

19. Inovační cyklus: vzdělání – věda – výzkum – vývoj – výroba

Tato kapitola byla zařazena z důvodu odborné informace žáků i lidí z praxe o druzích a významu vzdělání, vědy, výzkumu a vývoje v konečném procesu výroby a její inovace.

Nezbytným předpokladem každé významné lidské činnosti je vzdělání, zaměřené speciálně na konkrétní náplň této činnosti. Toto platí samozřejmě i u každého výrobního procesu, jemuž předchází řada stupňů, vycházejících z vědeckých poznatků, rozvíjených a rozpracovávaných dále v základním a aplikovaném výzkumu a vývoji. Tyto stupně se obvykle zahrnují pod souhrnný název předvýrobní proces.

V dalším budou proto stručně probrány jednotlivé druhy těchto stupňů, zaměřené speciálně a úzce na oborové oblasti publikace, tj. materiály, technologii a výrobu v elektronice a elektrotechnice.

19.1 Vzdělání – kvalifikace

Před vlastním pojednáním o druhu vzdělání pro oblasti této publikace, uveďme stručně obecný význam vzdělání v naší současné hospodářské situaci: poměrně vysoká nezaměstnanost, restrukturalizace hospodářství a vstup zahraničních investorů vyžadují často jak změnu stávající kvalifikace (rekvalifikaci), tak i její zvýšení. V obou případech jde o mnohostranný zájem tj. pracovníků samých, zaměstnavatelů a ve svých důsledcích i zájem celostátní (celospolečenský) včetně zajištění potřebné výuky ve stávajících nebo nově zřizovaných vzdělávacích institucích.

Situace je závažná i ve vztahu a srovnání se zahraničím, kde statistiky uvádí, že náš stát, zaměstnavatelé a sami občané investují do vzdělání relativně velmi málo.

Vzdělání a kvalifikace odborníků má dále velký vliv na investiční záměry tuzemských podnikatelů i zahraničních firem, neboť s nimi lze realizovat výroby s vysokým podílem kvalifikované práce, s vyšší přidanou hodnotou a vyšším ziskem. Tyto náročné výroby vyžadují existenci vývojových a technologických center, která potřebují velmi kvalifikované pracovníky; v nekvalifikované práci nejsme schopni konkurovat s východoevropskými a zejména asijskými zeměmi z důvodu jejich nízkých mezd.

V dalším budou stručně uvedeny hlavní druhy a náplně činnosti tří stupňů vzdělávání v uvedených oblastech:

- střední odborné zaměřené na elektroniku, elektrotechniku a příbuzné obory,
- vyšší odborné s obdobným zaměřením,
- vysoké odborné elektrotechnické, fyzikálně-inženýrské, fyzikální a příbuzné obory.

Jelikož jde o středoškolskou publikaci, bude střední vzdělávání uvedeno stručně jen pro informaci o některých specifických zaměřeních škol, zatímco u vysokých od-

borných škol budou údaje podrobnější z důvodu možnosti jejich využití pro volbu dalšího vzdělávání po ukončení střední školy.

19.1.1 Střední průmyslové školy (SPŠ) a vyšší odborné školy (VOŠ)

Vzhledem k tomu, že střední průmyslové a vyšší odborné školy jsou obvykle sdružené v jednom organizačním celku – nejčastěji se střední průmyslovou školou, jsou probrány společně.

V tabulce 19.1 je uveden výtah těchto škol ve větších městech a průmyslových oblastech – často s více studijními obory.

Tabulka 19.1 Střední průmyslové školy (SPŠ) a vyšší odborné školy (VOŠ) – výtah

Škola	Sídlo (adresa)	
SPŠ elektrotechnická a VOŠ Františka Křižíka	Praha 1	Na Příkopě 16
SPŠ sdělovací techniky	Praha 1	Panská 3
SPŠ elektrotechnická	Praha 2	Ječná 30
SPŠ elektrotechnická	Praha 10	V úžlabině 320
SPŠ elektrotechnická	Brno	Kounicova 15
VOŠ a SPŠ elektrotechnická	Plzeň	Koterovská 85
SPŠ strojní a elektrotechnická	České Budějovice	Dukelská 13
VOŠ a SPŠ elektrotechnická	Olomouc	Božetěchova 3
SPŠ strojní a elektrotechnická a VOŠ	Liberec	Masarykova 3
SPŠ elektrotechnická a VOŠ	Pardubice	Karla IV 13
SPŠ strojní a elektrotechnická	Zlín	tř. Tomáše Bati 4187
SPŠ elektrotechnická	Rožnov	Školní 1610
SPŠ a SOU	Lanškroun	Kolárova 445
SPŠ	Jihlava	tř. Legionářů 3
VOŠ a SPŠ	Šumperk	gen. Krátkého 1

Střední průmyslové a vyšší odborné školy v průmyslových oblastech mají výuku zaměřenou na studijní obory, které odpovídají průmyslové skladbě regionu tak, aby převážná část absolventů našla zaměstnání v regionu a jejich přechod a uplatnění v zaměstnání bylo optimální (např. SPŠE Rožnov p. R. – zaměření na polovodičovou a vakuovou techniku, SPŠ a SOU Lanškroun – pasivní součástky).

Pouze velká města a velké průmyslové oblasti, kde existuje více těchto škol, mají jednotlivé školy zaměřené na skupiny studijních oborů společně určité profesní oblasti; příkladem je Praha, kde existují čtyři takové školy se specializacemi:

- SPŠE a VOŠ Františka Křižíka (Na Příkopě 16);
 - 26-41-M/002: Elektrotechnika – zaměření a) všeobecné, b) počítačové systémy
 - 26-42-M/002: Zařízení silnoproudé elektrotechniky
 - 26-42-N/001: VOŠ – silnoproudá elektrotechnika
 - 64-42-M/010: Technická administrativa v elektrotechnice
- SPŠ sdělovací techniky (Panská 3);
 - 26-46-M/001: Obrazová a zvuková technika – technické zaměření
 - 26-46-M/002: Obrazová a zvuková technika – technologicko-koordinační zaměření
 - 26-45-M/004: Digitální telekomunikační technika
 - 78-42-M/010: Technické lyceum
- SPŠ elektrotechnická (Ječná 30);
 - 26-43-M/004: Slaboproudá elektrotechnika – sdělovací technika
 - 26-44-M/001: Automatizační technika
 - 26-47-M/002: Elektrotechnické počítačové systémy
- SPŠ elektrotechnická (V úžlabině 320).
 - 26-44-M/001: Automatizační technika
 - 26-47-M/002: Elektronické počítačové systémy
 - 26-47-M/003: Informační technologie
 - 78-42-M/010: Technické lyceum

Kromě středních odborných škol (tradičních „průmyslovek“) zabývajících se ve svém celém průřezu výukou elektrotechniky a elektroniky, existují ještě obdobná tradiční Střední odborná učiliště (SOU) – některé z bývalých průmyslových organizací:

- SOU Dopravního podniku hl.m. Prahy, Praha 5, Plzeňská 102;
- SOU Elektrotechnické, Praha 9, Novovysočanská 280;
- SOU Elektrotechnické, Praha 9, Českobrodská 34;
- SOU Telekomunikační, Praha 10, Jesenická 1;
- SOU Praha 9, Poděbradská.

Dále probíhá vzdělávání v elektrotechnice, elektronice a příbuzných oborech v řadě dalších druhů středních škol veřejných i soukromých, např.:

- Integrovaná střední škola technická – COP (Centrum odborné přípravy), Praha 9, Beranových 140;
- Centrum odborné přípravy, Praha 9, Poděbradská 1;
- Soukromá střední škola výpočetní techniky, Praha 9, Novoborská 610;
- Gymnázium Bernarda Bolzána o. p. s., Praha 8, V Holešovičkách 2.

Tento stručný přehled (převážně pro pražskou oblast) je uveden jen pro názornost o šíři a možnostech středoškolského vzdělávání v oborové oblasti této publikace; po-

drobné údaje pro oblast celé republiky jsou k dispozici v Ústavu pro informace ve vzdělávání (Praha 1, Senovážné náměstí 26), Národním ústavu odborného vzdělávání (Praha 10, Weilova 6) a Pražské pedagogicko-psychologické poradně (Praha 4, Ohradní 20) včetně informací v jejich brožurách [55] a na internetu.

19.1.2 Vysoké odborné školy

Bude uveden přehled vysokých škol a jejich studijních oborů z problematiky publikace jako informace pro případnou volbu dalšího studia nebo spolupráci při zaměstnání.

V hrubém dělení jde o vysoké školy dříve technického a univerzitního typu, zatímco dnes mnohé technické školy se staly samostatnými nebo součástmi regionálních univerzit.

V tabulce 19.2 je uveden přehled vybraných vysokých škol, jejich kateder (ústavů) a studijních oborů.

Z tabulky je patrné, že všechny školy – technického i univerzitního typu mají odborné pedagogické a vědecké útvary – katedry nebo ústavy, které jsou specializované na problematiku materiálů, jejich technologie a užití a to specificky z hlediska odborného zaměření škol, tj. na fyzikální, elektrotechnickou a elektronickou problematiku. Tomu odpovídají i studijní obory zajišťované na těchto školách v různých stupních vzdělání: bakalářského (Bc.), magisterského (Mgr., Ing.) a doktorského (Ph.D.).

19.2 Věda – základní výzkum

Vědecká pracoviště, která se zabývají základním výzkumem, jsou obvykle na vysokých školách spojená s prací pedagogickou. Dalšími pracovišti základního výzkumu jsou samostatné instituce buď státní, při velkých výrobních aglomeracích – koncernech, nebo mezinárodně vytvořené organizace.

V naší zemi existují vědecko-výzkumné ústavy organizačně začleněné do Akademie věd České republiky (AV ČR). Tato je budována podle zásad organizace mimo-univerzitního vědeckého výzkumu – jako soustava vědeckých pracovišť, zabývajících se především badatelským výzkumem; spolupracují úzce s vysokými školami. Činnost AV ČR je financována převážně ze státního rozpočtu ČR; další prostředky mohou jednotlivá pracoviště získávat formou grantů, darů a vlastní hospodářské činnosti [63].

Z hlediska problematiky této publikace jsou významné zejména dva ústavy a jejich výzkumné útvary.

Ústav radiotechniky a elektroniky, Praha [64]

- Signály a systémy;
- Fotonika (vlnovodová optika, optické senzory a holografické struktury, optická vlákna);
- Optoelektronika (technologie a diagnostika).

V radioelektronice je výzkum zaměřen na číslicové zpracování signálů, na metody přenosu signálů mezi uživateli tvořícími síť, na sdělovací systémy s rozprostřeným spektrem a na diagnostiku elektronických systémů. V optoelektronice se výzkum soustřeďuje na komponenty a systémy pro optický přenos informací a na senzorové systémy, na přípravu a vyšetřování vlastností vláknových světlovodů a na technologické metody přípravy složitých polovodičových struktur, Provádí se též základní výzkum nových fyzikálních jevů v materiálech a strukturách perspektivních pro mikroelektroniku a optoelektroniku včetně optických vláken.

Fyzikální ústav, Praha [65]

- Fyzika kondenzovaných látek (magnetismus, dielektrika, fyzika kovů, teorie kondenzovaných látek, chemie);
- Optika (aplikovaná optika, vícevrstevné struktury);
- Fyzika pevných látek (polovodiče, povrchy a rozhraní, struktury a vazby, magnetika a supravodiče, tenké vrstvy, optické krystaly).

Výzkum je zaměřen zejména na vlastnosti látek s různým typem a stupněm uspořádání (krystalické, sklovité, amorfní), povrchy a rozhraní v pevných látkách, kvantové kapaliny, supravodivost, fázové přechody, klasické i moderní technologie pro přípravu krystalů a tenkých vrstev. V optice je zaměření na nelineární a kvantovou optiku a speciální optická zařízení.

19.3 Aplikovaný výzkum a vývoj

Aplikovaný výzkum existuje u větších výrobních organizací nebo jejich sdružení jako samostatné instituce nebo útvary technického rozvoje. V době státních organizací byly to tzv. rezortní nebo oborové výzkumné ústavy – samostatné organizace financované převážně ze státního rozpočtu formou státního plánu výzkumu nebo podílově z prostředků podniků.

Dnes z těchto bývalých výzkumných ústavů a vývojových útvarů zůstaly jen části, zabývající se speciálním výzkumnou problematikou a současně malovýrobou jejich speciálních produktů. Tyto, často jednotlivé privatizované útvary, se nacházejí na svých původních pracovištích (ústavech, podnicích) nebo se staly součástí nových organizací (bývalá Tesla Lanškroun, Rožnov, ...).

U zcela nově zřízených zahraničních podniků s vlastní výstavbou výrobních prostorů, vlastním výrobním zařízením a výrobní dokumentací, se budují vlastní vývojová pracoviště a mnohde i výzkumná technologická centra – např.

- Plzeň: Panasonic AVC Networks Czech a spolupráce s Centrem nových technologií při Západočeské univerzitě (NTC – New Technology Center) [68];
- Hranice na Moravě: LG. Philips Displays Technology Center [69];
- Rožnov pod Radhoštěm: ON Semiconductor CHC Czech Republic.

Programy vlády podporující rozvoj technologických center přispěly ke zvýšení podílu nových investičních projektů s vyšší přidanou hodnotou a vyšším podílem vysokoškolsky kvalifikované pracovní síly. Investice, které mají rozhodující význam pro budování znalostní ekonomiky v roce 2004 tvoří již 40 % z celkového počtu projektů [67].

19.4 Výroba

Pro názor o druhu a rozsahu elektronické a elektrotechnické výroby po restrukturalizaci našeho průmyslu a vstupu zahraničních investorů je uveden stručný přehled o současném stavu výrobců a významných institucí z oblasti materiálů a technologie součástek pro elektroniku a elektrotechniku.

Z přehledné tabulky 19.3 a dalších informací [67, 68, 69] vyplývá, že největšími výrobci jsou bývalé podniky TESLA (nyní a. s.) sídlící v bývalých areálech včetně zaměstnanců, nebo přední světové firmy, které v minulosti působily v ČSR (Siemens, Philips). Z problematiky technologie součástek jsou to zejména obory: pasivní součástky (rezistory, kondenzátory) a konstrukční součástky (konektory, spínače, přepínače).

Mezi nejvýznamnější výrobce se řadí AVX Czech Republic v bývalé Tesle Lanškroun, který je v současné době největším výrobcem tantalových kondenzátorů na světě a vyrábí 20 % jejich světové produkce [69].

S obdobným záměrem v oboru barevných televizních obrazovek je budován zcela nový „na zelené louce“ závod fy LC. Philips Displays Czech Republic, s. r. o. v Hranicích na Moravě – „městu obrazovek“. Realizace projektu vytvoří přes 3000 pracovních míst a kapacita podniku přesáhne 8 milionů obrazovek ročně, z toho 95 % produkce je určeno pro export do zemí EU. Při závodě je budováno vlastní technologické centrum [69, 70].

Z národohospodářského hlediska je vedle druhu výroby důležitý její objem ve vztahu k počtu pracovníků a časovému vývoji; tyto údaje jsou zpracovávány Státním statistickým úřadem za součinnosti orgánů státní správy (ministerstev).

Pro obsahovou náplň učebnice je podle oborové klasifikace ekonomických činností (OKEČ) z odvětvové agregace DL „Výroba elektrických a optických přístrojů“ uvedena jen skupina (KEČ) 32: Výroba elektronických součástek a zařízení s podskupinami: 3210 – Výroba elektronických součástek, 3220 – Výroba a služby telekomunikačních prostředků a 3230 – Výroba spotřební elektroniky – Tabulka 19.4 [67].

Tabulka 19.4 Vývoj tržeb (vlastní výroba a služby) ve skupině KEČ 32 a jejich podskupinách 3210–3230 (v období 1. až 6. měsíc 2003 a 1. až 6. měsíc 2004)

Podskup. Skupina	Název	Tržby (miliony Kč)			Průměrný počet pracovníků		
		2004	2003	Index	2004	2003	Index
3210	Elektronické součástky	12292	9782	125,7	16786	16282	103,1
3220	Telekomunikační prostředky	22261	15251	146,0	6371	5744	110,9
3230	Spotřební elektronika	9513	6221	152,9	3407	3263	104,4
32	Elektronické součástky a zařízení	44072	31257	141,0	26587	25311	105,0

Z tabulky je přímo patrný – jen během jednoho roku – velký růst tržeb (141 %) při malém růstu počtu pracovníků (105 %), tj. růst produktivity práce; obdobné trendy jsou patrné i v dalších skupinách elektrotechnického a elektronického průmyslu, tj.

30: Výroba kancelářských strojů a počítačů;

31: Výroba elektrických strojů a zařízení;

33: Výroba přístrojů a automatizační techniky.

Rovněž v dalších národohospodářských ukazatelích: export do vyspělých zemí, nové technologicky náročné výroby, zahraniční investice s vysokým podílem kvalifikované pracovní síly (viz kapitola 19.3) řadí elektronický a elektrotechnický průmysl na jedno z předních míst vedle průmyslu dopravních prostředků.

Poznámka ke kapitole 19:

V celém cyklu: vzdělání až výroba, významným vzdělávacím a průběžně informačním prostředkem, zejména o současném stavu ve světě i doma, jsou odborné časopisy a publikace.

Z odborných časopisů z oblasti elektroniky a elektrotechniky jsou to zejména:

- Sdělovací technika;
- Amatérské rádio s dalšími speciálními variantami: Praktická elektronika, Konstrukční elektronika, Stavebnice a konstrukce;
- Elektro, Elektrotechnický magazín;
- Světlo, Elektrotechnika v praxi;
- Automatizace, Automa;
- Energetika, Energie kolem nás;

- Čs. Časopis pro fyziku;
- Slaboproudý obzor;
- Radioengineering;
- Technický týdeník;
- Technik;
- Plasty a kaučuk.

Odborné publikace vydává např.: BEN–technická literatura, Scientia, Grada, Informatorium, Sdělovací technika, Fortuna (učebnice).

Tab. 19.2 Vysoké školy, jejich fakulty, katedry (ústavy) a studijní obory – výtah

Škola – Fakulta	Katedry – ústavy	Studijní obory, zaměření
České vysoké učení technické v Praze		
Fakulta elektrotechnická [56] Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská [57]	– Mechanika a materiály – Elektrotechnologie – Mikroelektronika – Materiály – Inženýrství pevných látek – Fyzikální elektronika	– Technologické systémy (Ing.) – Optoelektronické systémy (Ing.) – Elektronika (Ing., Ph.D.) – Elektrotechnologie a materiály (Ing., Ph.D.) – Fyzikální inženýrství (Bc., Ing., Ph.D.) zaměření: Inženýrství pevných látek, Stavba a vlastnosti materiálů, Fyzikální elektronika, Laserová technika a optoelektronika)
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze [58]		
Fakulta chemické technologie Fakulta chemicko-inženýrská	– Anorganická chemie – Anorganická technologie – Kovové materiály – Sklo a keramika – Chemie pevných látek – Organická chemie – Organická technologie – Polymery – Inženýrství pevných látek	– Anorganické polymerní materiály (Bc.) – Technologie anorganických látek (Ing.) – Technologie organických látek (Ing.) – Chemie a technologie anorganických materiálů (Ing.) – Chemická technologie kovových a speciálních anorganických materiálů (Ing.) – Technologie výroby a zpracování polymerů (Ing.) – Materiálové inženýrství (Ing.)
Univerzita Karlova v Praze		
Matematicko-fyzikální fakulta [59] Přírodovědecká fakulta [60]	– Elektronika a vakuová fyzika – Fyzika kovů – Fyzika elektronových struktur – Makromolekulární fyzika – Chemická fyzika a optika – Fyzikální ústav – Anorganická chemie – Fyzikální a makromolekulární chemie – Organická chemie	– Obecná fyzika (Bc.) – Optika a optoelektronika (Mgr., Ph.D.) – Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů (Mgr., Ph.D.) – Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí (Mgr., Ph.D.) – Anorganická chemie (Mgr.) – Makromolekulární chemie (Mgr., Ph.D.) – Organická chemie (Mgr.)

Tab. 19.2 Pokračování

Škola – Fakulta	Katedry – ústavy	Studijní obory, zaměření
Vysoké učení technické v Brně		
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií [61]	– Elektrotechnologie – Mikroelektronika	– Elektrotechnická výroba a management (Ing.) – Elektrotechnická a elektronická technologie (Ph.D.)
Západočeská univerzita v Plzni		
Fakulta elektrotechnická [62]	– Technologické, měřicí a průmyslové systémy	– Elektrotechnologie a materiály pro elektrotechniku (Ing.) – Elektronické technologie (Ing.) – Elektronické a mikroelektronické systémy (Ing.)
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
Fakulta technologická	– Chemie a technologie materiálů	– Chemie a technologie materiálů (Bc.) – Polymerní materiály a technologie (Ing.) – Materiálové inženýrství (Ing.) – Technologie makromolekulárních látek (Ph.D.)

Poznámka:

Některé vysoké školy mají ve výuce též speciální problematiku z oblasti technického rozvoje a technické administrativy (viz kap. 17) – např. ČVUT v Praze – Fakulta elektrotechnická:

Management jakosti výroby – Management jakosti v elektronice – Komplexní management jakosti – Spolehlivost a komplexní řešení jakosti – Měření a kontrola v elektrotechnologii – Ekologie technologických procesů – Technická dokumentace.

Tab. 19.3 Výrobci a výzkumné instituce z oblasti materiálů a technologie součástek pro elektroniku a elektrotechniku [61, 62]

Organizace (abecední pořadí)	Pracovní náplň	Velikost
ALPS Electric Czech, s.r.o. Boskovice	plastové díly, potiskování, televizní tunery	c
AVX Czech Republic, s.r.o. Lanškroun, Uherské Hradiště	tantalové kondenzátory, keramické kondenzátory, konektory	d
Celestica Czech Republic, s.r.o. Ráječko, Kladno	plošné spoje (technologie SMT) díly počítačů	d
Elektronické součástky CZ, a.s. Ostrava - Vítkovice	pasivní elektronické součástky: rezistory, kondenzátory	b
EPCOS, s.r.o. Šumperk	pasivní elektronické součástky: rezistory, kondenzátory, ferity	c
FIC (First International Computers) CZ, s.r.o. – Rudná u Prahy	počítače	d
FOXCONN CZ s.r.o. Pardubice	finální montáž PC, základní desky pro PC	x
Kabelovna Děčín – Podmokly/ a.s. Děčín	kabely kovové, optické	c
ON Semiconductor Rožnov p.Radhoštěm	polovodičové materiály, součástky a obvody (vývojové centrum)	d
Panasonic AVC Networks Czech, s.r.o. – Plzeň	mobilní telefony, autorádia	d
Panasonic Mobil a. Automotive Systems Czech, s.r.o. – Pardubice	barevné televizní obrazovky (technologické centrum)	c
LG. Philips Displays Czech Republic, s.r.o. – Hranice na Mor.	barevné televizní obrazovky (technologické centrum)	d
Safina, a.s. Jesenice u Prahy	drahé kovy a pomocné materiály (pájení, chemikálie)	b
Siemens Group in the Czech Republic, s.r.o. – Praha	elektronické součástky, elektronická a elektrotechnická zařízení	e
TCT, a.s. Vidče, okres Vsetín	barevné obrazovky	d
TESLA, a.s. Praha	vysílače	c
TESLA Blatná, a.s. Blatná	elektronické součástky	b

Tab. 19.3 Pokračování

Organizace (abecední pořadí)	Pracovní náplň	Velikost
TESLA Ecimex, a.s. – Group of companies – Praha	barevné obrazovky, elektronické součástky	d
TESLA Jihlava, a.s. Jihlava	konstrukční součástky	d
TESLA Karlín, a.s. Praha	telefonní ústředny, mechanické opracování, pokovování	b
TESLA Pardubice, a.s. Pardubice	radiolokační technika	x
ZPA EKOREG, spol s r.o. Ústí nad Labem	zařízení pro regulaci	b
ZPA CZ, spol. s r.o. Trutnov	zařízení pro automatizaci	b
Elektrotechnický zkušební ústav, s.p. – Praha	notifikovaná a autorizovaná „osoba“ pro prohlášení o shodě	a
Technický a zkušební ústav telekomunikací a pošt - Praha	akreditovaná zkušební laboratoř	b

Velikost – poznámka:

Pro orientační názor o rozsahu činnosti organizací je použito kritérium počtu pracovníků:

a – do 100	d – do 5.000
b – do 500	e – nad 5.000
c – do 1.000	x – nejsou údaje