

# **Inovace výuky o materiálech ve strojírenských oborech**

**Příklad : vybrané nanomateriály**

TTnet ČR, 19. 4. 2012

Berta Rychlíková, OU Ostrava

# Doporučené inovace témat v oblasti materiálů u strojírenských oborů

## Degradace a hodnocení vlastností konstrukčních materiálů

- Lom materiálu. Únava materiálu. Creep kovů a viskoelastické chování polymerů. Radiační poškození. Koroze a korozní praskání.

## Vývoj v oblasti ocelí

- Oceli o vysoké pevnosti, korozivzdorné, žáruvzdorné a žáropevné oceli. Oceli odolné proti opotřebení. Mikrolegované oceli.

## Neželezné kovy v netradičních aplikacích

- Intermetalika. Slitiny s tvarovými paměťovými vlastnostmi. Lehké kovové materiály.

## Technická keramika

- Oxidová keramika a neoxidová keramika. Cermety. Povrchové úpravy rezných destiček.

## Další vybrané materiály

- Vlákňové kompozity. Jíly. Karbidy, nitridy, boridy, silicidy.
- **Nanokrystalické materiály. Uhlíkové materiály (grafen, furelleny). Nanovlákná.**

# Nanotechnologie , nanomateriály

- Nanotechnologie ve světě meziročně rostou v současné době o 23%, přitom u nanovláken, které činí v roce 2012 5,3% podíl nanotechnologií, je růst 34%.
- V roce 2012 jde o 3434 mil. USD
- V ČR je v současnosti již kolem 140 společností, které se nanotechnologiemi zabývají ; špičkové pracoviště v oblasti nanovláken je na TU Liberec.
- **Závěr:** Střední odborné školství musí reagovat na tento prudký vývoj a do výuky téma zařazovat.

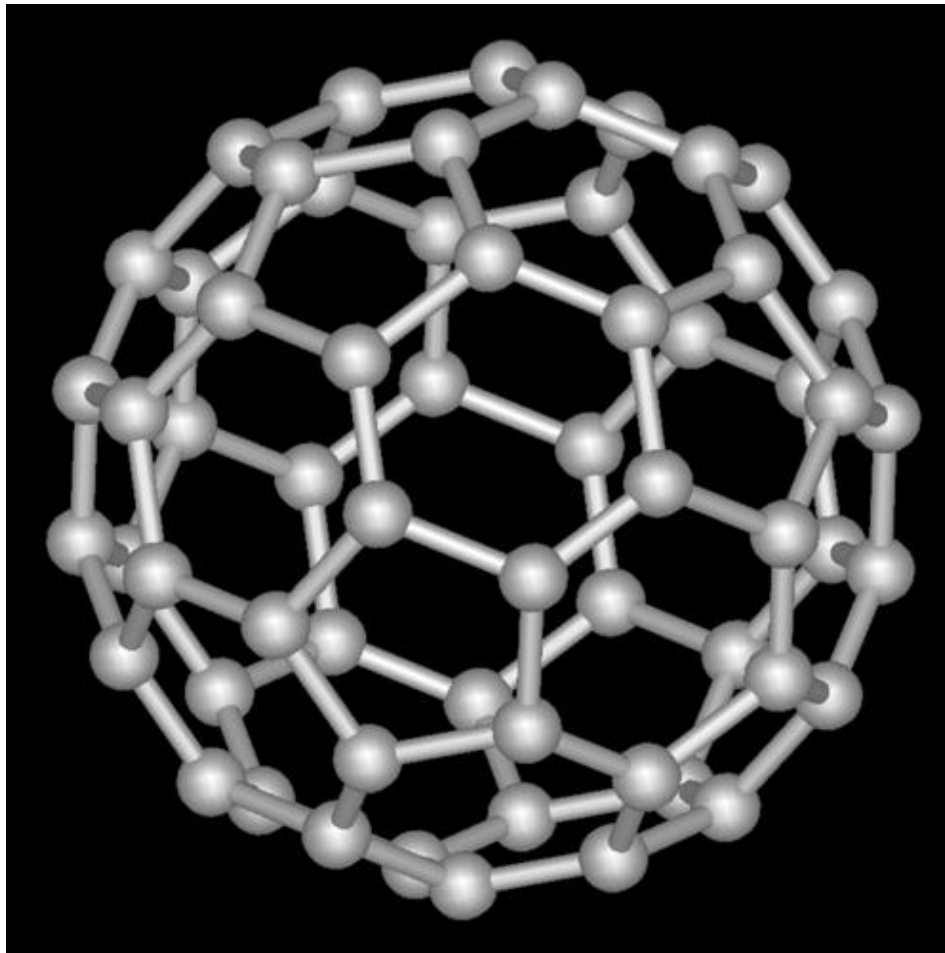
# Nanokrystalické materiály

## - využití uhlíku

- Nové vlastnosti a zcela nekonvenční využívání uhlíku je spojeno s poznáním vlastností klastrů – seskupení velkého počtu atomů.
- Uhlíkaté klastry se nazývají fullereny. Jejich objev otevřel novou oblast materiálů tvořených na bázi uhlíku a potvrdil, že v oblasti organické chemie je možné dojít i k dalším unikátním objevům. Molekuly jsou tvořeny pravidelnými mnohostěny s dosti značným vnitřním prostorem, v němž se žádné atomy nevyskytují. V případě šedesátiatomového útvaru ( $C_{60}$ ) jde o pravidelný komolý ikosaedr, jehož šedesát vrcholů ležících na kouli vytváří 32 stěn, z nichž 12 jsou pětiúhelníky a zbytek šestiúhelníky (přesně jako u fotbalového míče).

# Fulleren $C_{60}$

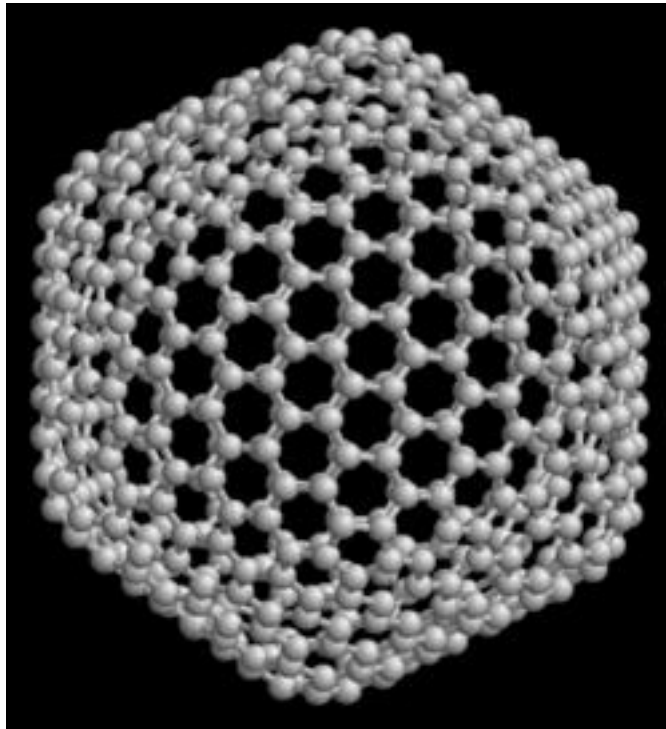
zdroj: Wikipedie



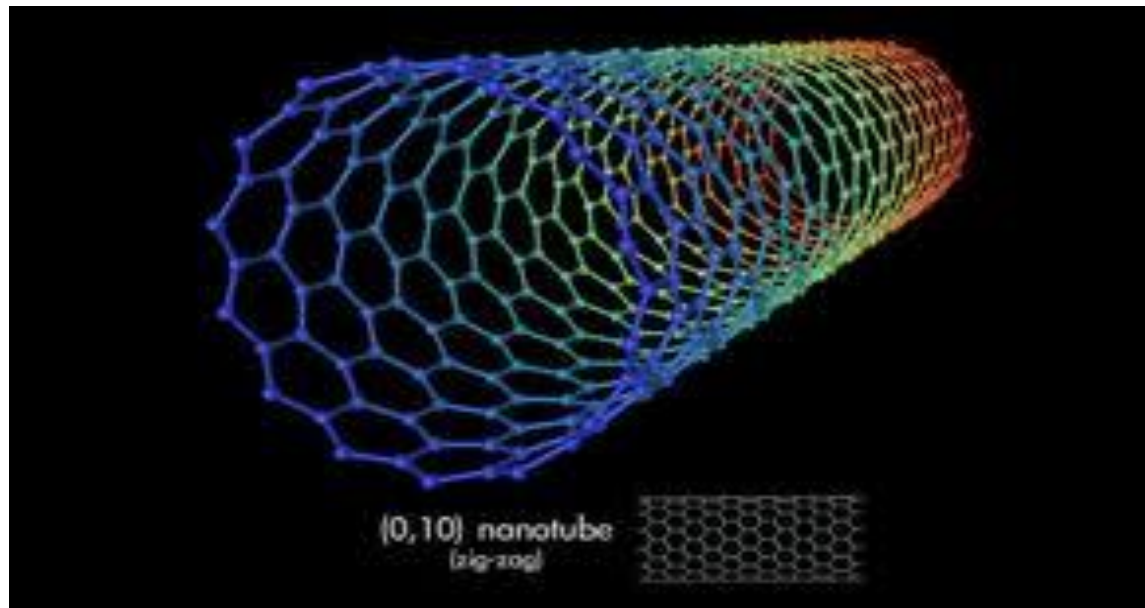
# Fullerreny

- Laserovým odpařováním grafitu vznikají uhlíkové klastry se sudým počtem atomů, jde vedle grafitu a diamantu o třetí alotropickou modifikaci uhlíku.
- Stabilní jsou pouze ty fullereny, u nichž se ve struktuře nenachází dva pětiúhelníky vedle sebe, ty musí mít minimum násobných vazeb. Nejmenší fulleren je proto  $C_{60}$  s ideální kruhovou symetrií.
- Vyšší fullereny než  $C_{60}$  mohou tvořit různé izomery s lišící se symetrií.
- Fullereny se vyrábějí dnes průmyslově pomocí řízeného spalování organických materiálů, kdy vzniká vysoký podíl fullerenů.

# Fulleren C<sub>540</sub>



# Nanotrübice

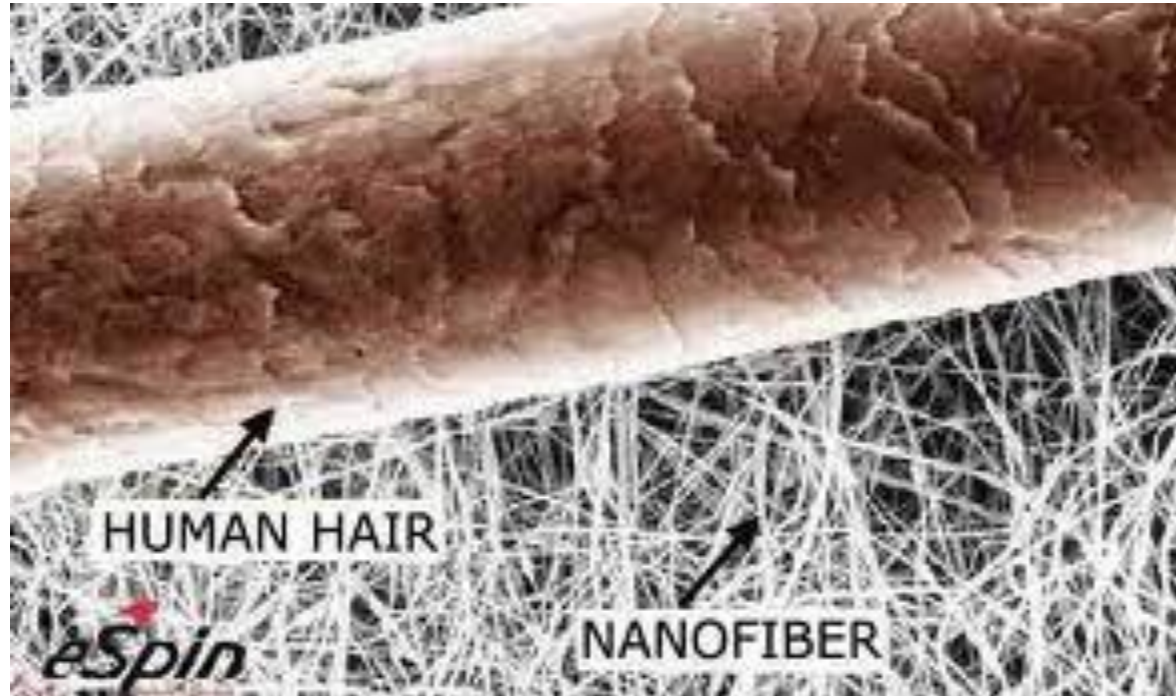




# Nanovlákná

- Nejrychleji rostoucí oblast nanotechnologií v současnosti je výroba a uplatnění nanovláken. Podíl nanovláken na nanotechnologiích v roce 2014 bude činit již 6,5% a trh s nanovláknáky bude pravděpodobně nejrychleji rozvíjející se trh v příštím desetiletí ve světě. Největší uplatnění, s ohledem na velikost energetického sektoru, budou nacházet v různých oblastech energetiky.
- Nanovlákná patří do nanomateriálů; jejich průměr se pohybuje v rozmezí desítek až stovek nanometrů ( $\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ). Mají obrovský měrný povrch, vysokou pórovitost a malou velikost pórů.
- Perspektiva využívání nanovláken je posílena tím, že na rozdíl od omezení používání nanočástic není použití nanovláken o rozměrech nad 100 nm regulováno a jsou potenciálně vhodná i pro použití v potravinářském průmyslu nebo pro přímý styk s potravinami.
- Aktuální informace o nanovláknách lze nalézt na internetovém portálu společnosti NAFIGATE, který pružně reaguje na inovace ve světě i u nás <http://www.nafigate.com/en>

# Nanovláknna versus tloušťka vlasu



# Nanovlákná

- Nanovlákná nabízejí obrovské příležitosti pro vytváření produktů s novými vlastnostmi, protože umožňují úpravy nebo funkcionalizaci výrobků pomocí nanovláknenné vrstvy během, nebo po výrobním procesu, v mnoha průmyslových odvětvích. Jsou nadějí při hledání řešení základních problémů ve vývoji lidské společnosti - čištění a výrobu pitné vody, ochraně životního prostředí, při vývoji mobilních zdrojů energie a baterií, které umožňují pokročilé ukládání energie.
- Funkcionalizace může výrazně zlepšit vlastnosti povrchu a vytváří například super-hydrofobní (vodu odpuzující), nebo super-hydrofilní (vodu savé) materiály.
- V současné době je hlavním způsobem výroby polymerových nanovláken v průmyslovém měřítku elektrostatický postup pomocí vysokého elektrického napětí z roztoku polymerů (polyimid PI, polyamid PA, polykarbonát PC aj.)
- TU Liberec v roce 2012 představila stroj na výrobu koaxiálních nanovláken.

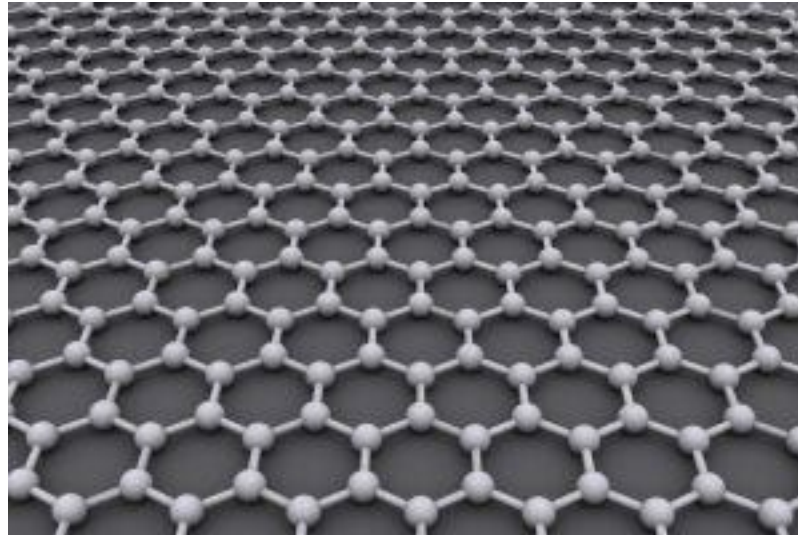
# Nanovlákná

- Perspektivní jsou již např. polyetylenová nanovlákná s vysokou tepelnou vodivostí (obdobnou mosazi) a současně s elektroizolačními vlastnostmi a vysokou odolností proti různým kyselinám a zásadám (vyvinuli v MIT).
- Principem zisku těchto vlastností je to, že polymerové řetězce v nanovláknách jsou uspořádány rovnoběžně (a ne chaoticky jako v běžných plastech). Díky své konstrukci pro tyto jedinečné vlastnosti nabízejí obrovské možnosti pro využití v mnoha oblastech, např. při přeměně a skladování energie, při filtraci vzduchu, skladování a balení potravin, v oblasti ochrany životního prostředí, v lékařství apod.

# Grafen

- Chemicky je grafen prostým uhlíkem. Unikátní vlastnosti mu však dává způsob, jakým jsou uhlíkové atomy v jeho struktuře uspořádány.
- Atomy jsou v prakticky dvojrozměrné struktuře uspořádány do šestiúhelníků. Důležitým důsledkem tohoto uspořádání je vytvoření jevu zvaného Dirakov kužel, v němž se mohou elektrony pohybovat, jako kdyby neměly prakticky žádnou hmotnost.

# Grafen



# Grafen

- Modul pružnosti grafenu podél základní roviny je skoro stejně velký jako u diamantu, přesto však může být roztažen jako guma o čtvrtinu své délky. Pevnost v tahu má více než stokrát větší než oceli.
- Vrstva grafenu je velmi tenká, ale pro plyny a kapaliny neprostupná, takové vlastnosti nemá žádný jiný materiál. Jednotlivé vrstvy atomů uhlíku jsou uspořádány do šestihranné mřížky. Grafen má nejnižší plošnou hustotu ze všech známých materiálů, velmi dobře vede elektřinu a teplo, je nadějným materiálem pro miniaturizaci elektronických součástek.
- Průhledné grafenové elektrody mohou také zvýšit účinnost fotovoltaických článků. Na rozdíl od současně používaných oxidů jsou grafenové elektrody průhledné i pro část infračerveného světla, a tím umožňují vyšší využití slunečního záření .
- Grafen v podobě nanopásků patří mezi perspektivní polovodiče budoucnosti. Pásky se dají vyrábět rozřezáním z nanotrubiček, jejichž výroba byla ve světě již zvládnuta.

# Grafyn

- Vazby mezi atomy ve struktuře grafenu jsou buď *jednoduché nebo dvojité*.
- Grafyn má však vazby *dvojitě nebo trojitě*. Výsledným tvarem základních stavebních jednotek pak nemusí být šestiúhelníky, ale řada různých jiných tvarů, to by mohlo být pro jeho elektronické vlastnosti velmi výhodné.
- Dosud však nejsou tyto struktury dostatečně prozkoumány.



# Grafan

- Grafan je grafen doplněný atomy vodíku namísto některých dvojných vazeb benzenových kruhů grafenu.
- Vazba uhlík-vodík působí jako past na elektrony a zabraňuje tomu, aby byl materiál elektricky vodivý.
- Výzkum se u grafanu soustřeďuje hlavně na to, jak jej doplnit novými molekulami jiných prvků. Materiály na bázi chemicky modifikovaného grafenu by mohly být ještě stabilnější, spolehlivější a užitečnější než samotný grafan.

# Supertvrký grafit – perspektivní materiál

Pravděpodobně se materiálem tvrdším než diamant stane nová forma supertvrkého grafitu, vyrobená stlačením mezi dvěma diamantovými čelistmi tlakem cca 17000 MPa.

- Stlačený materiál by mohl být přinejmenším zčásti tvořen tzv. BCC-uhlíkem, sestaveným z prstenců čtyř atomů uhlíku. Tento uhlík má vlastnosti jak diamantu, který má kubickou strukturu, tak grafitu, který je složen z volně spojených pásů atomů uhlíku v šestihranné mřížce. U BCC-uhlíku jsou vrstvy uhlíkových prstenců spojeny velmi silnými vertikálními vazbami.
- Výzkumníci modelovali různé krystalické struktury, které by mohly vzniknout při stlačení grafitu a zjistili, že BCC-uhlík k tomu potřebuje nejméně energie. To zvyšuje vyhlídky na výrobu neobvykle tvrdých materiálů bez extrémního zahřívání, které je nutné při výrobě ostatních tvrdých materiálů.

# Sociální a environmentální aspekty využívání nanotechnologií

- S aplikací nanotechnologií je třeba dodržování předběžné opatrnosti a zodpovědný vyvážený přístup k nim.  
Problémem mohou být jak sociální aspekty ve všech oblastech včetně techniky, tak dopady v životním prostředí a akceptace rizik při používání nanotechnologií a nanomateriálů.
- Nanočástice v přírodě existují a živé buňky jsou s nimi v interakci. Poučení z první průmyslové revoluce, kdy mnohdy dopady na životní prostředí byly zjištěny až dodatečně, platí i pro nanotechnologie, které přinášejí novorevoluční změny v technice a dalších oblastech života nás všech.
- I pro technické aplikace platí dodržování a předvídání pravidel spojených s aplikací nanotechnologií a nebezpečím spojeným s pronikáním nanočástic do prostředí .

# Zařazení tématu nanotechnologií do výuky

- RKC strojírenských oborů umožňuje rozšíření výuky v oblasti nanotechnologií zejména ve vzdělávacích oblastech Přírodovědné vzdělávání (fyzikální, chemické, biologické) a Odborné vzdělávání.
- Ve fyzikálním a chemickém vzdělávání témata fyzika atomu, molekulová fyzika, optika, elektřina a magnetismus.
- V chemickém vzdělávání organická chemie – vlastnosti atomu uhlíku
- V biologickém a ekologickém vzdělávání téma Člověk a životní prostředí

# Odborná výuka

- V RVP strojírenských oborů není téma spojené s nanotechnologiemi zařazeno. Určitou omezenou možnost nabízí pouze učivo o povrchových úpravách.  
Při povrchových úpravách materiálů se postupy nanotechnologií již poměrně široce uplatňují, do školních vzdělávacích programů všech škol se však dosud pravděpodobně nedostaly v rozsahu odpovídajícím jejich významu.
- **Doporučení pro úpravy RVP:**  
**Zařadit téma nanotechnologií do učiva odborné výuky. SOŠ a SOU tak získají podnět pro doplnění a úpravy ŠVP.**  
**V souvislosti s tématem týkajícím se nanotechnologií umožňují průřezová témata, zejména Člověk a ŽP, pružně reagovat na nebezpečí spojená s jeho aplikací .**
- Obdobně jako u nanotechnologií by RVP vyžadovaly analýzu i z hlediska dalších aktuálních technických témat .

# Použité zdroje

- <http://www.rozhlas.cz/leonardo/technologie/ zprava/1011213>
- <http://www.mobilmania.cz/Clanky/sc-3-a-1319433/default.aspx>
- [http://www.uochb.cas.cz/Zpravy/PostGrad2004/7\\_Lhotak.pdf](http://www.uochb.cas.cz/Zpravy/PostGrad2004/7_Lhotak.pdf)
- <http://21stoleti.cz/blog/2012/03/06/vylepseny-bratranec-grafenu-grafyn/>
- <http://www.osel.cz/index.php?clanek=5189> Josef Pazdera
- <http://3pol.cz/1053-grafen-zazracny-material-budoucnosti>
- Michael Brooks: The fun way to win a Nobel prize. New Scientist, 2010, č. 2787, s. 32-33
- How a softy turns hard under pressure. New Scientist, 2010, č. 2785, s. 12
- <http://www.nanotechnologie.cz/storage/nanotechnologie6.pdf>, Prnka, T., Šperlink, K.

## Učitelství odborných předmětů – specializace strojírenství

Magisterské kombinované studium, kreditní limit min. 120, 2 roky

<u>Předměty</u>	<u>kredity</u>	<u>rozsah výuky</u>	
Databázové a informační systémy	4	8	
Materiály	5	12	
Teorie pružnosti a pevnosti	5	12	
Termomechanika	5	12	
Základy ekonomie	5	12	
Pedagogický výzkum	6	12	
Psychologické problémy školní praxe	4	6	
Svařování	5	12	
Tváření	5	12	
Sociologie	6	16	
Psychol. strategie jednání s žákem	3	4	
Didaktika střední školy	6	16	
Didaktika odborných předmětů	4	8	
Základy ekonomie	5	12	
Elektrotechnika	4	12	
Environmentální aspekty technologií	5	12	
Povrchové úpravy	4	8	
Statistika	4	8	
Řízení výchovy a vzdělávání	4	8	
Automatizace	5	8	
Ped. a odb.praxe – teorie kred.	1	4	praxe: 20 hodin 8
Tepelné zpracování kovů	5	12	
Elektronika	4	8	
Volitelné předměty			
Matematická analýza	6	16	
Konstrukční cvičení I	5	12	
Konstrukční cvičení II	3	8	

SZZ:

Pedagogika a psychologie, Strojírenství s didaktikou

**Bakalářské kombinované studium UOP- stroj., kred.limit min.180 , 3 roky**

Verbální komunikace	2	4	
Matematika I	5	16	
Obecná pedagogika I	4	16	
Obecná psychologie pro UOP	4	8	
Biologie dorostu a školní hygiena	4	8	
Fyzika I	3	8	
Technické kreslení	3	8	
Matematika 2	3	8	
Obecná pedagogika	5	8	
Vývojová psychologie	4	8	
Fyzika 2	4	8	
Materiály 1	5	8	
Statika	5	16	
Základy elektrotechniky	3	8	
Sociální psychologie pro UOP	4	8	
Části strojů	7	16	
Materiály 2	5	8	
Technická grafika	5	12	
Strojírenská technologie I	5	12	
Sociální pedagogika	5	16	
Pedagogická psychologie	4	8	
Dílenská praktika	4	8	
Elektrotechnika	9	24	
Pružnost a pevnost	7	16	
Obecná didaktika	8	24	
Hydro-a termo-mechanika	3	8	
Pedagogická praxe- teorie	3	8	praxe: 10 kr. 40 h.
Strojírenská technologie 2	5	16	
Speciální pedagogika	4	8	
Vzdělávací technologie	4	8	
Didaktika odborných předmětů	4	8	
Elektronika	6	8	
Stroje a zařízení	5	8	
Povinně volitelné předměty:			
Technická chemie	4	8	
Základy výpoč. techniky	3	8	
Bezpečnost a ochr. zdraví	4	8	
Metodika výuk.činnosti	2	4	
Kontrola a měření	4	8	



SZZ:

Psychologie, Pedagogika, Strojírenství s didaktikou