiných oblastech než ve fyzikálním výzkumu;</li> <li>jsou schopni dovést výsledky své práce na úroveň vyžadovanou pro publikace v mezinárodních časopisech;</li> <li>umí sledovat nejmodernější odbornou literaturu a rozvíjet výzkum na základě získaných informací;</li> <li>umí přenášet výzkumné metody z jiných oblastí fyziky do jimi zkoumané problematiky;</li> <li>na základě samostatného studia literatury se umí rychle orientovat v jiných oblastech fyzikálního výzkumu.</li> </ul>

#### **VZTAHY K OSTATNÍM OBLASTEM VZDĚLÁVÁNÍ**

Fyzika je nezbytným základem pro řadu oblastí vzdělanosti. Mezní obory jako jsou meteorologie a klimatologie, biofyzika a chemická fyzika jsou blízké obdobným oborům studovaným v rámci jiných studijních programů. Rozdíl spočívá především v podstatně větším důrazu na matematické a obecné fyzikální znalosti při studiu fyziky.

#### **CHARAKTERISTICKÉ PROFESE A RELEVANTNÍ REGULOVANÉ PROFESE**

Fyzikální vzdělávání na magisterském a zejména na doktorském stupni je směřováno především k základnímu vědeckému výzkumu, jak je tomu i jinde ve světě. Metodika fyzikálního výzkumu, to znamená analýza pozorovaných dat a jejich syntetické zpracování však připravuje studenty i pro podstatně širší uplatnění. Značná část absolventů fyziky se díky dobré znalosti aktivního využívání výpočetní techniky velmi úspěšně uplatňuje i v dalších oborech jako jsou bankovníctví a finančníctví, ale i například ve veřejné správě a dalších oblastech, kde jim pomáhá schopnost přesného vyjadřování a logického úsudku, nabytá hlubokým studiem matematiky. „Nefyzikální“ zaměstnavatelé obecně oceňují jejich flexibilitu a schopnost rychle se vpravit do problematiky odlišné, než bylo téma jejich diplomové či doktorské práce.

Z existujících regulovaných profesí v ČR se k oblasti vzdělávání Fyzika váže jaderná fyzika a jaderná energetika.