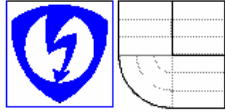


VYSOKÉ  
UCENÍ  
TECHNICKE  
V BRNĚ



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

**Tříletý bakalářský studijní program**

***ELEKTROTECHNIKA, ELEKTRONIKA, KOMUNIKAČNÍ  
A ŘÍDICÍ TECHNIKA***

**Studijní obor**

**MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE**

---

ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY  
ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

# ***VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ***

Vysoké učení technické (VUT) v Brně je nejstarší brněnská vysoká škola. Se svými téměř 15 tisíci studenty je Vysoké učení technické v Brně v současné době druhou největší univerzitou v Brně a třetí největší univerzitou v celé České republice. Člení se na rektorát VUT a 8 samostatných fakult:

- Fakulta architektury
- Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
- Fakulta chemická
- Fakulta informačních technologií
- Fakulta podnikatelská
- Fakulta stavební
- Fakulta strojního inženýrství
- Fakulta výtvarných umění

K VUT v Brně patří:

- Centrum výpočetních a informačních služeb
- Ústřední knihovna VUT v Brně
- Institut celoživotního vzdělávání ICV
- Centrum sportovních aktivit VUT v Brně
- Ústav soudního inženýrství - ÚSI
- Nakladatelství VUTIUM
- Koleje a menzy v Brně

## ***STUDIUM NA FAKULTĚ ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ VUT V BRNĚ***

Studenti, přijatí ke studiu na *Fakultu elektrotechniky a komunikačních technologií* (FEKT), nastupují do bakalářského studijního programu *Elektrotechnika, elektronika, komunikační a řídicí technika* (EEKR) nebo do bakalářského studijního programu *Biomedicínká technika a bioinformatika* (BTBIO). Bakalářský studijní program EEKR je úspěšně akreditován jako:

- tříletý bakalářský studijní program,
- navazující dvouletý magisterský studijní program,
- čtyřletý doktorský studijní program.

Bakalářský studijní program *Elektrotechnika, elektronika, komunikační a řídicí technika* (EEKR) poskytuje vysokoškolské bakalářské vzdělání ve všech oborech slaboproudé i silnoproudé elektrotechniky a elektroniky, komunikačních technologií a řídicí techniky. Bakalářský studijní program je zaměřen na výchovu provozních odborníků - elektrotechniků a elektroniků se znalostmi návrhu, výroby, provozu a aplikačního využití elektrotechnických a elektronických obvodů, zařízení a systémů.

V rámci bakalářského studijního programu je možno studovat obory:

- Automatizační a měřicí technika
- Elektronika a sdělovací technika
- Mikroelektronika a technologie
- Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika
- Teleinformatika.

Studijní plány bakalářského studijního programu na FEKT jsou koncipovány tak, že všichni studenti procházejí společným prvním ročníkem orientovaným na získání přiměřeného teoretického základu nutného ke zvládnutí odborných předmětů jednotlivých oborů bakalářského studijního programu EEKR.

## **CHARAKTERISTIKA OBORU MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE**

Studijní obor **MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE** (MET) tříletého bakalářského studijního programu *Elektrotechnika, elektronika, komunikační a řídicí technika* (EEKR) na Fakultě elektrotechniky a komunikačních technologií (FEKT) VUT v Brně vychovává bakaláře jako vysokoškolsky vzdělaného provozního odborníka se znalostmi návrhu a technologie integrovaných obvodů, elektronických systémů a přístrojů pro využití v nejrůznějších oblastech elektroniky a elektrotechniky. Student oboru získává znalosti z oblastí analogových a digitálních signálů, materiálů a výrobních procesů, a to zejména s orientací na mikroelektroniku a aplikace elektronických obvodů a systémů.

Odbornou výuku v oboru zajišťují především **Ústav mikroelektroniky** (UMEL) a **Ústav elektrotechnologie** (UETE).

Rozsáhlá nabídka oborových volitelných předmětů spolu se samostatným technicky zaměřeným projektem a bakalářskou prací umožňují studentům zaměřit se na

- návrh a počítačovou simulaci integrovaných obvodů,
- návrh a technologii elektronických systémů a aplikací mikroelektronických obvodů pro přístrojovou techniku,
- mikroelektronické senzory, mikro- a nanotechnologie,
- technologii analogových a digitálních integrovaných obvodů,
- návrh a výrobu desek plošných spojů, technologii povrchové montáže,
- testovací a měřicí techniku,
- ekonomiku, organizaci výroby a podnikatelské minimum.

Alternativně se může student orientovat též do oblasti biomedicínských a klinických aplikací (biosenzory, implantáty, bioinformatika). Student získává i poznatky z oblastí informačních a komunikačních technologií. Pro rozšíření spektra svých vědomostí si student oboru může zvolit odborné předměty ze všech ostatních oborů bakalářského studijního programu EEKR na FEKT VUT v Brně a také předměty jazykové, ekonomické, manažersko správní nebo ekologické.

## **PROFIL A UPLATNĚNÍ ABSOLVENTA OBORU MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE**

Absolvent studijního oboru **MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE** má kvalitní znalosti v oblasti návrhu a počítačové simulace integrovaných obvodů, návrhu elektronických systémů a aplikací mikroelektronických obvodů pro přístrojovou techniku, v oblasti technologií integrovaných obvodů, technologií elektronických systémů, v oblasti návrhu a výroby plošných spojů, technologií povrchové montáže, testovací a měřicí techniky, ekonomiky a organizace výroby. Alternativně disponuje i znalostmi z biomedicínských a klinických aplikací a poznatky z oblastí informačních a komunikačních technologií.

Absolventi bakalářského oboru **MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE** naleznou uplatnění jako provozní odborníci zejména v oblastech návrhu, konstrukce a výroby elektronických a elektrotechnických přístrojů a zařízení, integrovaných obvodů a polovodičových součástek, systémů na deskách s plošnými spoji a povrchovou montáží. Uplatní se rovněž při návrhu a vývoji elektronických systémů a zakázkových integrovaných

obvodů, v obchodní a servisní činnosti, příp. v nižších řídicích a manažerských funkcích v elektronických firmách a společnostech. Výrazně prakticky zaměřené vysokoškolské vzdělání umožňuje přímé nasazení absolventů do výrobní, provozní či servisní technické praxe a poskytuje dobrý základ pro doplnění a rozšíření teoretických i praktických znalostí v navazujícím magisterském studijním programu.

## **ZÁKLADNÍ ZÁSADY A PRAVIDLA STUDIA**

Studijní předměty jsou v bakalářském studijním programu hodnoceny tzv. **kredity**. Kredit vyjadřuje přibližnou týdenní hodinovou zátěž studenta při studiu daného předmětu. Kredity za daný předmět student získá až po jeho předepsaném zakončení, tj. po udělení zápočtu, klasifikovaného zápočtu, případně vykonáním zkoušky za podmínek daných **Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně**, příslušnými **Směrnicemi děkana FEKT VUT**, skladbou a obsahem podmínek individuálně stanovených v každém předmětu. Ve tříletém bakalářském studijním programu musí student získat **minimálně 180 kreditů**. V jednotlivých skupinách studijních předmětů musí student na oboru MET získat:

– v povinných předmětech (včetně semestrálního projektu)	<b>119</b>	kreditů
– za vypracování, odevzdání a přijetí bakalářské práce	<b>5</b>	kreditů
– ve volitelných oborových předmětech	<b>minimálně 30</b>	kreditů
– ve volitelných mimooborových předmětech	<b>minimálně 10</b>	kreditů
– ve všeobecně vzdělávacích předmětech	<b>minimálně 10</b>	kreditů

při celkovém počtu **minimálně 180 kreditů**. **Nezískání minimálních počtů v jedné skupině předmětů nelze kompenzovat překročením počtu kreditů získaných v jiné skupině předmětů.**

**Povinné předměty** (včetně semestrálního projektu) oboru MET absolvuje student v semestrech a ročnících tak, jak jsou uvedeny ve studijních plánech. Nezakončí-li student úspěšně povinný předmět předepsaným způsobem, **musí si jej zapsat znovu hned v následujícím akademickém roce svého studia.**

**Volitelné oborové předměty** jsou oborově zaměřené odborné předměty, které profilují studenta do užších oblastí jeho zájmů. Tyto předměty si pro daný akademický rok **volí student sám** z aktuální nabídky oboru MET při respektování pravidel pro jejich výběr uvedených ve studijních plánech (zejména povinný zápis alespoň minimálního požadovaného počtu těchto předmětů z každé vymezené nabídkové skupiny).

Při výběru volitelných oborových předmětů se student řídí svými odbornými zájmy s ohledem na odbornou oblast oboru, na kterou se chce blíže zaměřit. Přitom může vycházet z obsahových charakteristik volitelných předmětů, případně může využít služeb studijních poradců na oborových ústavech oboru MET, kteří mu poradí při sestavování jeho konkrétních studijních plánů.

Výběr volitelných oborových předmětů v jednotlivých semestrech si student musí volit tak, aby na konci svého bakalářského studia dosáhl předepsaný (nebo vyšší) počet kreditů v předepsané skladbě. **Při výběru musí tedy student uvážit nejen nejbližší, ale rovněž (aspoň v základních rysech) další semestry a roky svého bakalářského studia.**

**Volitelné mimooborové předměty** jsou odborné předměty vybrané z nabídky jiných oborů bakalářského studijního programu EEKR na FEKT VUT v Brně. Jejich úkolem je rozšířit znalosti studenta i do jiných odborných oblastí než těch, které tvoří náplň jím studovaného oboru. Tyto předměty si student volí sám tak, aby do konce studia z nich získal alespoň minimální požadovaný počet kreditů, a to opět z jejich vymezené nabídky ve studijních plánech a při respektování uvedených pravidel. Pro zápis volitelných mimooborových předmětů platí stejné zásady jako u volitelných oborových předmětů.

**Volitelné mimooborové předměty** zajišťují vybrané ústavy z ostatních oborů bakalářského studijního programu EEKR na FEKT VUT v Brně. Jejich výuka se uskutečňuje společně se studenty těchto oborů.

**Všeobecně vzdělávací předměty** rozšiřují všeobecné znalosti studentů a jsou rozděleny do tématických skupin. Z každé skupiny si student musí zapsat předepsaný počet předmětů, a to tak, aby z nich dohromady získal minimálně předepsaný počet kreditů. Předměty si volí student sám z celofakultní nabídky a může je absolvovat v libovolném ročníku nebo semestru. V rámci této kategorie předmětů musí také každý student do konce studia složit zkoušku z anglického jazyka předepsané úrovně. Patří sem také předmět Tělesná výchova s kreditovou hodnotou nula, který student může, ale nemusí absolvovat.

Neuzavře-li úspěšně student zapsaný volitelný oborový, mimooborový či všeobecně vzdělávací předmět, může, ale nemusí si jej v dalším akademickém roce zapsat znovu. Místo něj může zvolit jiný volitelný či všeobecně vzdělávací předmět z odpovídající skupiny předmětů.

Vhodným výběrem volitelných předmětů na oboru MET se může student bakalářského studia orientovat na téměř libovolnou odbornou oblast svého zájmu či své budoucí profese a zvolit si např. následující odborná zaměření nebo jejich libovolné kombinace:

**NÁVRH MIKROELEKTRONICKÝCH SYSTÉMŮ** se zabývá návrhem, modelováním a testováním analogových, digitálních a smíšených integrovaných obvodů a systémů, standardních i zakázkových, realizovaných v nejnovějších submikronových technologiích. Zvláštní pozornost je věnována nejnovějším metodám návrhu pomocí HDL a souběžného návrhu hardware a software. Studium zahrnuje také návrh hybridních integrovaných obvodů, optoelektronických systémů a mikrovláknových integrovaných obvodů.

**APLIKACE MIKROELEKTRONICKÝCH SYSTÉMŮ** se zabývá použitím nejnovějších typů integrovaných obvodů při návrhu systémů pro elektronické přístroje a složité elektronické soustavy. Důkladná znalost vnitřní struktury integrovaných obvodů je zde využita pro optimalizaci návrhu a konstrukce finálních přístrojů a systémů. Součástí studia je také návrh a konstrukce inteligentních přístrojů s možností bezdrátové nebo internetové komunikace, včetně vývoje jejich programového vybavení.

**TECHNOLOGIE MIKROELEKTRONICKÝCH SYSTÉMŮ** se orientuje na technologii diskrétních součástek, pasivních i aktivních, technologii všech typů monolitických, hybridních a optoelektronických integrovaných obvodů, včetně nejnovějších submikronových systémů. Probírá současné i perspektivní technologické procesy submikronových integrovaných obvodů včetně pouzdření. V aplikační oblasti se zabývá montážními technologiemi pro pájivou povrchovou montáž a hybridní integrované obvody.

**ELEKTROTECHNICKÉ MATERIÁLY A VÝROBNÍ PROCESY** se zaměřují na složení, strukturu, přípravu a použití všech druhů běžných i speciálních materiálů aplikovaných v elektronice a elektrotechnice. Studenti se seznámí s výrobními technologiemi zahrnujícími přípravu křemíkových a dalších polovodičových materiálů a vytváření

mikronových a submikronových struktur pro výrobu polovodičových součástek a integrovaných obvodů. Pozornost je věnována metodám povrchové úpravy, spojování materiálů, radiačním, elektroerozivním, elektroakustickým a dalším významným nekonvenčním technologiím včetně počítačové podpory výrobních procesů.



### ***DIAGNOSTIKA, SPOLEHLIVOST A JAKOST***

je oblast pojednávající o elektrických, mechanických a klimatických zkouškách materiálů, prvků, součástek, modulů a zařízení používaných v elektronice a elektrotechnice. Studenti se seznámí se základy spolehlivosti elektrotechnických výrob, využitím statistických metod ve spolehlivosti, se současnými přístupy k zabezpečování systémů jakosti výrobků a služeb, s problematikou normalizace, metrologie a státního zkušebnictví v ČR i EU.

Bližší informace o oboru **Mikroelektronika a technologie** lze získat na garantujících ústavech:

**Ústav mikroelektroniky**, Brno, Údolní 53, 1. poschodí, telefon 541146103, 541146159

prof. Ing. Radimír Vrba, CSc., předseda oborové rady, [vrbar@feec.vutbr.cz](mailto:vrbar@feec.vutbr.cz)

prof. Ing. Vladislav Musil, CSc., vedoucí ústavu, [musil@feec.vutbr.cz](mailto:musil@feec.vutbr.cz)

Ing. Edita Hejátková, studijní poradce, [hejatka@feec.vutbr.cz](mailto:hejatka@feec.vutbr.cz)

**Ústav elektrotechnologie**, Brno, údolní 53, 3. poschodí, telefon 541146191, 541146148

prof. Ing. Jiří Kazelle, CSc., vedoucí ústavu, [kazelle@feec.vutbr.cz](mailto:kazelle@feec.vutbr.cz)

Ing. Zdenka Rozsivalová, studijní poradce, [rozsiva@feec.vutbr.cz](mailto:rozsiva@feec.vutbr.cz)

# STUDIJNÍ PLÁNY STUDIJNÍHO OBORU „MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE“

## 1. ročník (společný pro všechny obory)

### Zimní semestr

Povinné předměty	Kredity	Hodiny za semestr (přednášky - cvičení)	Ukončení	Ústav
BMA1 Matematika 1	7	39 - 39	z, zk	UMAT
BFY1 Fyzika 1	6	26 - 39	z, zk	UFYZ
BPC1 Počítače a programování 1	5	26 - 26	klz	UBMI
BMTD Materiály a technická dokumentace	6	26 - 39	z, zk	UETE
BELI Elektrotechnika 1	5	26 - 26	z, zk	UTEE

**Povinný předmět** (musí být zapsán minimálně jeden; při zapsání více předmětů zůstává celkový počet získaných kreditů 2)

BMAS Matematický seminář	2	0 - 26	z	UMAT
BFYS Fyzikální seminář	2	0 - 26	z	UFYZ
BELS Elektrotechnický seminář	2	0 - 26	z	UTEE

### Letní semestr

Povinné předměty	Kredity	Hodiny za semestr (přednášky - cvičení)	Ukončení	Ústav
BMA2 Matematika 2	6	39 - 26	z, zk	UMAT
BFY2 Fyzika 2	6	39 - 26	z, zk	UFYZ
BPC2 Počítače a programování 2	5	26 - 26	klz	UREL
BEL2 Elektrotechnika 2	6	26 - 39	z, zk	UTEE
BESO Elektronické součástky	6	26 - 39	z, zk	UMEL

#### **Volitelné oborové předměty**

BMEP Mikroelektronické praktikum	2	0 - 26	z	UMEL
----------------------------------	---	--------	---	------



## 2. ročník

### Zimní semestr

<b>Povinné předměty</b>	Kredity	Hodiny za semestr (přednášky - cvičení)	Ukončení	Ústav
BMA3 Matematika 3	5	26 - 26	z, zk	UMAT
BMVE Měření v elektrotechnice	6	26 - 39	z, zk	UAMT
BASS Analýza signálů a soustav	6	39 - 26	z, zk	UAMT
BAEY Analogové elektronické obvody	7	39 - 39	z, zk	UMEL
BEMV Elektrotechnické materiály a výrobní procesy	8	52 - 39	z, zk	UETE

### Letní semestr

<b>Povinné předměty</b>	Kredity	Hodiny za semestr (přednášky - cvičení)	Ukončení	Ústav
BDOM Digitální obvody a mikroprocesory	7	39 - 39	z, zk	UMEL
BMPS Modelování a počítačová simulace	7	26 - 52	z, zk	UMEL

#### **Volitelné oborové předměty** (musí být zapsán minimálně jeden z každé skupiny)

##### **1. skupina**

BDIZ Diagnostika a zkušebnictví	5	26 - 26	z, zk	UETE
BDTS Diagnostika a testování elektronických systémů	5	26 - 26	z, zk	UMEL

##### **2. skupina**

BCZS Číslicové zpracování signálů	5	26 - 26	z, zk	UTKO
BSPE Spolehlivost v elektrotechnice	5	26 - 26	z, zk	UETE

#### **Volitelné mimooborové předměty** (musí být zapsán minimálně jeden)

BRR1 Řízení a regulace 1	6	39 - 26	z, zk	UAMT
BMFV Měření fyzikálních veličin	6	26 - 39	z, zk	UAMT
BELF Elektrické filtry	6	26 - 39	z, zk	UREL
BEMC Elektromagnetická kompatibilita	5	33 - 19	z, zk	UREL
BVNP Vysoké napětí a elektrické přístroje	5	26 - 26	z, zk	UEEN
BIPD Inženýrská pedagogika a didaktická technika	0	52 - 0	zk	UJAZ
BPSO Pedagogická psychologie a sociologie	0	52 - 0	zk	UJAZ
BVPA Vybrané partie z matematiky	5	52 - 0	zk	UMAT

### 3. ročník

<b>Zimní semestr</b>					
<b>Povinné předměty</b>		Kredity	Hodiny za semestr (přednášky - cvičení)	Ukončení	Ústav
BPSM	Plošné spoje a povrchová montáž	5	26 - 26	z, zk	UETE
BMTS	Mikroelektronika a technologie součástek	6	39 - 26	z, zk	UMEL
BB2M	Semestrální projekt 2	2	0 - 26	klz	UMEL,UETE
<b>Volitelné oborové předměty (musí být zapsán minimálně jeden z každé skupiny)</b>					
<b>1. skupina</b>					
BNKP	Návrh a konstrukce elektronických přístrojů	5	26 - 26	z, zk	UMEL
BNKZ	Návrh a konstrukce elektrotechnických zařízení	4	26 - 13	z, zk	UETE
BLDT	Lékařská diagnostická technika	5	26 - 26	z, zk	UBMI
<b>2. skupina</b>					
BNDI	Návrh digitálních integrovaných obvodů VLSI a jazyk VHDL	6	26 - 39	z, zk	UMEL
BNPS	Návrhové systémy plošných spojů	6	26 - 39	z, zk	UETE
<b>Volitelné mimooborové předměty (musí být zapsán minimálně jeden z každé skupiny)</b>					
BMSD	Multimediální signály a data	5	26 - 26	z, zk	UBMI
BUMI	Úvod do medicínské informatiky	5	26 - 26	z, zk	UBMI
BVMT	Vysokofrekvenční a mikrovlnná technika	6	39 - 26	z, zk	UREL
BKOM	Komunikační technologie	6	26 - 39	z, zk	UTKO
BVEL	Výkonová elektronika	6	39 - 26	z, zk	UVEE
BIPD	Inženýrská pedagogika a didaktická technika	0	52 - 0	zk	UJAZ
BPSO	Pedagogická psychologie a sociologie	0	52 - 0	zk	UJAZ
BVPA	Vybrané partie z matematiky	5	52 - 0	zk	UMAT
<b>Letní semestr</b>					
<b>Povinné předměty</b>		Kredity	Hodiny za semestr (přednášky - cvičení)	Ukončení	Ústav
BXBM	Odborná praxe	0	4 týdny	z	UMEL,UETE
BBCM	Bakalářská práce	5	0 - 52	z	UMEL,UETE
<b>Volitelné oborové předměty (musí být zapsán minimálně jeden z každé skupiny)</b>					
<b>1. skupina</b>					
BNAO	Návrh analogových integrovaných obvodů	6	26 - 39	z, zk	UMEL
BRJM	Řízení jakosti a metrologie	6	39 - 26	z, zk	UETE
<b>2. skupina</b>					
BOOK	Optoelektronika a optické komunikace	6	39 - 26	z, zk	UMEL
BPPV	Počítačové projektování výrob, logistika a ekologie výroby	6	26 - 39	z, zk	UETE
BTPT	Terapeutická a protetická technika	5	26 - 26	z, zk	UBMI
<b>3. skupina</b>					
BEPT	Elektrovakuové přístroje a technika nízkých teplot	5	26 - 26	z, zk	UMEL
BSDG	Speciální diagnostika	5	26 - 26	z, zk	UETE
BMMS	Mikrosenzory a mikromechanické systémy	5	26 - 26	z, zk	UMEL

***Použité symboly a zkratky:***

Čísla udávají počet výukových hodin přednášek a cvičení (seminářů) ve 13-ti týdenním semestru ; **z** = zápočet, **klz** = klasifikovaný zápočet, **zk** = zkouška.

UMAT	Ústav matematiky
UFYZ	Ústav fyziky
UTEE	Ústav teoretické a experimentální elektrotechniky
UETE	Ústav elektrotechnologie
UEEN	Ústav elektroenergetiky
UVEE	Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky
UREL	Ústav radioelektroniky
UTKO	Ústav telekomunikací
UBMI	Ústav biomedicínského inženýrství
UAMT	Ústav automatizace a měřicí techniky
UMEL	Ústav mikroelektroniky
UJAZ	Ústav jazyků
ICV	Institut celoživotního vzdělávání
CESA	Centrum sportovních aktivit VUT
USI	Ústav soudního inženýrství VUT

## **OBSAH A PRŮBĚH STÁTNÍCH ZÁVĚREČNÝCH ZKOUŠEK BAKALÁŘSKÉHO STUDIA**

Státní závěrečná zkouška v bakalářském studijním programu se skládá ze dvou částí - písemné a ústní.

Písemnou část představuje zpracování a odevzdání bakalářské práce, její prezentace a obhajoba před komisí pro státní závěrečné zkoušky. K obhajobě bakalářské práce je přijat student, který převzal zadání této práce a odevzdal ji v řádném termínu uvedeném v časovém plánu akademického roku. Termíny a způsob zveřejnění témat bakalářských prací stanoví oborová rada studijního oboru MET. Písemné zadání bakalářské práce je studentu, který hodlá řádně ukončit studium v daném akademickém roce, předáno začátkem letního semestru tohoto akademického roku.

K ústní části státní závěrečné zkoušky je student přijat, získá-li potřebný počet kreditů v předepsané skladbě nutný pro uzavření bakalářského studia. Ústní část je tvořena zkouškou ze dvou předmětů státní závěrečné zkoušky. První, povinný předmět se nazývá „**Základy mikroelektroniky a technologie**“ a sdružuje vybraná témata povinných odborných předmětů bakalářského studia oboru MET. Druhý, povinně volitelný předmět se nazývá „**Aplikovaná mikroelektronika a technologie**“ a je tvořen vybranými oblastmi z volitelných předmětů oboru. Tento předmět státní závěrečné zkoušky si sestavuje student sám, především z volitelných předmětů, které během studia absolvoval.



Pokud se obě části nekonají ve stejném termínu, musí předcházet obhajoba bakalářské práce.

Organizace a průběh státní závěrečné zkoušky jsou dány doplňující směrnici děkana ke státním závěrečným zkouškám a příslušnými pokyny oborové rady MET.

## **NÁVAZNOST BAKALÁŘSKÉHO STUDIA NA DALŠÍ TYPY STUDIJNÍCH PROGRAMŮ**

Absolvent bakalářského studijního programu na FEKT VUT v Brně může (po splnění podmínek přijetí) pokračovat v navazujícím magisterském studiu na libovolné vysoké škole v České republice. Na FEKT VUT v Brně lze pokračovat ve studiu v následujících oborech dvouletého navazujícího magisterského studijního programu EEKR:

- Biomedicínské a ekologické inženýrství
- Elektroenergetika
- Elektronika a rádiová komunikace
- Elektrotechnická výroba a management
- Kybernetika, automatizace a měření
- Mikroelektronika
- Silnoproudá elektrotechnika a výkonová elektronika
- Telekomunikační a informační technika

Na bakalářský studijní obor MET obsahově navazují magisterské obory *Mikroelektronika* a *Elektrotechnická výroba a management*.

Studijní obor

### **MIKROELEKTRONIKA**

Magisterský studijní obor *MIKROELEKTRONIKA* (MEL) na Fakultě elektrotechniky a komunikačních technologií (FEKT) VUT v Brně je zaměřen na výchovu inženýra - mikroelektronika se širokým základem v oblasti teorie, návrhu a technologie integrovaných obvodů, elektronických systémů a přístrojů pro využití v nejrůznějších oblastech elektroniky a elektrotechniky.

Magisterský obor MEL lze začít studovat až po absolvování bakalářského studia s úspěšně vykonanou státní závěrečnou bakalářskou zkouškou, a to nejlépe v některém elektrotechnickém či inženýrském studijním programu.

Odbornou výuku v oboru MEL zajišťuje především **Ústav mikroelektroniky** (UMEL). Nabídka oborových volitelných předmětů spolu se samostatnými technickými projekty a diplomovou prací umožňuje studentům úžeji se zaměřovat na

- návrh a počítačovou simulaci integrovaných obvodů,
- návrh elektronických systémů a aplikací mikroelektronických obvodů pro přístrojovou techniku,
- na technologii integrovaných obvodů,
- technologii elektronických systémů,
- návrh a výrobu desek plošných spojů, technologii povrchové montáže,
- případně testovací a měřicí techniku.

Volitelně student získává i související poznatky z oblastí informačních a komunikačních technologií. Své teoretické znalosti si student prohlubuje studiem dalších předmětů teoretické nadstavby z oblasti vyšší matematiky a fyziky. Pro rozšíření spektra svých vědomostí si student

volí i odborné předměty z ostatních oborů magisterského studia na FEKT VUT v Brně, dále předměty jazykové a všeobecně vzdělávací.

Absolvent magisterského oboru **MIKROELEKTRONIKA** má detailní znalosti v oblasti návrhu a technologie integrovaných obvodů, elektronických systémů a přístrojů pro využití v nejrůznějších oblastech elektroniky a elektrotechniky, znalosti z analogových a digitálních signálů, materiálů a výrobních procesů, a to zejména s orientací na mikroelektroniku a aplikace elektronických obvodů a systémů.

Absolvent je kvalifikován v problematice návrhu, simulace, technologie, výroby a aplikací integrovaných obvodů, v problematice návrhu, technologie a aplikací elektrických zařízení, přístrojové, testovací a měřicí techniky, analogového a digitálního zpracování signálu. Díky kvalitnímu teoretickému vzdělání a širokému univerzálnímu základu aplikačně zaměřeného oborového studia je přitom zajištěna vysoká adaptabilita absolventa na všechny konkrétní požadavky jeho budoucí profesionální praxe, a to i v jiných oblastech elektroniky a elektrotechniky.

Absolventi magisterského oboru **MIKROELEKTRONIKA** se uplatní při výzkumu, vývoji, konstrukci a provozu mikroelektronických zařízení jako specialisté - mikroelektronici a technologové v nejrůznějších oblastech návrhu a výroby integrovaných obvodů a elektrických zařízení, v oblasti konstrukce, provozu, servisu a údržby náročných elektronických a elektrických zařízení, přístrojů a systémů, příp. v dalších oblastech. Ve všech těchto oblastech jsou rovněž schopni vykonávat vyšší technicko - řídicí a manažerské funkce. Mohou se uplatnit rovněž v obchodní a servisní činnosti a u uživatelů nejrůznějších elektronických zařízení.

Studijní obor

## ***ELEKTROTECHNICKÁ VÝROBA A MANAGEMENT***

Magisterský studijní obor **ELEKTROTECHNICKÁ VÝROBA A MANAGEMENT** (EVM) na Fakultě elektrotechniky a komunikačních technologií (FEKT) VUT v Brně je zaměřen na výchovu inženýra pro elektrotechnickou praxi, k činnostem v řídicích a manažerských funkcích i k tvůrčí práci ve výzkumu a vývoji. Elektrotechnický průmysl využívá mnoho různých výrobních technologií od postupů u objemově rozměrných předmětů přes specializované postupy u miniaturizovaných objektů až po zcela unikátní technologie pohybující se na hranicích fyzikálních omezení. Toto široké spektrum postupů dává i široké možnosti volby jejich technického použití a ekonomického zhodnocení. Cílem oboru je příprava absolventů schopných samostatně řešit náročné technické problémy v elektrotechnické výrobě, mj. i v ekonomických souvislostech a s ohledem na kvalitu a ekologii výroby.

Magisterský obor EVM lze začít studovat až po absolvování bakalářského studia s úspěšně vykonanou státní závěrečnou bakalářskou zkouškou, a to nejlépe v některém elektrotechnickém, inženýrském či ekonomickém studijním programu.

Odbornou výuku v oboru EVM zajišťuje především **Ústav elektrotechnologie** (UETE).

Znalosti studentů jsou rozvíjeny v odborných předmětech se zaměřením na oblasti

- elektroniky a elektrotechniky,
- elektronických a elektrotechnických přístrojů a zařízení,

- projektování v systémech CAD,
- materiálů pro elektroniku a elektrotechniku,
- výrobních procesů a jejich řízení,
- diagnostiku, zkušebnictví, spolehlivost a řízení jakosti,
- projektování výroby,
- logistiku a ekologii,

s výrazným podílem znalostí z ekonomie, managementu a marketingu. Skladba studijních předmětů umožňuje studentům orientovat se na oblast elektronických nebo elektrotechnických výrob. Svě teoretické znalosti si student prohlubuje studiem dalších předmětů teoretické nadstavby z oblasti vyšší matematiky a fyziky. Pro rozšíření spektra svých vědomostí volí student i odborné předměty z ostatních oborů magisterského studijního programu EEKR na FEKT VUT v Brně, dále předměty jazykové a všeobecně vzdělávací. Vybrané předměty z oblasti ekonomiky, managementu a marketingu jsou zajišťovány pedagogy z Fakulty podnikatelské (FP) VUT v Brně.

Absolvent oboru ***ELEKTROTECHNICKÁ VÝROBA A MANAGEMENT*** má rozsáhlé znalosti a dovednosti z oblasti návrhových systémů s podporou počítačů, návrhu elektronických prvků a jejich aplikací, návrhu a výroby desek plošných spojů, povrchové montáže, z oblasti vývoje a konstrukce elektrotechnických výrobků, výrobních procesů, technologií a materiálů pro elektrotechniku, z oblasti diagnostiky, spolehlivosti, zkušebnictví, řízení jakosti a ekologických souvislostí. Získává základní znalosti z oblasti ekonomiky, managementu a marketingu. Disponuje rovněž základními inženýrskými znalostmi a schopnostmi z dalších oborů elektrotechniky, jako jsou výpočetní technika, informační a řídicí systémy, automatizační a měřicí technika.

Absolvent je podle užší profilace v odborných předmětech schopen samostatně řešit náročné úkoly zaměřené nejen na vývoj, návrhy a realizaci elektronických a elektrotechnických výrob, ale i na úkoly spojené s projektováním a logistickým zabezpečením výroby, diagnostikou a zkušebnictvím, řízením jakosti a spolehlivostí výrobků a s ekologií výrobního procesu. Znalosti z oblasti ekonomie, managementu a marketingu mu umožní orientovat se i v problematice řízení výroby a jejího ekonomického vyhodnocení.

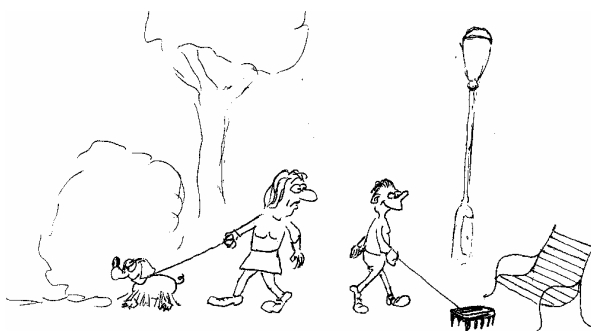
Absolventi magisterského oboru ***ELEKTROTECHNICKÁ VÝROBA A MANAGEMENT*** se uplatní v elektrotechnické praxi, v tvůrčí práci, výzkumu a vývoji, ve výrobě, v řídicích a manažerských funkcích v elektrotechnických firmách a společnostech. V oblasti elektrotechnické výroby naleznou uplatnění všude tam, kde jsou vyžadovány obecné znalosti z různých oborů elektrotechniky, výpočetní techniky, informačních a řídicích systémů, mikroelektroniky, automatizační a měřicí techniky a dále specializované znalosti z oblastí jako jsou moderní návrhové systémy s podporou počítačů, součástky a prvky, výrobní procesy a technologie, materiály pro elektrotechnický průmysl, řízení jakosti, projektování výroby, ekologie výrobních procesů a základy technické a ekonomické přípravy a řízení výroby.

## ***NÁVAZNOST MAGISTERSKÉHO STUDIA NA DALŠÍ TYPY STUDIJNÍCH PROGRAMŮ***

Nejlepší absolventi magisterského studijního programu mohou (po splnění podmínek přijetí) pokračovat v navazujícím doktorském studiu na libovolné vysoké škole v České republice. Na FEKT VUT v Brně lze pokračovat ve studiu v následujících oborech doktorského studijního programu EEKR:

- Biomedicínská elektronika a biokybernetika
- Elektronika a sdělovací technika
- Kybernetika, automatizační a měřicí technika
- Mikroelektronika a technologie
- Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika
- Teleinformatika
- Teoretická elektrotechnika

Na magisterské studijní obory MEL a EVM obsahově navazuje doktorský obor **Mikroelektronika a technologie**. Bližší informace o všech oborech doktorského studia lze získat na vědeckém oddělení děkanátu FEKT VUT v Brně.





## ÚSTAVY GARANTUJÍCÍ OBOR MIKROELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE

Ústav mikroelektroniky FEKT VUT v Brně se zabývá výukou, výzkumem a aplikacemi elektroniky v oblastech: polovodičové součástky, návrh a konstrukce integrovaných obvodů, elektronických přístrojů a systémů, mikroelektronické senzory, optoelektronika, počítačové modelování a simulace obvodů, diagnostika a spolehlivost. Pro uvedené oblasti jsou na ústavu vybudovány přístrojově a počítačově dobře vybavené laboratoře, které se využívají ve výuce, ve výzkumu a při řešení bakalářských a diplomových projektů. Pro návrh integrovaných obvodů je k dispozici návrhové pracoviště s pracovními stanicemi Hewlett-Packard. Část pracovníků ústavu je orientována na výuku managementu a zabezpečení jakosti v elektrotechnické výrobě.

Vědeckovýzkumná činnost ústavu mikroelektroniky je orientována na návrh analogových a digitálních integrovaných obvodů a elektronických systémů, na testování analogových a digitálních integrovaných obvodů, na technologii mikrostruktur s využitím elektronové litografie, na návrh unikátních elektronických přístrojů, na vývoj inteligentních senzorů, měřicích a řídicích systémů.



Ústav elektrotechnologie FEKT VUT v Brně je odborně zaměřen na elektrotechnické, elektronické a optoelektronické materiály a komponenty, jejich technologii, diagnostiku a prognostiku, elektronovou mikroskopii, elektrochemické zdroje proudu, ekologické inženýrství a počítačové podpory výroby s aplikacemi CAD/CAM systémů.

Na ústavu elektrotechnologie jsou vedle výukových laboratoří k dispozici pracoviště pro návrh, výrobu a osazování desek plošných spojů technologií povrchové montáže, laboratoř elektroizolační techniky s pulsním generátorem 200 kV, laboratoř pro měření proudů až 1 fA, laboratoř životnostních zkoušek, laboratoř rastrovací elektronové mikroskopie a laboratoře pro výuku středních i velkých softwarových produktů CAE. Komplex laboratoří doplňují specializovaná pracoviště elektrochemických zdrojů elektrické energie a strojní dílna.



Pracovníci ústavu se podílejí na řešení výzkumných grantových úkolů v oblastech degradace a diagnostiky dielektrických systémů, rastrovací elektronové mikroskopie, scintilačních detektorů pro rastrovací elektronovou mikroskopii, využití elektronových svazků v technologii a diagnostice materiálů, využitelnosti a spolehlivosti alkalických a olověných akumulátorů ve spojení s obnovitelnými zdroji elektrické energie a ekologického inženýrství.

## **CO JE TO VLASTNĚ MIKROELEKTRONIKA?**

Mikroelektronika je jedním z nejperspektivnějších technických oborů. Bez ní by nebylo dnešních počítačů, televizorů, mobilních telefonů, prostě žádné moderní elektronické zařízení. V každém dnešním elektronickém výrobku naleznete integrované obvody (IO). A přesně tyto obvody nás zajímají. Tedy jak je optimálně navrhnout dle požadavků zákazníka, jak je vyrobit, a také jak je použít. Je to v podstatě velmi široký obor, ve kterém se uplatní obvodáři, technologové, fyzici a chemikové. Samozřejmě, že jeden člověk nemůže obsáhnout všechny tyto profese, proto se každý specializuje podle vlastních zájmů, schopností a uvážení.

### **A co z toho se můžete naučit u nás?**

Především návrh obvodů, seznámení se s technologií, pochopení fyziky polovodičů a dalších používaných materiálů a samozřejmě i jejich aplikování v různých systémech. **Každý student** se během studia profiluje podle svých představ vhodnou **volbou předmětů**. Tímto se lze specializovat jen na návrh integrovaných obvodů, nebo jen na mikroelektronické technologie jako jsou tenké nebo tlusté vrstvy, nebo na elektrotechnické technologie v celé jejich šíři (např. izolanty, elektrochemické zdroje proudu nebo elektronovou mikroskopii) nebo na optoelektroniku využívající laserů, optických vláken a difrakčních mřížek, nebo na návrh elektronických systémů, tj. od jednoduchých elektronických systémů přes karty do počítačů až po složité elektronické přístroje. Na své si přijdou i studenti, kteří rádi programují mikrokontroléry i počítačové aplikace.

Mikroelektronické technologie se užívají při výrobě celé řady součástek. Předně jsou to polovodičové součástky jako tranzistory, tyristory atd., monolitické integrované obvody, dále hybridní integrované obvody, které umožňují použít více různých technologických postupů na jeden substrát (základní desku), také optoelektronické součástky. Používají se též při výrobě CD disků, hologramů, při nanášení speciálních povrchů na určité materiály atd.

**A jaká je perspektiva mikroelektroniky v České republice?** Málokdo ví, že v České republice je řada firem, např.

Celestica      AVX Lanškroun      TYCO  
ON Semiconductor      ASICentrum  
Cedo      ST Microelectronics  
Motorola      Philips  
National Semiconductor      Honeywell

které využívají mikroelektronické technologie, a kteří hledají odborníky v tomto oboru. Jsou to vysoce ceněné profese, ale specialistů je velmi málo, díky malému zájmu lidí o technologické obory. Důvodem je hlavně nedostatek informací o možnostech uplatnění a také nepochopení, co je to mikroelektronika. Teď už však víte, že se zdaleka nejedná jenom o technologii.

**Pokud si myslíte, že mikroelektronika je to pravé, co hledáte, pak jste na správné adrese, čtěte webové stránky**

**<http://www.feec.vutbr.cz/UMEL>**

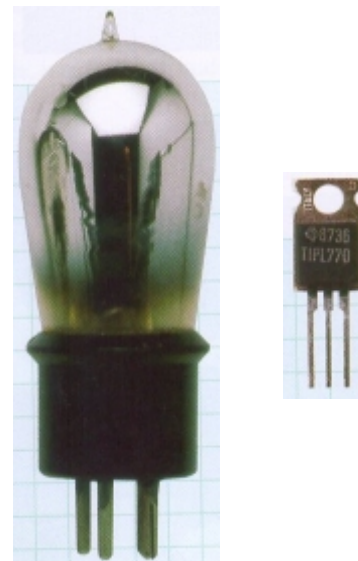
**<http://www.feec.vutbr.cz/UETE>**

## ***Historie a současnost***

Mikroelektronika se zabývá výrobou polovodičových součástek na bázi mikronových a submikronových technologií od nejjednodušších diod, přes tranzistor až po integrované obvody s velmi vysokou hustotou integrace reprezentované pamětmi DRAM nebo mikroprocesory.

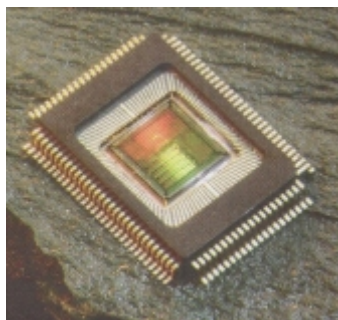
### **O historii**

Éra aktivních elektronických součástek začala vynálezem elektronové lampy, kterou zkonstruoval profesor londýnské univerzity John Ambrose Fleming v roce 1904. Skutečný rozvoj mikroelektroniky nastal ovšem až objevem hrotové diody z velmi čistého monokrystalu germania v roce 1944. Další zkoumání povrchových vlastností germania vedlo k objevu prvního tranzistoru v roce 1948, který mají na svědomí pánové John Bardeen a Walder Hauser Brattain pod vedením Williama Bradforda Shockleyho. Tím nastal bouřlivý rozvoj mikroelektroniky směřující ke stále lepším parametrům a menším rozměrům. Počátky integrovaných obvodů spadají do období let 1959 až 1960, kdy byl zahájen u firmy Texas Instruments na zakázku amerického vojenského letectva vývoj digitálních monolitických obvodů z křemíku technologií mesa.



### **A současnost?**

Současná technologie umí vytvořit struktury s 0,18 nebo 0,13 mikrometrů silnou čarou. Využívá se u posledních typů mikroprocesorů a pamětí DRAM. Na jednom čipu může být až 100 milionů tranzistorů. Vypadá to, že mikroelektronika od křemíku hned tak neodejde, ale už dnes vědci intenzivně pracují na molekulárních polovodičích, především tzv. uhlíkových nanotrubicích, kde byla objevena možnost přeskokování elektronů mezi polymerními řetězci zvaná "hopping". Tato technologie skýtá mnohem více možností než současné polovodiče. Výrobní technologie je reálná a umožňuje jít s tloušťkou čáry až na velikost jedné molekuly, tj. řádově nanometry. Pokud se podaří tuto technologii dotáhnout do stejné úrovně jako křemíkovou, bude to znamenat zásadní obrat v mikroelektronice.



## **Mikroelektronika v šesti krocích**

### **KROK PRVNÍ**

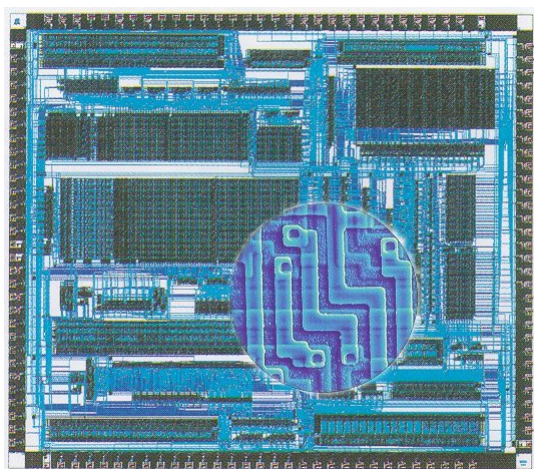
Proces začíná tunami písku vytěženého z křemenných skal. Ten se používá k výrobě křemíkového krystalu (přesněji monokrystalu Si) - zhruba metrové válcové tyče.

### **KROK DRUHÝ**

Křemíková tyč je rozřezána diamantovou pilou na tenké plátky přibližně rozměrů kompaktního disku nebo větší.

### KROK TŘETÍ

Pomocí projekce podobné výrobě fotografií je do křemíkového plátku přenášena geometrická struktura obvodu.

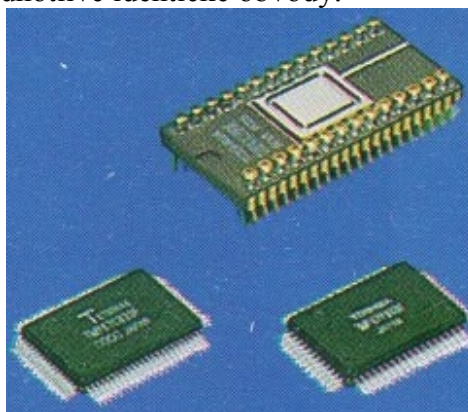
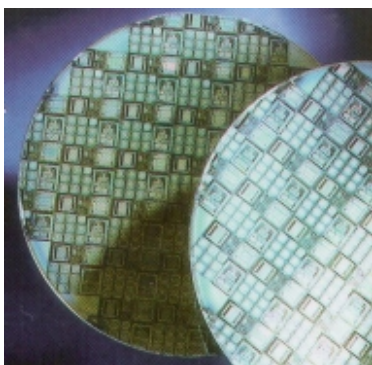


### KROK ČTVRTÝ

Do povrchu plátku jsou fyzikálně-chemickými postupy zanášena atomární množství chemických nečistot, které způsobují změnu vodivosti křemíku. Oblasti s různým typem vodivosti pak tvoří základ pro prvky elektronických obvodů. Způsob propojení těchto prvků určuje vlastnosti obvodu.

### KROK PÁTÝ

Jeden osmipalcový plátek (průměru 20 cm), který může obsahovat např. téměř tisíc megabitových pamětí SRAM, je rozřezán na jednotlivé identické obvody.



### KROK ŠESTÝ

Malé zrnko prachu může celý obvod zničit, proto jsou všechny obvody elektronicky testovány. Nakonec je každý obvod umístěn do plastového či keramického pouzdra, a připraven k použití.

## Murphyho zákony

Není pochyb o tom, že základem funkce elektronických přístrojů jsou fyzikální zákony. Je však i další druh poznatků (pouček a zákonů), které sice nemají (dosud) prokazatelné fyzikální příčiny, platí však stejně obecně jako platné fyzikální zákony. Lidová tvořivost je vyslovuje ve svých příslovích a úslovích - v češtině je shrnujeme pod společný název "**zákon schválnosti věcí**". Typickou poučkou tohoto druhu je známý "**zákon namazaného krajíce chleba**". Jiný známý poznatek je vyjádřen úslovím "všechno je jinak". V poslední době se tyto poučky označují jako **Murphyho zákony** a příslušná vědní oblast se označuje jako **murphologie**.

O různých variantách platnosti Murphyho zákonů se poučujeme denně. Tyto zákony, které platí v denním životě, se stejně účinně projevují i v technické činnosti, ať již jde o konstrukci přístrojů, jejich výrobu či oživování, nebo o jejich opravy.

## Obecně platné zákony murphologie

První skupina pouček vychází ze známého Murphyho zákona, jenž zní takto: "**Může-li něco dopadnout špatně, určitě to špatně dopadne.**"

Edward Aloysius Murphy si poprvé tohoto poznatku všiml v roce 1949. Tehdy jako vývojový pracovník při jednom složitém měření zjistil, že všech 16 tenzometrických můstků použitých v pokusné sestavě bylo zapojeno nesprávně, ač všechny bylo možné zapojit pouze dvěma způsoby. Prohlásil pak na adresu technika, který můstky zapojoval: "*když jde něco udělat špatně, ten to určitě dokáže*".

V modifikované verzi (jak výše uvedeno) "může-li něco dopadnout špatně, určitě to špatně dopadne", která se již stala klasickou formulací Murphyho zákona, se pak tento poznatek začal šířit po amerických laboratořích a časem se stal nosným sloupem murphologie.

Uvedme několik verzí tohoto základního zákona, v různých formulacích, které jej zpřesňují a uvádějí v konkrétních případech:

Zákon selektivní gravitace: "Každý předmět spadne tak, aby způsobil co největší škodu."

Jenningsův důsledek: "Pravděpodobnost, že krajíc chleba spadne namazanou stranou dolů, je přímo úměrná ceně koberce" nebo v obecnější rovině

Gumpersonův zákon: "Pravděpodobnost, že určitá událost nastane, je nepřímo úměrná její žádoucnosti."

"Není možné předvídat, kterou stranu krajíce by bylo lepší namazat."

Ettoreho teorém: „Vedlejší dopravní proud postupuje vždy rychleji."

"Přejedeš-li do jiného jízdního pruhu, zrychlí se ten, který jsi opustil."

"Když se ti zdá, že už to nemůže být horší, znamená to, že jsi něco nepostřehl a v nejbližší chvíli to horší bude."

"Může-li se pokazit několik věcí za sebou, pokazí se v nejnevhodnějším pořadí. "

"Dříve nebo později se musí vyskytnout nejhorší možná souhra okolností."

"Může-li se pokazit několik věcí, pokazí se ta z nich, která způsobí největší škodu."

"Nemá vůbec smysl pokoušet se hledat, co se může pokazit; určitě se pokazí něco jiného."

"Jestliže se odhalí chyba a napraví se, dodatečně se zjistí, že tam žádná chyba nebyla."

"Hledaná věc je vždy tam, kde ji hledáme naposledy."

"Když se do něčeho dáš, najde se určitě něco, co musíš udělat ještě dřív"

A nakonec O'Tóolův komentář k Murphyho zákonu: „Murphy byl optimista.“

## Odvozené Murphyho zákony

Do murphologie se dnes zařazují i četné další poznatky z denního života, které nelze přímo považovat za odvozené ze zákona zlomyslnosti věcí. Některé z pouček (nazývají se jmény skutečných nebo vymyšlených autorů) jsou ve skutečnosti jen novým vyjádřením dávno známých pravd.

Je to například nová formulace anglického přísloví "můžeš klamat jednoho člověka trvale nebo jednou ošidit všechny lidi, ale nemůžeš klamat všechny natrvalo", které se nazývá zákonem kapitána Pennyho.

Známý výrok G. B. Shawa o důsledcích specializace "Odborník poznává stále více a více o něčem stále menším a menším, a to bude pokračovat až do doby, kdy bude znát všechno o ničem a nic o všem" je v murphologii znám jako Weberova definice.

Druhá skupina pouček a zákonů byla odvozena z dlouholetých zkušeností výzkumníků, vývojářů, konstruktérů, opravářů a všech dalších, kteří se žijí technikou. Klasifikovat tyto poučky do tříd, skupin a podskupin se v dnešním stadiu ještě nedaří, spokojíme se proto jejich výčtem bez nároků na logiku jejich uspořádání:

"Pokusy musí být reprodukovatelné, tj. selhávat vždy stejným způsobem." - "Žádný pokus není úplným nezdarem; vždy ještě může posloužit jako špatný příklad.

Hornerovo pravidlo: "Zkušenost roste přímo úměrně počtu zničených přístrojů."

Cahnův axiom: "Selže-li všechno, přečti si návod."

Skinnerova poučka: "Řešíš-li určitý problém, je vždy výhodné, znáš-li předem výsledek."

Z Vonadových pravidel (D. Vonada, vývojář a konstruktér firmy DEC, amerického výrobce počítačů):

- "Neexistuje nic takového jako zem."

- "I číslicové obvody se skládají z analogových součástek."

- "Prototypové konstrukce vždy fungují správně."

- "Vodiče spojující součástky jsou někdy vlastně přenosová vedení"

- "Kondenzátory mění napěťové impulsy v impulsy proudové (zákon o zachování energie)."

- "Jestliže v obvodu selhávají všechna hradla až na jedno, selže i to poslední."

- "Při konstrukci vždy nejprve stanovíme žádané časové hodnoty; ty nežádané se samy ohlásí až později."

- "Každý malý pikofarad má svůj vlastní nanohenry."

- "Diagnostika je velmi účinný nástroj ke studiu problémů již vyřešených."

Chilsholmův zákon lidské interakce: "Kdykoli se zdá, že se věci začínají dařit, bylo něco přehlédnuto."

Riddleova konstanta: "Existuje soubor činitelů seskupený v jev frustrace, který je roven rozdílu mezi očekávanými výsledky a výsledky skutečně dosaženými."

Flanneganův činitel (zvaný též Skinnerova konstanta) je definován jako "hodnota, která - je-li násobena nebo dělena výsledkem, k němuž jste dospěli, nebo je k němu přičtena či od něj odečtena - vede ke správnému výsledku" (= obdoba Riddleovy konstanty).

Zymurgyho první zákon rozvoje dynamiky systémů: "Otevřete-li plechovku s červy, pak jediný způsob, jak je dostat zpět, je použít větší plechovku."

Segalův zákon: "Člověk s jedněmi hodinkami vždy ví, kolik je přesně hodin; člověk s dvojími hodinkami si nikdy není jist."

## Aplikovaná morfologie

Kromě zákonů, které platí obecně, byly objeveny i další, platné především pro vybrané oblasti lidské činnosti. Vybereme z nich jen některé.

### Morfologie ve vědě

"Za každý velký objev vděčíme nějakému omylu."

"Za přísně kontrolovaných teplotních, tlakových a dalších fyzikálních podmínek se sledovaný objekt stejně chová, jak ho zrovna napadne."

"Věda se nemýlí, nedejte se mást fakty."

"Když už nerozumíš tomu, co děláš, dělej to aspoň přesně."

"Lékem nazýváme každou látku, která po naočkování kryse má za následek vědeckou publikaci (základní farmakologický zákon)."

Stručný průvodce moderní přírodovědou:

1. Je-li to zelené nebo se to hýbe, je to biologie;
2. Zapáchá-li to; je to chemie;
3. Nefunguje-li to, je to fyzika."

"Každý vyřešený úkol přináší nové problémy."

"Všechny přírodní zákony lze obejít, pokud zvládnete jednoduché umění pracovat bez myšlení."

"Aby bylo možné problém studovat, musíme mu předem rozumět."

"Napřed nakresli křivku a teprve potom doplň hodnoty."

"Nikdy neopakuj úspěšný pokus. Mohl by ses dožít zklamání."

"Byl-li pokus úspěšný, bylo něco přehlédnuto, nebo je chybný."

"Vyřešení problému změni jeho podstatu."

"Úspěšnost předváděného pokusu je nepřímě úměrná počtu a významu osob sledujících pokus (ve vojenské terminologii tzv. generálský efekt)."

"Jakýkoliv problém o  $n$  rovnicích má  $n+1$  neznámých."

### Morfologie ve vývoji a konstrukci

"Přípustné odchylky se budou hromadit jednostranně, aby způsobily co nejvíce potíží ve výrobě a výstupní kontrole."

"Skutečná chyba se objeví teprve po skončení závěrečné zkoušky přístroje."

"Motor se vždy otáčí nesprávným směrem."

"Rozhodující rozměry nebo tolerance jsou ve výkresech vždy opominuty."

"Vždy existuje jednodušší řešení než to, které jsi zvolil, a čím déle se na toto řešení díváš, tím spíše ho neuvidíš."

"Vyčerpáš-li všechny možnosti řešení problému, existuje určitě jiné řešení, zřejmé všem ostatním na první pohled."

### Morfologie ve výrobě, provozu a údržbě

"Když to nejde po dobrém, zkus to násilím (jestli se to ulomí, šlo o vadnou součástku). Nechceš-li to zkoušet násilím, najdi si větší kladivo."

"Každý drát uříznutý na přesnou míru je nutně krátký."

"Je-li k opravě třeba  $n$  součástí, na skladě jich je vždy pouze  $n-1$ ."

"Nakoupená součástka; splňuje technické podmínky tak dlouho a jen tak dlouho, dokud neprojde vstupní kontrolou."

"Stejně součástky a obvody vyzkoušené stejným způsobem nebudou stejně fungovat."

"Zákony montáže a demontáže:

1. Když z krytu přístroje vyšroubuješ poslední ze šestnácti šroubů, určitě zjistíš, že jsi demontoval jiný kryt.
2. Když při montáži krytu dotáhneš poslední šroub, zjistíš, že jsi pod šrouby nevložil podložky.
3. Když dokončíš montáž přístroje, určitě ti zbude nejméně jedna součástka."

"Zákony volného pádu:

1. Upadne-li něco, upadne to jistě do nejméně přístupného místa v přístroji.
2. Upadne vždy ta nejmenší, nejdůležitější, nejdražší a nejkřehčí součástka.
3. Upadne-li součástka na nohu, je to vždy ta nejtěžší."

"Důležité návody a servisní předpisy se pravidelně ztrácejí již při příjmu zboží."

"I to, co se nemůže pokazit, se určitě pokazí."

### **Murphologie v plánování**

"Všechno trvá déle, než se plánovalo."

"Plánovač se vždy dovídá o nutnosti změnit plán přesně ve chvíli, kdy je plán hotov."

"Provedení  $n+1$  maličností vyžaduje přesně tolik času jako provedení  $n$  maličností. Obvykle však platí jiný vztah, podle něž k provedení  $n+1$  maličností je třeba dvakrát tolik času než k provedení  $n$  maličností."

"Podaří-li se splnit plán včas, je to jen shoda náhod."

"Jsou tři základní činitele plánování výzkumu a vývoje – úkol, čas a náklady. Z nich však lze určit nejvýše dva: známe-li úkol a lhůtu, nelze určit náklady; je-li dána lhůta a jsou-li známy náklady, nelze určit, které z plánovaných úkolů bude možné splnit; jsou-li dány náklady a úkol, nelze předvídat, kdy (a zda vůbec) bude úkol splněn. Podaří-li se přesně naplánovat všechny tři činitele, nejde o výzkum a vývoj."

"Splnění nedbale plánovaného úkolu trvá, třikrát déle, než se počítalo, ale u pečlivě plánovaného úkolu jen dvakrát déle."

"Je přirozené, že nikdo nemá rád hlášení o postupu prací, protože ukazují, jak práce nepostupuje."

"Závaznost termínu je nepřímou úměrnou snadnosti jeho řešení."

"Kterýkoli technický problém je možné vyřešit, je-li dostatek času a peněz. (Dodatek: dostatek času a peněz není nikdy.)"

"Je účelné, aby v každé skupině zaměstnanců byl alespoň jeden pracovník."

"Všechny živé tvory stvořil pánbůh, až na velblouda. Toho stvořila nezávislá komise."

"Nevěř na zázraky - spoléhej na ně."

"Máš-li vše kolem sebe v pořádku, určitě jsi něco přehlédl."

"Věci se zhoršují tím rychleji, čím větším snahám o nápravu jsou vystaveny."

"Mýlit se je lidské, ale něco dokonale poplést je možné jen ve spolupráci s počítačem."



## Čtení běžných grafických symbolů používaných u počítačů

znak	název	hovorově	Anglicky
~	vlnovka, tylda	tylda	Tilde
@	komerční a, v nepočítačové češtině se píše spíše jako à než @	zavináč, slimák	“AT“ sign
#	dvojitý kříž	mříž (mříže)	Hash
\$	měnový znak	dolar	dollar sign
^		stříška	Caret
&	a	amprsánd	Ampersand
	svislá čára		vertical bar
/	lomítko	sleš	(forward) slash
\	zpětné lomítko	beksleš	Backslash
-	pomlčka		Hyphen
_	znak podtržení	podtržítko	underline, underscore
*	hvězdička		Asterisk
	mezera		blank, space

**Slovníček anglicko-česko-německých počítačových výrazů**  
aneb nebojte se anglických a německých počítačových termínů

accessories	příslušenství	Accessoires (Pl.)
account	účet	das Konto (-en)
adjust	nastavit, upravit	einstellen, anpassen
appearance	vzhled	das Aussehen
apply	použít	benutzen, verwenden
attachment	příloha	der Anhang, die Anlage
background	pozadí	der Hintergrund
bar	lišta	die Leiste
blank	prázdný	leer
bold	tučné (písmo)	fett
browse	procházet	sich umsehen
command	příkaz	der Order
compare	porovnat	vergleichen
component	součást, složka	die Komponente
content	obsah	der Inhalt
custom	vlastní	eigen
customize	upravit	einstellen, modifizieren
cut	vyjmout	ausschneiden
check	kontrola	kontrollieren
directory	adresář	das Adressbuch
default	výchozí	die Grundeinstellung
done	hotovo	fertig
drive	mechanika	das Laufwerk
desktop	plocha	der Desktop
download	stáhnout	herunterladen
eject	vysunout	eject
encode	zakódovat	kodieren
entertainment	zábava	die Unterhaltung
extension	přípona	die Erweiterung
favorites	oblíbené	die Favoriten
files of type	soubory typu	die Dateiartern
floppy disk	disketa	die Diskette
folder	složka	der Ordner
fullscreen	celá obrazovka	fullscreen
general	obecné	allgemein
hide	skrýt	verstecken
history	historie	die Geschichte
host	hostitel	der Gastgeber, Rechner
image	obrázek	das Bild (-er)
installation	instalace	die Installation
italics	kurzíva	die Kursivschrift
layer	vrstva	die Schicht (-en)
link	odkaz	der Hinweis (-e)

list	seznam	die Liste (-n)
log in	přihlásit se	anmelden
log off	odhlásit se	abmelden
message	zpráva	die Nachricht
mute	ztlumit (zvuk)	stumm
neighborhood	okolí	die Umgebung
network	sít'	das Netz
notepad	poznámkový blok	das Notizbuch
options	nastavení	Optionen
overwrite	přepsat	umschreiben
pack	komprimovat	komprimieren
paste	vložit	einlegen
preview	náhled	das Preview
properties	vlastnosti	die Eigenschaften
quit	ukončit, konec	beenden
recycle bin	koš	der Papierkorb
redo	udělat znovu	wiederholen
refresh	obnovit	aktualisieren
reload	znovu načíst	aktualisieren
replace	zaměnit	wechseln
screen saver	spořič obrazovky	der Screensaver
search	hledat, vyhledat	suchen
settings	nastavení	die Voreinstellung
share	sdílet	sich teilen
shuffle	náhodně přehrát	shuffle
shut down	vypnout	herunterfahren
skip	přeskočit	springen
source	zdroj	die Quelle
status bar	stavový řádek	die Statusleiste
subject	předmět	das Subject (-e)
switch	přepnout	umschalten
taskbar	hlavní panel	Taskbar
title	název	der Titel
tool(s)	nástroj(e)	die Tools
toolbar	panel nástrojů	Dienstprogramm Toolbar
turn off	vypnout	ausschalten
underline	podtrhnout	unterstreichen
user	uživatel	der Benutzer
wallpaper	tapeta	das Wallpaper (-s)
wizard	průvodce	der Assistent