

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Pedagogická fakulta**  
**Katedra technické a informační výchovy**

**TVORBA DIDAKTICKÝCH POMŮCEK PRO  
PODPORU VÝUKY CNC TECHNOLOGIÍ NA  
STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH**

**Diplomová práce**

**Bc. Lukáš TŘÍSKA**

**Vedoucí práce: Mgr. et Mgr. Michal Mrázek, Ph.D.**

**Olomouc 2023**

**Učitelství techniky pro střední školy a praktických  
činností pro 2. stupeň základních škol / Učitelství  
informatiky pro 2. stupeň základních škol**

## **ANOTACE**

Diplomová práce s názvem „Tvorba didaktických pomůcek pro podporu výuky CNC technologií na středních školách“ si klade za cíl podrobně zkoumat problematiku využívání didaktických prostředků na středních technicky zaměřených školách, které v rámci plnění svých vzdělávacích plánů implementují výuku CNC obrábění. V tomto kontextu se také zabývá technikou ve vzdělávání a prostřednictvím výzkumné části zkoumá možnosti využívání dostupných didaktických pomůcek.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se hlouběji zabývá základními pojmy didaktiky a specifiky vzdělávání na středních technických školách. Důraz je kladen na vymezení rámce pro efektivní výuku v oblasti CNC technologií.

Praktická část analyzuje dostupnost didaktických prostředků a jejich využívání pedagogy na středních školách v oblasti výuky CNC technologie. Předpokládaným výstupem diplomové práce je identifikace nedostatku didaktických obrazových pomůcek při výuce této specifické oblasti technického vzdělávání a návrh nových didaktických obrazových plakátů, které tento nedostatek vyplní. Témata jednotlivých plakátů budou korespondovat s požadavky, na kterých se najde shoda dotazovaných pedagogů.

Téma této diplomové práce vychází z osobní dlouholeté zkušenosti s CNC technologií v teoretických předmětech a při výuce odborného výcviku v oborech strojírenství, dále i v dřevařských oborech. Tato zkušenost poskytuje autorovi práce hlubší pohled do konkrétních potřeb a výzev spojených s výukou CNC technologií na středních školách.

Celkově je tato diplomová práce zasazena do kontextu středního technického vzdělávání s důrazem na praktické aplikace v oblasti CNC obrábění a její výsledky budou přínosné pro další rozvoj didaktických prostředků a efektivnější výuku v této specifické technické oblasti.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

CNC stroje, didaktika, didaktické pomůcky, střední školy

Počet stran práce: 85

Počet příloh: 10

## **ANOTATION**

The thesis entitled "Creation of didactic tools to support the teaching of CNC technology at secondary schools" aims to examine in detail the issue of the use of didactic aids at technically oriented secondary schools, which implement the teaching of CNC machining as a part of their educational plans. In this context, it also deals with technology in education and, through the research part, it examines the possibilities of using available didactic aids.

The thesis is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part deals in depth with the basic concepts of didactics and the specifics of education at secondary technical schools. Great emphasis is put on defining a framework for effective teaching in the field of CNC technologies.

The practical part analyzes the availability of didactic tools and their use by secondary school teachers in the field of teaching CNC technology. The anticipated output of the thesis is to identify the lack of didactic visual aids in the process of teaching this specific area of technical education and the proposal of new didactic visuals that will fill in this deficiency. The topics of the particular posters will correspond to the requirements based on the interviewed pedagogues' agreement.

The topic of this thesis is based on long-term personal experience with CNC technology in both theoretical subjects and the teaching of professional training in the fields of mechanical engineering, as well as in the fields of woodworking. This experience provides the author of the thesis with deeper insight into the specific needs and challenges associated with the teaching of CNC technologies at secondary schools.

Overall, this thesis is placed in the context of secondary technical education with an emphasis on practical applications in the field of CNC machining. Its results will be beneficial for the further development of didactic tools and more effective teaching in this specific technical area.

## **KEYWORDS**

CNC machines, didactic, didactic tools, secondary schools

Number of pages of the thesis: 85

Number of attachments: 10

**Prohlašuji, že**

- diplomovou práci včetně příloh jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu,

- jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo,

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, aby jeden výtisk diplomové práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí,

- souhlasím, že údaje o mé diplomové práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé diplomové práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé diplomové práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne 4. 12. 2023

Bc. Lukáš Tríska  
podpis autora

### **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce Mgr. et Mgr. Michalu Mrázkovi, Ph.D., za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu, kterou mi při psaní této práce poskytla.

## Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení: Bc. Lukáš TRÍSKA  
Osobní číslo: D21642  
Adresa: Osvobození 1693, Pelhřimov, 39301 Pelhřimov, Česká republika  
Téma práce: Tvorba didaktických pomůcek pro podporu výuky CNC technologií na středních školách  
Téma práce anglicky: Creation of didactic aids to support the teaching of CNC technology at secondary schools  
Jazyk práce: Čeština  
Vedoucí práce: Mgr. Michal Mrázek, Ph.D.  
Katedra technické a informační výchovy

### Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je vytvořit didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách.

Teoretická část se bude zabývat problematikou technického vzdělávání, didaktických pomůcek, analýzou a komparací didaktických pomůcek využívaných v rámci technického vzdělávání na SŠ, výukovými metodami, organizačními metodami atd.

Praktická část bude soustředěna na vlastní tvorbu didaktických pomůcek.

Diplomová práce bude zpracována v požadovaném rozsahu dle platných norem a směrnic PdF UP v Olomouci.

### Seznam doporučené literatury:

MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. Výukové metody. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.

MAŇÁK, Josef. Nárys didaktiky. 2. vyd. [i.e. dotisk 2. vyd.]. Brno: Masarykova univerzita, 1997. ISBN 80-210-1124-6.

ŠTULPA, Miloslav. CNC: programování obráběcích strojů. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5269-3.

NÁPRSTKOVÁ, Nataša a Nadežda ČUBOŇOVÁ. Úvod do problematiky, základů a možností programování CNC strojů. Ústí nad Labem: FSI, UJEP, 2019. ISBN 978-80-7561-203-8.

MOJŽÍŠEK, Lubomír. Pracovní výchova dětí a mládeže: Lubomír Mojžíšek. Praha: SPN, 1978. Pedagogická teorie a praxe.

DOSTÁL, J. a KOŽUCHOVÁ, M. . *Badatelský přístup v technickém vzdělávání: teorie a výzkum*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016, 101 s. ISBN 978-80-244-4913-5.

KROPÁČ, J. a KROPÁČOVÁ, J. *Didaktická transformace pro technické předměty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1431-7.

NÁPRSTKOVÁ, N. a ČUBOŇOVÁ, N. *Úvod do problematiky, základů a možností programování CNC strojů*. Ústí nad Labem: FSI, UJEP, 2019. ISBN 978-80-7561-203-8.

Stav schvalování: Vedoucím katedry schválen studentův podklad VŠKP

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Podpis vedoucího pracoviště:

Datum:

# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1 TECHNIKA VE VZDĚLÁVÁNÍ.....</b>	<b>12</b>
<b>2 KURIKULUM A VYMEZENÍ VZDĚLÁVÁNÍ NA SŠ TECHNICKÉHO SMĚRU .....</b>	<b>16</b>
2.1 CNC technologie .....	18
2.1 Výhody a nevýhody CNC strojů .....	22
2.2 Provedení seřízení a obsluha CNC stroje žákem .....	23
2.3 Obory s CNC technologiemi.....	24
2.3.1 Programátor a seřizovač CNC strojů.....	24
2.3.2 Operátor dřevařské a nábytkářské výroby .....	25
2.3.3 Mechanik seřizovač .....	27
2.4 Kvalifikace obsluhy CNC strojů .....	27
<b>3 DIDAKTICKÉ PROSTŘEDKY A POMŮCKY.....</b>	<b>29</b>
3.1 Nemateriální prostředky.....	31
3.2 Materiální prostředky.....	33
3.3 Vybraná didaktická technika.....	36
3.3.1 Textové pomůcky .....	36
3.3.2 Vizualní pomůcky .....	39
3.3.3 Zvukové pomůcky .....	41
3.3.4 Počítačové programy.....	42
<b>OBRÁZEK Č. 6 – EMCO WINNC (ZDROJ: <a href="https://www.emco-world.com">HTTPS://WWW.EMCO-WORLD.COM</a>).....</b>	<b>42</b>
<b>4 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ VE VZTAHU K POUŽÍVÁNÍ DIDAKTICKÝCH POMŮCEK VE VÝUCE CNC TECHNOLOGIÍ .....</b>	<b>43</b>
4.1 Metodologie výzkumného šetření.....	43
4.2 Analýza a interpretace dat.....	46
4.3 Závěry výzkumného šetření a diskuze.....	51
<b>5 ANALÝZA VYBRANÝCH MATERIÁLNÍCH DIDAKTICKÝCH POMŮCEK.....</b>	<b>53</b>
<b>6 TVORBA MATERIÁLNÍCH DIDAKTICKÝCH POMŮCEK .....</b>	<b>56</b>
6.1 Didaktický nástěnný plakát č. 1 .....	59
6.2 Didaktický nástěnný plakát č. 2 .....	62
6.3 Didaktický nástěnný plakát č. 3 .....	64
6.4 Didaktický nástěnný plakát č. 4 .....	66
6.5 Didaktický nástěnný plakát č. 5 .....	67
6.6 Didaktický nástěnný plakát č. 6 .....	70
6.7 Didaktický nástěnný plakát č. 7 .....	71
6.8 Didaktický nástěnný plakát č. 8 .....	72
6.9 Didaktický nástěnný plakát č. 9 .....	74
6.10 Didaktický nástěnný plakát č. 10 .....	76
<b>7 ZÁVĚR .....</b>	<b>78</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE</b>	
<b>PŘÍLOHY</b>	



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
NC	Numerical Control (číslicově řízený stroj)
CNC	Computerized Numerical Control (počítačem řízený NC stroj)
DNC	Distributed Numerical Control (centrální počítačové řízení NC strojů)
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing (počítačová podpora výroby)
CAD/CAM	Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing

# ÚVOD

V dnešní době je technologický pokrok neodmyslitelnou součástí společnosti, a proto je stále naléhavější nutností připravovat mladou generaci na efektivní vstup do profesního světa. S tímto cílem nabývá významu inovace v oblasti vzdělávání, zejména v technických oborech. Jedním z klíčových prvků této inovace je vytváření kvalitních didaktických pomůcek, které podporují výuku moderních technologií, jako jsou CNC (Computer Numerical Control) technologie, na středních školách.

CNC technologie představují důležitý prvek v současném průmyslu a jsou klíčové pro mnoho odvětví, včetně strojírenství, designu a další výroby. Ovládání těchto technologií vyžaduje od žáků nejen teoretické znalosti, ale i praktické dovednosti a schopnosti aplikovat je v reálných pracovních situacích. Klíčovou roli představuje kvalitní výukový materiál a didaktické pomůcky, které žákům umožňují efektivně porozumět principům CNC technologií.

Cílem této diplomové práce je reagovat na současné technologické trendy a potřeby průmyslové sféry, především v kontextu středního odborného vzdělávání. Zaměří se na tvorbu didaktických pomůcek pro výuku CNC technologií na středních školách. CNC stroje neboli počítačem řízené stroje se staly klíčovým prvkem výrobního procesu a jejich úloha se neustále rozšiřuje a vyvíjí. Tvorba a aplikace programů pro tyto stroje jsou dnes žádány na trhu práce. Průmyslový vývoj CNC technologií je úzce spojen s rychlým pokrokem informačních technologií, což znamená, že vzdělávací materiály musí držet krok s tímto tempem inovací. Tato diplomová práce bude systematicky zkoumat současný stav výuky CNC technologií na středních školách, identifikovat případné nedostatky a na základě toho navrhnout a vytvořit názorné didaktické pomůcky, které budou odpovídat nejnovějším trendům a standardům v této oblasti.

Teoretická část práce se zaměřuje na systematický rozbor klíčových aspektů technického vzdělávání, didaktických pomůcek a metodologických přístupů využívaných v rámci těchto škol. Dále se věnuje didaktickým pomůckám, zjišťování jejich role ve výuce technických předmětů a metodám hodnocení jejich efektivity. Klíčovou částí této analýzy bude komparace existujících didaktických pomůcek využívaných na středních odborných školách s důrazem na identifikaci jejich přínosů a nedostatků. Výsledky budou sloužit jako základ pro návrhy vlastních didaktických materiálů, které budou reflektovat aktuální potřeby v oblasti technického vzdělávání. Tato část představuje strukturovaný přístup k problematice technického vzdělávání na středních odborných školách s cílem poskytnout nejen přehled aktuálního stavu, ale také identifikaci oblastí, které bude potřeba inovovat a zlepšit.

Praktická část diplomové práce se bude věnovat analýze konkrétních materiálních didaktických pomůcek, které jsou v současnosti využívány pedagogy na středních školách s integrovanou výukou CNC technologií ve svých vzdělávacích

plánech. Hlavním úkolem této části bude vytvoření konkrétních materiálních didaktických pomůcek, které budou odpovídat zjištěným potřebám a nedostatkům identifikovaným v předchozí analytické části. Navrhované didaktické pomůcky budou vytvářeny se zaměřením na konkrétní učební oblast týkající se CNC technologií a budou mít za cíl efektivně podporovat výuku a tím zlepšit porozumění žáků.

Výsledkem této praktické části je vytvoření výukových plakátů, které budou zaměřené na všeobecné aspekty systémů CNC, zahrnující například všeobecné ISO kódy, souřadnicové body, řezné podmínky a další relevantní informace. Tyto plakáty představují konkrétní, názornou a praktickou podporu k rozvoji technického vzdělávání na středních školách a mohou posloužit jako inspirace v oblasti didaktických prostředků.

# 1 TECHNIKA VE VZDĚLÁVÁNÍ

Cílek (2016) popisuje techniku jako vývoj, který využívá nástroje, stroje a materiály a procesy. Ty mohou následně přispět k řešení problémů vznikajících při lidské činnosti. Ta následně může situace zhodnocovat a tyto výsledky využívat pro vědecká bádání. Celý tento proces by měl vyústit ve prospěch celé lidské civilizace, kdy se bude vytvářet nové bohatství, a lidstvo tak postoupí na další stupeň hmotného blahobytu. Již v roce 1943 autor Dobrovolný (s. 412) popsal techniku jako „základní označení pro služku lidské kultury, která zaručuje schopnost nebo dovednost v jakémkoliv oboru konání, popř. speciální způsob nebo metodu provádění určité činnosti, většinou vyžadující jistou praktickou dovednost.“ V souvislosti s technikou je často používán pojem technologie. Techniku a technologii je možné chápat jako proces, kdy se zpracovávají suroviny nebo jiné materiály, a jako průběh operací při jejich výrobě. Jako technologii tedy můžeme označit všechny procesy, které se vstupují do tohoto procesu zpracování surovin a výsledkem je finální produkt. Na této úrovni může jít i o učení se technologie neboli již zmíněných procesů a postupů. V současné době se pod tímto pojmem nemyslí pouze řada opatření a postupů, ale také samotné produkty – technologie a technologické produkty (Daneš, 1994).

Jde o pojem převzatý z angličtiny, ve kterém se nerozlišuje mezi výrobním procesem a samotným produktem. Spojení s technickou výchovou se často děje u žáků, kteří si vyvodí nesprávné předsudky, když považují technologie, tedy aktuálnější výrobky a služby, za elektrotechnický charakter. Proto je důležité, aby byla tato pojmová nejednotnost žákům vysvětlena pod odborným vedením jejich učitele. Z pohledu pedagogiky je tento pojem možné považovat za součást technologického vzdělávání. Technické postupy, především když žáci pracují s materiály základní školy, dosvědčují, že se jedná o činnosti považované za synonyma pojmu technika (Serafín, 2018).

Česká republika se v roce 2004 rozhodla zavést rámcové vzdělávací programy zaměřené na žáky ve věku 3-19 let, které se skládají ze dvou částí. Celostátní úroveň představuje tzv. Bílá kniha. Tento dokument představuje národní vzdělávací program pro základní vzdělávání jako celek a rámcové vzdělávací programy (RVP), které definují povinné „rámcé“ pro jednotlivé části vzdělávání (předškolní, základní a střední škola). Druhou část rámcových vzdělávacích programů představují školní vzdělávací programy (ŠVP), podle kterých probíhá výuka na jednotlivých školách. Všechny tyto dokumenty jsou veřejně přístupné učitelům a široké veřejnosti. V publikaci Serafína (2016) se uvádí, že RVP vymezuje zaměření, obsah a výsledky základního a středního vzdělávání na celostátní úrovni. Tento program definuje:

a) Vzdělávací účely, tzn. strategie učení a motivace k celoživotnímu učení, mezi které patří například schopnost vycházet s ostatními nebo základy multilaterální komunikace.

b) Klíčovými dovednostmi standardních výsledků vzdělávání jsou řešení problémů, komunikace, profesionální výkon a spolupráce.

c) Oblasti školení se stanovými cíli, očekávanými kompetencemi a základním kurikulem. (Technická příprava se týká oblasti výcviku Člověk a jeho svět).

d) Doplnkové studijní obory s průřezovými předměty:

- výchova demokratického občana,
- osobnostní a sociální výchova,
- výcvik myšlení v evropském a globálním kontextu,
- environmentální výchova,
- mediální výchova,
- multikulturní výchova.

RVP je bezplatný dokument, který je v určitých fázích aktualizován podle měnících se potřeb společnosti, praxe učitelů a zájmů žáků.

Technologie a technické dovednosti se rozvíjejí společně s rozvojem úrovně vědeckého poznání komplexního světa a společnosti v něm. Technologie vždy souvisela a nadále souvisí s uměním, s vědou, ale také s lidským prostředím. Dostál (2007) se zaměřuje na oblast vzdělávání v technických předmětech, kde je možné říci, že se jedná o složitý interakční proces, v němž nezvratně dochází ke vzájemnému působení v podobě ovlivnění učitele a jeho žáků.

Ve spojitosti se základním vzděláváním je nutné objasnit pojem technického vzdělávání ve vztahu s technickou výchovou. Na základní školách je realizováno technické vzdělávání na všeobecné úrovni. To znamená, že se základní školy nespécializují na žádnou profesi, ale rozvíjejí technické a manuální dovednosti žáků, které přispívají vytvořit kvalitní základ pro případné další studium i pro běžný život. Je nutné rozvíjet všechny základní dovednosti, znalosti, schopnosti a postoje, které budou užitečně formovat jedincovu osobnost. Podle Dostála (2018, s. 3) je důležité, aby moderní školství v 21. století na základních školách *„poskytovalo žákům dostatečný prostor pro objevování technických zájmů a přispívalo k vyváženému formování jejich osobnosti jako celku prostřednictvím rozvoje motorických a tvořivých schopností a dovedností.“*

Součástí technické výchovy je i pracovní výchova, která žákům *„umožňuje rozvoj v oblasti myšlení, vnímání, řeči, představitosti, tvořivosti a fantazie. Prohlubuje vědomosti, získává poznatky o vlastnostech různého materiálu, tradičního i netradičního. Žáci se zároveň učí poznávat pracovní nářadí, seznamují se s různými pracovními postupy a technikami.“* (Novotný, 2014, s. 6). Tyto kompetence představují základní podmínku pro budoucí rozvoj.

Znalosti o technice a manuální dovednosti musí být rozvíjeny tak, aby vytvářely vhodný základ pro zvládnutí běžných životních situací. Výuka zaměřená na techniku

ve školním prostředí nabízí možnost realizace vazeb mezi předměty. Vyřešení technických problémů může být spojeno se znalostí z přírodních věd, matematiky, ale i dalších oborů. Z tohoto důvodu je nutné k nim přistupovat holisticky. Koncept, který toto spojení přímo popisuje, se nazývá integrace. Integrace umožňuje, aby technologie učení byla pojata více kontextuálně a propojila teorii s praxí. Žák tedy bude mít příležitost uplatnit osvojené znalosti v činnostech spojených s využitím techniky (Dostál, 2017).

Navíc kombinace multidisciplinárních znalostí je pro žáka mnohem zajímavější a srozumitelnější než jeho izolace. V následujícím přehledu je možné vidět, že cíle technického vzdělávání se dotýkají mnoha dalších oblastí, které je nutné brát v úvahu s ohledem na potřeby dnešní společnosti. Účelem technického vzdělávání je:

1. Rozvíjet smyslové vnímání, motoriku, myšlenkové pochody, technickou kreativitu, fantazii a představivost. Podporuje spolupráci a rozvíjí komunikační dovednosti.

2. Identifikovat historický a současný vývoj techniky, rozpoznat význam technického vzdělávání, rozvíjet technickou gramotnost a podporovat vztah k technologiím.

3. Pochopit techniku ve vztahu k životnímu prostředí, poznat možnosti techniky při řešení ekologických a jiných problémů.

4. Poznávat různé materiály, poznávat jejich vlastnosti a použitelnost, aktivně s nimi pracovat. Seznámit se s tradičními i moderními technologiemi, naučit se ovládat vybrané technické nástroje a stroje.

5. Rozvíjet dovednosti řešení problémů, používat vhodné přístupy a metody. Využívat vztahy mezi předměty, rozvíjet kreativní technické myšlení. Používat digitální technologie k řešení technických problémů.

6. Rozvíjet sebeúctu – umět posoudit své technické znalosti a dovednosti. Podporovat zájem o techniku, rozvíjet kladný vztah k práci a respektovat práci. Pomoci objevovat, podporovat a rozvíjet technické zájmy (Novotný, 2014).

Dnešní technicky zaměřené učení na našich školách je často založeno na praktičnosti, kde dominuje nácvik rutinních dovedností (Novotný, 2014). Pojem technické vzdělávání je velmi široký a není možné jej úzce zaměřit pouze na pracovní úkoly. Z toho nelze vyvozovat, že školení na pracovišti není důležité. Naopak pracovní činnost je podstatnou součástí technické výchovy, protože podněcuje rozvíjení motorických, smyslových a myšlenkových činností žáků a pomáhá utvářet pozitivní vztah k práci. Odborné činnosti seznamují žáky s širokou škálou povolání, proto by neměly být brány jako koníček (Dostál, 2018). U žáků je možné například přirozeně rozvíjet kladný vztah k lidovým tradicím a řemeslům regionu. V této době bychom se měli více zamyslet nad procesem, jakým různé druhy produktů vznikají. Aktuálním problémem technologicky orientované výuky na základní škole je přístup, kterým jsou

žáci směřováni k získávání vědomostí, dovedností a návyků. Ve školách je stále více všudypřítomný koncept výuky, který žákům nenechává příliš prostoru pro transmodální kreativitu. Naopak je žák považován za pasivního a žákova kreativita je utlumena (Novotný, 2014).

Technické vzdělávání přímo vyžaduje aplikaci alternativních metod a integraci jednotlivých oborů. V této souvislosti stojí za zmínku například přírodovědné výukové přístupy. Výuka myšlení touto metodou je z pohledu žáka mnohem zajímavější a žákovi umožňuje bádání, objevy, pochopení příčin problémů a jevů a také hledání vhodných a inovativních řešení. Metoda bádání je vhodná zvláště pro mladší žáky na 1. stupni základní školy pro jejich přirozenou zvědavost. Navíc mají v oblibě činnosti, při kterých mohou experimentovat, zkoumat a hledat řešení různých problémů (Dostál, 2016).

Další možností může být projektové vyučování, které je vhodné i pro žáky 1. stupně. Jedná se o třídy, kde žáci řeší složité životní problémy a nalézají konkrétní řešení prostřednictvím týmové práce. Podle účelu můžeme technické projekty rozdělit na:

- řešící problémy – žáci řeší úkol zadaný učitelem,
- konstruktivní – žáci vytvářejí něco nového,
- hodnotící – žáci zkoumají a porovnávají,
- drilové – cílem je procvičit, např. ruční dovednosti (Novotný, 2014).

S výše uvedeným může souviset i potřeba rozšíření principu výuky polytechnické. *„Cílem polytechnického vzdělávání je rozvíjet znalosti o technickém prostředí a pomáhat vytvářet a fixovat správné pracovní postupy a návyky, rozvoj spolupráce, vzájemnou komunikaci a volné vlastnosti a podporovat touhu tvořit a práci zdárně dokončit.“* (Podpora polytechnického vzdělávání, 2019, s. 3).

Individuální práce žáků umožňuje odlišit se v rámci školy. Její plánování je organickou součástí dlouhodobého plánování vzdělávacího procesu, které zahrnuje seznámení s učivem, tematické plánování a přípravu na hodinu. Při přípravě učebního plánu musí učitel zvážit několik věcí, aby mohl zvolit vhodné organizační formy a správně se rozhodnout. Tyto otázky jsou dobře vysvětleny v metodických příručkách, takže autoři shrnují pouze hlavní body a podrobně se zaměřují na vlastní práci žáků v hodinách (Mojžíšek, 1978).

Aplikované vysokoškolské vzdělávání je v současnosti předmětem velkých diskusí, protože tento princip není v současném vzdělávacím systému široce implementován. Největším problémem je tzv. vědecké paradigma, které studentům předkládá poznatky organizované na katedrách. Student proto není schopen porozumět některým důležitým souvislostem, které tyto oblasti spojují (Podpora polytechnického vzdělávání, 2019). Často se kvůli tomu stává, že student neví, jak prezentované pojmy zasadit do smysluplnějšího kontextu, v takovém případě pro něj ztratí smysl a velmi rychle je zapomeno.

## 2 KURIKULUM A VYMEZENÍ VZDĚLÁVÁNÍ NA SŠ TECHNICKÉHO SMĚRU

V aktuálním školství neexistuje definice technického vzdělávání, která by se běžně používala. Technické vzdělávání je zde definováno jednotlivými autory velmi rozdílně a většinou je popisováno podle různých oborů či metod, na které se autoři zaměřují.

I přesto mezinárodní asociace vzdělavatelů ve strojírenství a technice předkládají následující definici, která je platná na základě analýzy dostupných informací: „*Technické vzdělávání je řízený dynamický proces realizovaný v rámci předškolního, počátečního a dalšího vzdělávání. Tento proces umožňuje dětem, žákům a studentům poznávat procesy a osvojovat si aktuální znalosti související s technikou potřebné k řešení problémů a rozšiřování lidských schopností.*“

Při podrobném pohledu na cílovou orientaci jednotlivých oborů, obsah očekávaných výsledků, učivo a především klíčové dovednosti, kterých musí žák dosáhnout, lze říci, že technické vzdělávání prolíná, s výjimkou oblasti Člověk a zdraví, všechny oblasti vzdělání. Podle studie Ministerstva průmyslu a obchodu z roku 2017 tvoří procentuální podíl technického vzdělávání Matematika a její aplikace. Dále Informační a komunikační technologie, Člověk a příroda a Člověk a svět práce na 2. stupni základních škol.

Na základní vzdělávání navazuje střední vzdělávání, které se zaměřuje na rozvíjení právě získaných znalostí, dovedností a kompetencí žáků. Technické vzdělávání středních škol zahrnuje jak všeobecné vzdělávání, tak především odborné vzdělávání v určitých technických oborech. Účelem střední školy je připravit žáky na budoucí povolání, práci nebo další studium na vysoké škole. Jeho cílem je pomoci mladým lidem se vhodně uplatnit na trhu práce, nebo jim pouze pomoci získávat všeobecné znalosti, po kterých touží. V tomto případě se jedná o kvalifikace, které se žákům budou hodit v soukromém, občanském i profesním životě a které jim mohou pomoci při dalším studiu (NUV, 2016).

Toto vzdělávání se získává na středních odborných školách (SOŠ), středních odborných učilištích (SOU) a na konzervatořích. V současnosti se počet žáků neustále snižuje. Nové školy kombinují úroveň sekundárního vzdělávání a nabízení široké škály výukových a učebních proudů.

Studijní obory jsou zde děleny do 8 následujících kategorií:

J: jedná se o střední nebo střední odborné vzdělání, které není ukončeno maturitou ani výučním listem, tedy studium na dva roky, které se zakončuje závěrečnou zkouškou nebo závěrečným vysvědčením,

C: jedná se o vzdělávání na praktických školách, které je neprofesní a zaměřuje se na jednoduché pomocné činnosti ve výrobě a ve službách, žáci si osvojují základní



dovednosti pro život, studium je na jeden nebo dva roky a zakončuje se závěrečným vysvědčením,

H: kategorie zaměřená na střední odborné vzdělání, které obsahuje výuční list, nebo na tříleté studium učebního oboru, které se zakončuje učňovskou zkouškou, je možné pokračování v nástavbovém studiu a získat tak maturitu,

E: nižší střední odborné vzdělání na dva nebo tři roky, které je ukončeno výučním listem, je určeno pro ty žáky, kteří potřebují speciální vzdělávací potřeby, a připravuje je tak pro výkony jednoduchých činností ve výrobě nebo ve službách,

M: úplné střední vzdělání na čtyři roky, které je zakončeno maturitní zkouškou a snaží se své žáky připravit na uplatnění na středních technických, ekonomických a odborných pracovních pozicích, je možné navázat na studium na vyšších odborných školách nebo na vysokých školách,

L: jedná se o úplné střední odborné vzdělání, které se zakončuje výučním listem nebo maturitní zkouškou, je na čtyři roky a připravuje své žáky na náročné dělnické profese a nižší řídicí funkce, součástí této kategorie je odborný výcvik, který je velmi důležitý, po něm je možné pokračovat na vysokou nebo vyšší odbornou školu,

K: úplné střední všeobecné vzdělání, které je na čtyři roky, jedná se o neprofesní studium na gymnáziích a jedná se především o přípravu na další studium na vysokou nebo vyšší odbornou školu,

P: poslední kategorií je vyšší odborné vzdělávání v konzervatoři, které trvá šest až osm let, jedná se v podstatě o přípravu v uměleckých oborech, která je zakončena vysvědčením o absolutoriu konzervatoře, žák získává titul DiS, což je diplomový specialista, popřípadě se zakončuje maturitou, jedná se o studium pro žáky s výrazným talentem (NUV, 2016).

Vzdělávací obsah je důležitý pro dosažení vzdělávacích cílů a cílů definovaných jako „kompetence“. Vymezit obsah technických předmětů na školách je obtížné. Sousední země mají odlišné pojetí, obsah studia a předměty. Na rozdíl od jiných látek je jeho obsah relativně menší (Serafin, 2016). Žáci se seznámí především s učivem souvisejícím s technickými obory a celky souvisejícími s řešením problémů souvisejících s využíváním techniky. Každá třída má svůj učební plán, jehož výběr vychází z předem stanovených požadavků: potřeby a zájmy žáků, podmínky školy atp.

Podle Bajtoše a Pavelky (1999) by učivo mělo odpovídat fyzické úrovni a psychologickému vývoji žáka. Části učiva by měly být uspořádány od jednodušších po obtížnější a zároveň od známých po neznámé. Nejdůležitější podmínkou pro uspořádání učiva v obsahu technického vzdělávání je uplatňování didaktických zásad. Patří mezi ně například:

- vytvořit optimální podmínky pro učení,
- zaměřit proces učení na mnohostranný rozvoj osobnosti žáků,

- vhodnost, vědeckost, důslednost, jasnost,
- propojit učení se životem a praxí,
- motivace, uvědomění a jednání.

Jsou zde vybrána témata, která jsou pro žáky důležitá a zajímavá a která vycházejí z předchozích zkušeností. Jedná se např. o dopravu, domy, bydliště, technická zařízení a jejich použití nebo materiály. Tematické celky jsou chápány jako celky, i když každé téma se zaměřuje na něco jiného (Kropáč, 2004).

Celosvětově je řešení problémových situací souvisejících s využíváním technologií na prvním místě v technickém vzdělávání. Praxe je doplněna obecnou teorií. Systematicky vymezuje širší záběr předmětu a přispívá k uvědomění, prožívání, poznávání a teoretickému myšlení žáka. Jak uvádí Serafin (2016), technické vzdělávání se v současné době vzdaluje od průmyslově zpracovávaného materiálu a výuka se více zaměřuje na činnosti s papírem, kartonem apod. Finanční náklady technických předmětů se kromě podpory individuální kreativity, flexibility a osvojení postupů vedoucích k technickému myšlení pozitivně projevují i ve snižování počtu zaměstnanců. Ve vztahu k funkcím technického objektu se význam výrazně neliší od uvedených cílů.

Škvorová (2011) definovala čtyřpilířový model výchovy a vzdělávání, který zahrnuje tyto body: učit se vědět, učit se jednat, učit se spolu žít a učit se být.

Podle Honzíkovej a Bajtoše (2004) je jedním z nejdůležitějších úkolů vyučovacího procesu předat žákům kulturu dané společnosti, aby ji mohli dále rozvíjet.

## 2.1 CNC technologie

CNC stroje neboli počítačem řízené výrobní stroje se vyznačují tím, že všechny funkce zodpovídají za řídicí systém stroje. Stroje pracují v automatizovaném cyklu, který zajišťuje vytvořený program. V dnešní době celý proces začíná u CAD programů, kde je vytvořen 3D model požadovaného tvaru. Poté se v CAM programu podrobně naplánují všechny operace a zadají se hodnoty, které stroj potřebuje k výrobě dílu. Tyto zkratky pocházejí z následujícím anglických slov:

NC stroj – Numerical Control (číslicově řízený stroj),

CNC stroj – Computerized Numerical Control (počítačem řízený NC stroj).

Dále je možné sem zařadit slova, která se vyskytují ve spojitosti s obráběním:

DNC – Distributed Numerical Control (centrální počítačové řízení NC strojů),

CAD – Computer Aided Design (počítačová podpora konstrukce),

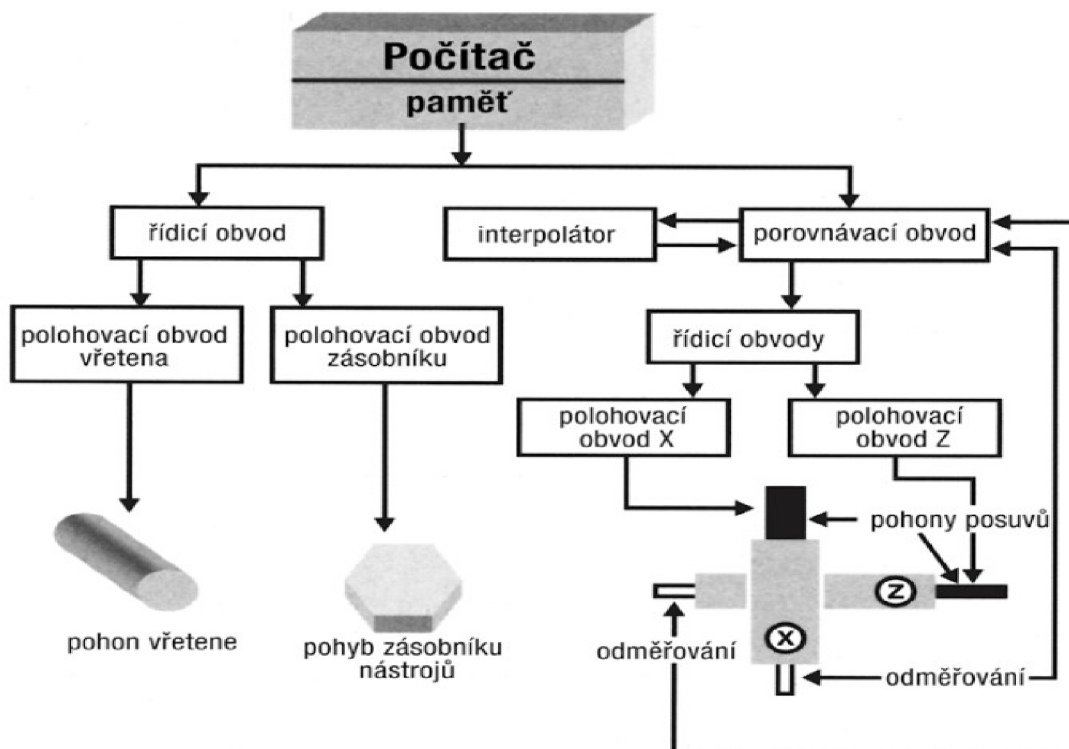
CAM – Computer Aided Manufacturing (počítačová podpora výroby),

CAD/CAM – počítačový systém s integrovanou podporou konstrukce a výroby součástky (Náprstková, 2019).

Po vyplnění a zadání všech parametrů se vytvoří výsledný program, který se odešle do CNC stroje na flash disk nebo elektronicky. Vytvořený NC program obsahuje všechny nezbytné informace pro vykonání potřebných operací při samotné výrobě. Tento program je sestaven z alfanumerických znaků, jejichž posloupnost je pečlivě navržena tak, aby zajistila, že výroba požadované součásti probíhá v souladu s parametry definovanými v zadaném pořadí. Obsahuje geometrická data, která podrobně popisují dráhu nástroje v pravouhlych souřadnicích, technická data, která definují proces a nástroje použité k jeho výrobě, a pomocná data, kterými jsou především příkazy stroje, jako je výměna nástroje nebo otáčky vřetena. Všechny tyto informace by měly zajistit plynulou automatizovanou výrobu. CNC stroje se dnes používají ve všech oblastech strojírenské výroby a moderní průmysl si bez nich lze jen těžko představit. Ve vzdělávacích institucích se frézky a soustruhy používají především pro výuku programátorů (Štulpa, 2006).

Konstrukce NC strojů se vyvíjela od konce 40. let minulého století. První NC stroj byl vyvinut ve Spojených státech amerických a uveden na trh v roce 1952. Computer Numerical Control znamená v češtině číslicové řízení počítačem. Jsou to počítačem řízené stroje. Vzhledem k tempu modernizace strojního zařízení ve strojírenství se využívání informačních technologií stává jednou z hnacích sil tohoto odvětví. V dnešní době již není možné být konkurenceschopný ve strojírenské výrobě bez řádných CNC obráběcích strojů nejen v designu, ale ani v jiných oblastech. Stroj vybavený počítačovým řízením a regulací nahrazuje pomalou a nedokonalou lidskou reakci na očekávané změny ve výrobě. Samozřejmostí je rychlý, přesný a spolehlivý provoz opakujících se funkcí stroje. V technické výrobě se pro tvorbu a řízení programů využívají počítače schopné řídit různé stroje. Výhodou je, že stroje ve výrobě lze velmi rychle přizpůsobit různým typům strojních součástí. To vede ke zvýšení produktivity práce a snížení výrobních nákladů. CNC stroje nacházejí uplatnění ve všech oblastech strojírenské výroby (obrábění, konstrukce, montáž, měření atd.). Tyto stroje dokážou vyrobít i velmi složité součásti, které by nebylo možné vyrobít na konvenčních strojích. U konvenčních strojů operátor provádí veškerou výrobu součástí, od upnutí obrobku až po konečné použití. Tradiční stroje jsou stroje sloužící ke klasickému obrábění a jsou předchůdci NC a CNC strojů (soustruhy, frézky, stolní pily atd.). U NC a CNC strojů se výroba součástí dělí na přípravu a samotný proces obrábění. CNC stroje postupně začaly nahrazovat jednofunkční automaty a konvenční stroje, které jsou dnes vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu. Samozřejmě bez základních znalostí klasické technologie zpracování, správných řezných podmínek a vhodných nástrojů není možné dosáhnout požadovaných výsledků (Štulpa, 2006).

Na následujícím obrázku č. 1 je možné vidět schéma složení CNC stroje, které je sestaveno jednoduchým způsobem (Štulpa, 2015).



Obrázek č. 1 – Blokové schéma CNC obráběcího stroje (Štulpa, 2015).

**Počítač** – průmyslový počítač má uložený řídicí systém (dále jen ŘS), do kterého lze prostřednictvím ovládacího panelu zadávat příkazy nutné pro ruční obsluhu CNC stroje. Pokud není program vytvořený mimo stroj, který by bylo možné umístit na stroj, je možné program vytvořit ručně přímo na stroji pomocí RS.

**Řídící obvody** – zde se převádějí logické signály a generují se vysokoproudé elektrické signály, které přímo řídí jednotlivé části stroje.

**Interpolátor** – řeší pracovní dráhu definovanou geometrií a zahrnuje potřebné korekce. Vypočítá komponenty cesty z počátečního bodu do cílového bodu. Tím je zajištěna geometrická přesnost výrobku.

**Referenční bod** – každý stroj je vybaven tzv. přenášecí vazbou, která přenáší informace o dosažených rozměrech a hodnotách, které jsou následně porovnávány s hodnotami zadanými v našem programu.

Každý CNC stroj má svůj předem určený pracovní prostor, ve kterém se musí pohybovat. Řídicí systém stroje ihned po zapnutí aktivuje souřadnicový systém, který umožňuje určit jeho polohu. V souřadnicovém systému je několik referenčních bodů, se kterými by se měli žáci (nebo jiná obsluha stroje) seznámit před prací s CNC strojem (Marek, 2018).

**M** – nulový bod stroje – je specifikován výrobcem a je výchozím bodem pro všechny ostatní souřadné systémy stroje a referenční body. Ani programátor jej nemůže změnit. U frézky je nulový bod stroje M obvykle vlevo, vpředu z pohledu

obsluhy. Jedná se o polohu v krajních polohách stolu frézky v obou osách. U soustruhu je tento bod v místě zakončení vřeteníku přírubou.

**W** – nulový bod obrobku: programátor nebo uživatel sám nastaví nulový bod obrobku tak, aby byl pro něj co nejvýhodnější. Z toho bodu se pak vypočítává celý program součásti. K nastavení nulového bodu obrobku se používá funkce G54 až G59. Jeho hodnoty se zapisují a ukládají do dat v řídicím systému. NC program pak musí obsahovat na začátku příkaz na vyvolání tohoto nulového bodu (Marek, 2018).

Abychom mohli polohu nulového bodu obrobku W do řídicího systému stroje uložit, je potřeba jej změřit, to můžeme udělat následujícími způsoby:

1. Určení nulového bodu obrobku dotykem nástroje – je to nejjednodušší a nejpoužívanější metoda. Lehce se nástrojem dotkne obrobku přes např. tenký papír a do tabulky nulových bodů zapíše souřadnice, které mu stroj ukáže. Soustružení touto metodou určuje pouze osu Z, kde se dotýká povrchu obrobku. Nepotřebuje řešit osu X soustruhu. Při frézování jsou definovány všechny tři osy. Pro bezpečnější určení nulového bodu lze nástroj (nebo obrobek) roztočit a polohu určit tzv. naškrábnutím. Metoda je méně přesná.

2. Určí se nulový bod obrobku měřicí sondou – jedná se o jednu z nejpřesnějších a nejrychlejších metod. Při této metodě se používají velmi přesné dotykové senzory, které umožňují i měření obrobku. Obráběcí centra již dnes mívají ve výbavě integrovanou měřicí sondu a určení nulového bodu obrobku tak může být automatizované, stačí dodržet přibližnou polohu dílce.

**R** – vztažný bod stroje: je určen výrobcem a nachází se v pracovním prostoru stroje. Výrobce přesně změří vzdálenost mezi referenčním bodem R stroje a nulovým bodem M stroje a zanesení do paměti řídicího systému. Referenční bod je obvykle realizován koncovými spínači. Při každém spuštění CNC stroje je nutné najít referenční bod stroje, aby ŘS dokázal rozpoznat svou polohu v souřadnicovém systému podle souřadnic referenčního bodu. Stroj přidá korekce k vybranému nástroji.

**P** – špička nástroje: používá se k definování korekce délky nástroje.

**F** – vztažný bod supportu nebo vřetene: toto je bod výměny nástroje. Nachází se na povrchu revolverové hlavy a na hřídeli v soustruhu nebo frézce, na povrchu vřetena na jeho ose otáčení. Nastavení délky nástroje se vztahuje k bodu F.

**E** – bod upevnění nástroje: bod na držáku nástroje, který se při upevnění shoduje s bodem F. Korekce nástroje musí být stanoveny mimo stroj (Marek, 2018).

*„Číslicově řízené výrobní stroje (CNC) jsou charakteristické tím, že ovládání pracovních funkcí stroje je prováděno řídicím systémem pomocí vytvořeného programu. Informace o požadovaných činnostech jsou zapsány v programu pomocí alfanumerických znaků. Vlastní program je dán posloupností oddělených skupin znaků, které se nazývají bloky nebo věty. Program je určen pro řízení silových prvků stroje a zaručuje, aby proběhla požadovaná výroba součástí.“ (Štulpa, 2006, s. 9)*

Jelikož se oblast CNC techniky stále rozvíjí, je nutné vývoj oboru neustále sledovat. Inovace je proto nutné pružně zavádět jak do výroby, tak do samostatného studia žáků a studentů na středních školách i vysokých školách. Z toho vyplývá, že výuka žáků, kteří se učí obráběčem kovů, by měla zahrnovat i základy práce s CNC stroji a základy programování. Výhodou je, že vzdělávací instituce nebo střední a vysoké školy, které se zaměřují na strojírenskou výrobu, vybavují své dílny CNC stroji a softwarem pro tvorbu programů pro tyto stroje. To dělá ze žáka velmi žádanou a kvalifikovanou pracovní sílu na trhu práce. V současné době je těchto kvalifikovaných lidí ve strojírenství nedostatek a situace se bude v budoucnu zhoršovat (Náprstková, 2019).

## **2.1 Výhody a nevýhody CNC strojů**

### VÝHODY:

- Hospodárnější a produktivnější výroba (obsluha více strojů, rychlá výměna nástrojů, výkonnější stroje a nástroje, automatizace výroby),
- snadná změna programů (rychlá reakce na změnu v programu, snadný přechod na jiný produkt),
- snížení vedlejšího času (automatická výměna obrobků),
- vyšší přesnost, kvalita, minimální zmetkovitost, zvyšování bezpečnosti výroby,
- možnost výroby složitějších součástí (3D, záporné úhly),
- více operací na jedno upnutí,
- není potřeba speciální příslušenství (dělička, otočný stůl),
- snížení závislosti na obsluze (může mít nižší kvalifikaci) (Svoboda, 1998).

### NEVÝHODY:

- Vyšší pořizovací cena stroje příslušenství a nástrojů,
- vysoké provozní náklady (splátky, náhradní díly, servis, opravy),
- vyšší kvalifikace pracovníků (programátoři, seřizovači),
- absence ručního ovládání (Svoboda, 1998).

## 2.2 Provedení seřízení a obsluha CNC stroje žákem

Žáci nastupující do odborného výcviku se vyučují na několika pracovištích. Podle ročníků a předmětů se dělí na frézovací, soustružnické a programátorské práce a předměty s využitím CNC stroje. Porozumění zpracování, obsluze, seřizování, údržbě a programování CNC strojů vychází z potřeby zvládnout zpracování konvenční metodou (soustruh, frézka). Žák získá tyto znalosti a dovednosti klasického strojního zpracování během druhého ročníku odborného výcviku. Na škole žák získává teoretické znalosti z technických předmětů technologie, technická dokumentace a technologie projektování. Žáci mohou obsluhovat, seřizovat a programovat CNC stroje na konci druhého ročníku a během třetího ročníku. Při výuce na konvenčních strojích si žák ověřuje osvojené teoretické znalosti, podniká potřebné kroky k osvojení dovedností všech metod klasického zpracování. Žák se musí důkladně seznámit se skladbou jednotlivých částí konvenčního stroje, se základními pohyby, jak odebírat materiál z obrobku nástrojem, jaké nástroje je možné použít ke zpracování, způsoby fixace obrobků a samozřejmě musí znát volbu vhodné a ekonomické techniky zpracování (Serafin, 2018).

Princip CNC zpracování je založen na klasickém soustružení nebo frézování. Jen s tím rozdílem, že základní pohyby a ovládání stroje nedělá člověk, ale odpovídající řídicí systém CNC stroje. Aby žáci správně pochopili a naučili se programovat a používat CNC stroje, musí učitel jasně a srozumitelně vysvětlit základy programování a srozumitelně prezentovat jednotlivé kroky k použití stroje. Učitel musí zvolit vhodnou formu výuky, např. skupinové učení nebo individuální učení s CNC strojem. To je důležité, aby žák získal větší kompetenci v práci se strojem, v tomto případě se může lépe zbavit strachu při práci se strojem, lépe se naučit všechny kroky při seřizování stroje. Pokud žák při nějaké činnosti udělá chyby, po upozornění učitelem si je lépe zapamatuje a příště už je většinou neudělá, nebo jen v menší míře. Samozřejmě záleží na osobnosti a schopnostech každého žáka. Výukou používání a programování CNC strojů se žák postupně seznamuje s tvorbou a psaním NC programů v rámci jednotlivých předmětů, dále s popisem jednotlivých částí CNC strojů, jejich údržbou, seřizováním a používáním strojů. Žáci se naučí vše potřebné k plnému ovládání a seřízení strojů od základu. Pokud jde o programování a psaní, žáci většinou pracují v počítačové učebně vybavené počítači, které mají nainstalované stejné řídicí systémy, jaké používají výukové CNC stroje. V počítačové učebně probíhá výuka prezenční nebo skupinová. V hodinách PC střídavě ve skupinách nebo individuálně kontrolují a seřizují CNC stroj. Zde pod vedením učitele provádějí všechny potřebné kroky k získání a vyzkoušení teoretických znalostí dokonalé obsluhy a nastavení stroje. Žák musí ovládat následující základní kroky v obsluze stroje: zapnutí a vypnutí stroje, umístění nástrojů do držáků, připevnění držáku k hlavě přípravku, umístění nástroje do stroje, měření nástrojů,

seřízení upínacích čelistí, správný způsob upevnění obrobku, zadání nulového bodu obrobku, programování obrobku, spuštění programu a následné zpracování, výrobu dílu a údržbu a čištění stroje. Pokud žák tyto dovednosti nemá, nemůže být připuštěn k závěrečné zkoušce nebo maturitní zkoušce (Kropáč, 2006).

## **2.3 Obory s CNC technologiemi**

CNC technologie se používají především v oborech mechanik seřizovač, strojírenství (kovo obory), operátor dřevařské a nábytkářské výroby (dřevo výroby). Tyto technologie již dnes bývají standardem na školách a pokud má škola tuto technologii, nejsou zde ve velké míře k dispozici výukové prostředky – spíše dodavatel technologie poskytne manuál přímo na jeho stroj nebo výrobek.

### **2.3.1 Programátor a seřizovač CNC strojů**

Jedná se o zaměření oboru Mechanik seřizovač, které odráží specializaci a pružně reaguje na změny spojené se 4. průmyslovou revolucí. Se vzděláváním velmi úzce souvisí i rozvoj Průmyslu 4.0. Jeho rozvoj ovlivňuje nejen vzdělávací systém, ale vzdělávání působí i opačně a jeho kvalitní a správně zacílená aplikace, která rozvíjí žádané dovednosti žáků a studentů, může významně přispět k rozvoji oboru. Absolvent učebního programu programování a obsluha CNC strojů je středoškolsky vzdělaný zaměstnanec, který má všeobecné i odborné vzdělání, tzn. má znalosti, dovednosti a postoje potřebné k výkonu zvoleného oddělení. Ví, jak spolupracovat s odborníky v oblasti mechaniky, automatizační techniky a příbuzných oborů. Absolvent je připraven navrhovat a budovat CAD aplikace a navrhovat výrobní technologie. Navíc umí vytvářet programy pro CNC výrobní stroje včetně seřizování, korekce chyb, a dokonce i vyhodnocování vlastní výroby dílu pomocí softwaru s 3D měřicími stroji. Umí pracovat s CNC stroji a řídicími systémy strojních center Heidenhain, Siemens Sinumeric a Fanuc. Může se podílet na spolupráci PLC automatů a programů pracoviště robotů. Může aktivně pracovat ve stavebnictví, technologii, údržbě obchodních služeb, technických službách a provozní údržbě v oborech automatizace, automatické výrobní linky, hydraulické, pneumatické, elektrické a mechanické části robotických pracovišť, měřicí a řídicí technika, komunikační a zabezpečovací technika atd. Absolventi mohou pokračovat ve studiu na odborných vysokých školách nebo univerzitách. Pokračuje se zpravidla v technice, ale často i v oblastech dopravy a spojů, informatiky a informačních technologií (VOŠ, OA Chotěboř, 2023).

#### **Typická zaměstnání nebo profese**

- Kontrolor – obsluha CNC strojů.
- CNC strojník a systémový programátor.
- Operátor CNC automatizovaného výrobního stroje.



- Designér.
- Technik kontroly napájení.
- Technik pro automatizované práce diagnostik a zkušební technik programátor (od logických funkcí po PLC, např. jako vestavěné CNC subsystémy) (MŠMT, 2023).

### **Stručný popis oboru**

Studium se skládá z všeobecně vzdělávacích předmětů (čeština, němčina, angličtina, matematika, fyzika, tělesná výchova práce na počítači) a technických a elektrotechnických předmětů (strojírenství, technická dokumentace, CAD konstrukce, stroje a zařízení, technická měření technické mechaniky, automatizace obráběcích strojů, automatizace a robotizace). Znalosti potřebné k absolvování imatrikulačního stupně jsou získávány jak v teoretických a odborných předmětech, tak i v praxi. Velká pozornost je věnována výuce informačních technologií, zejména jejich aplikaci a využití v dalších technických oborech, jako je návrh a konstrukce komponentů, spojovacích prostředků a strojů, programování CNC strojů, PLC, automatizace a robotizace. Žáci pracují v CAD/CAM systémech s programy Inventor, SolidWorks, Surfcam, Solidcam, ArtCam. Odborné kurzy prohlubují používané technické materiály, konstrukci a obsluhu strojů, výrobní technologie, CNC programování, automatizaci a robotizaci výrobních linek a pokročilé řízení výroby. Žáci během studia absolvují stáže v odborných partnerských firmách, kde znalosti získávají a doplňují formou projektů a stipendijních programů. Žáci jsou po celou dobu studia vedeni k dosažení co nejlepšího výsledku se zaměřením na kvalitu a učí se chápat kvalitu práce jako důležitý prostředek konkurenceschopnosti (VOŠ, OA Chotěboř, 2023).

### **2.3.2 Operátor dřevařské a nábytkářské výroby**

Tento obor vyučuje ruční a strojní výrobu nábytku, zaměřuje se na technické postupy zpracování dřeva, navrhování a plánování bytových a jiných interiérů, zaměřuje se dále na základní znalosti a dovednosti restaurování. Jsou zde vyučovány základy používání moderních konvenčních strojů, organizace a správa dřeva a nábytku, používání příslušných strojů a zařízení. Cílem výuky je zvládnout složité výkresy a technickou dokumentaci v CAD/CAM aplikacích včetně renderování. Žáci tedy znají základní postupy programování a obsluhy CNC strojů. Mohou se věnovat optimalizaci výroby, přípravě rozpočtů a ekonomickému hodnocení výroby. Žáci zvládají základy uměleckého zpracování dřeva a restaurování.

Absolvent oboru je středoškolsky vzdělaný zaměstnanec, který má všeobecné i odborné vzdělání. Uplatnění najde v dřevozpracujícím průmyslu a příbuzných oborech. Může pracovat jako plně kvalifikovaný odborník ve všech aspektech výroby, jako technik se znalostmi konstrukce, provozu a technologie nebo řídit vlastní firmu v tomto

oboru. Absolvent umí samostatně pracovat s jednotlivými prvky sortimentu dřevěných výrobků. Při své práci může využívat širokou škálu dřevoobráběcích strojů a nástrojů, včetně nejmodernějších počítačem řízených CNC strojů, které si může sám nainstalovat a naprogramovat. Umí navrhovat interiéry obytných i jiných prostor a pomocí informačních technologií zpracovávat profesionální dokumentaci pro výrobu. Absolventi mohou pokračovat ve studiu na vysoké škole (MŠMT, 2023).

### **Stručný popis oboru**

Výuka všeobecně vzdělávacích předmětů (český jazyk, německý nebo anglický jazyk, matematika, fyzika, tělesná výchova, práce s počítačem) a specializovaných dřevařských předmětů (stavba, materiály, odborné kreslení, stroje a zařízení, technologie, ekonomika). Informace potřebné k absolvování maturity jsou získávány jak ze všeobecně vzdělávacích a odborných předmětů, tak z praktického vzdělávání. Učivo odborných předmětů vychází ze základních přírodovědných znalostí žáků a vytváří podmínky pro pochopení struktury a chemického složení dřeva ve vztahu k jeho fyzikálním a mechanickým vlastnostem. Zaměřuje se na získání přehledu o nejdůležitějším hmyzu a škůdcích, znalost a využití hlavních druhů dřeva. Učí se o materiálech používaných v dřevařském průmyslu, a to jak z hlediska jejich složení a vlastností, tak i praktických aplikačních metod výrobního procesu. Kromě toho se studium zaměřuje na návrhy interiérů bytových a nebytových budov a zpracování dokumentace související s jejich výrobou pomocí informačních technologií a různých programů dřevařského a nábytkářského průmyslu. Žáci také vědí, jak nakládat s finanční bilancí výroby. Učivo oblasti technologického obsahu je seznamuje se způsoby zpracování jednotlivých materiálů v dřevozpracujícím průmyslu. Žák se seznámí s ručními, strojními a automatizovanými výrobními metodami. Učí se, jak výrobní operaci správně provést, a proč je tato metoda nejvýhodnější. Učivo odborného vzdělávání je klíčové pro profesní vzdělávání žáků. Žáci se seznámí s materiálem a jeho zpracováním, procvičí si základní i složitější práce včetně použití číslicově řízených strojů a jejich programování. Učí se identifikovat a analyzovat problémy, volit a navrhovat optimální řešení daných situací, vytvářet a dodržovat efektivní postupy k realizaci těchto řešení, řešit problémy rychle a efektivně. Absolvent oboru umí připravit, kvalifikovaně řídit a organizovat individuální i sériovou výrobu dřevařské nebo nábytkářské výroby nebo jejich částí. Dbá na dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na pracovišti, hospodaří ekonomicky a v souladu se strategií udržitelného rozvoje.

### **2.3.3 Mechanik seřizovač**

Studium se skládá z všeobecně vzdělávacích předmětů (čeština, němčina, angličtina, matematika, fyzika, tělesná výchova, práce s počítačem) a technických a elektrotechnických předmětů (strojírenství, technologie, technická dokumentace, CAD konstrukce, stroje a zařízení, technická mechanika, technická měření, automatizace obráběcích strojů, automatizace a robotika). Znalosti potřebné k absolvování imatrikulačního stupně jsou získávány jak v teoretických a odborných předmětech, tak i v praxi. Při výuce informačních technologií je kladen zvláštní důraz na její uplatnění a využití v dalších technických oborech, jako je návrh a konstrukce komponentů, spojovacího materiálu a strojních zařízení, programování CNC strojů, PLC strojů, automatizace a robotizace. Žáci pracují v CAD/CAM systémech s programy Inventor, SolidWorks, Solidcam, ArtCam. Odborné útvary podrobně seznamují s používanými technickými materiály, konstrukcí a využitím strojů, výrobními technologiemi, CNC programováním, automatizací a robotizací výrobních linek a vyššími úrovněmi řízení výroby. Žáci během studia absolvují stáže v odborných partnerských firmách, kde získávají a doplňují získané znalosti formou projektů a stipendijních programů (VOŠ, OA Chotěboř, 2023).

#### **Typická zaměstnání nebo profese**

Servisní technik, opravář, konstruktér, diagnostik hledající poruchy a příčiny poruch, zkušební nebo kontrolní technik, technik údržby – mechanik, regulátor strojů nebo strojních systémů a technik složitých strojů, programátor CNC strojů, vedoucí prodejny, dispečer, konstruktér práce, technický manažer provozu atd. (MŠMT, 2023).

### **2.4 Kvalifikace obsluhy CNC strojů**

Kvalifikace závisí na typu výroby, počtu kusů, složitosti a opakovatelnosti komponentů. Při vysoké sériovosti či opakovatelnosti výroby pracovník odebírá hotové kusy, ovládá stroj a může se starat o drobnou údržbu související s výrobou. Mezi hlavní funkce služby patří výměna opotřebovaných nástrojů, průběžná kontrola vyráběného produktu, přesnost zpracování. Při krátkých výrobních časech, v malých sériích, je přítomnost operátora nezbytná, když není implementována automatizace výroby, například výměna nástroje nebo výměna obrobku za nový. Vedoucí odebírá hotové obrobky a provádí kontrolu zpracování jak podle přesnosti měřených ploch, tak podle kvality zpracování. Uživatel musí být schopen zvládnout potřebná měření a včas korigovat odchylku měření pomocí korekcí nástroje. Musí také detekovat opotřebovaný nástroj a vyměnit vložku nástroje. Při poměrně dlouhé době zpracování lze ovládat dva stroje současně, samozřejmě za podmínky vhodně zvoleného uspořádání strojů a tak,

aby bylo možné provoz stroje kontrolovat i sluchem. Díky vysoké sérii, opakovatelnosti a automatizaci výroby manažer řídí chod stroje, odebírá hotové výrobky ze zásobníků a připravuje nové podnosy ke zpracování. Ví, jak odstranit drobné poruchy strojů a nástrojů. Krátké výrobní časy mají za následek neustálou přítomnost a pozornost obsluhy, dlouhé časy lze využít k obsluze více strojů. Po základních zkušenostech a seznámení se s funkcemi stroje a programem zvládne řidič editaci programu a programování nízkonákladových produktů (Skalková, 2007).

Kvalifikační požadavky jsou značně odlišné a při dnešním nedostatku kvalifikovaných pracovníků realizují agentury práce v rámci rekvalifikačních programů kurz na obsluhu CNC strojů. Kurzu se účastní, jak mladí lidé, kteří nenašli uplatnění v oboru, který studují, tak lidé středního a staršího věku, kteří jsou dlouhodobě ve správě úřadu práce. Na kurzu je možné se setkat s kuchaři, malíři, zedníky, středoškoláky, ale i absolventy vysokých škol. Kurz je určen i pro strojní zámečníky, údržbáře, obráběče kovů, kteří si rozšiřují své odborné zaměření o nové poznatky a technologie.

### 3 DIDAKTICKÉ PROSTŘEDKY A POMŮCKY

Maňák (2003, s. 49) ve své publikaci zmiňuje, že „prostředky se v širokém smyslu chápou jako předměty a jevy sloužící k dosažení vytyčených cílů. Podobně je tomu též v pedagogice a didaktice, kde termín prostředky v širokém smyslu zahrnuje vše, co vede k splnění výchovně vzdělávacích cílů. Rozlišují se prostředky nemateriální (např. znalosti, metody, organizační formy apod.) a prostředky materiální, které se vztahují na konkrétní předměty a jevy. Analytický přístup k pedagogickým kategoriím však vyžaduje, abychom termín didaktické prostředky (v užším smyslu) vztahovali jen na předměty a jevy materiální povahy.“

Vaněček (2016) pod pojmem didaktické nástroje chápe výukové nástroje, které zobrazují všechny předměty a jevy, které slouží k dosažení stanovených cílů. Didaktika podle něj považuje za materiální vše, co vede k realizaci vzdělávacích cílů. Mezi didaktické nástroje patří také organizační formy a vyučovací metody, dovednosti, návyky, informace, učební pomůcky, přímý materiál, který zprostředkovává žákům poznatky o faktech nebo konkrétních jevech, které mají konkrétní didaktický úkol.

V každodenním vzdělávání se aktuálně využívají různé učební nástroje, jejichž účelem je pomoci žákům a studentům dosáhnout cílů, které jsou definovány vzdělávacím procesem. Všechny tyto učební pomůcky jsou tedy rozděleny do dvou následujících skupin – didaktické pomůcky na straně jedné a didaktická technika na straně druhé. Didaktické prostředky se poté mohou dělit na materiální a nemateriální.



Obrázek č. 2 – Rozdělení didaktických prostředků (Dostál, 2008).

Petty (2008) ve své publikaci vychází z dostupné teorie, která říká, že žáci při výuce nejvíce využívají verbální komunikační kanál, ale pokud by používali vizuální informace, mohlo by být jejich učení efektivnější. Proto považuje za výhodné, že názorné pomůcky mohou přitáhnout pozornost žáků, mohou do výuky přinést potřebnou změnu a vzbudit v žákovi zájem o studium. Pro žáky můžou pomůcky znamenat také napomáhání v konceptualizaci, snadnější zapamatování a mohou být indikátorem zájmu, vzhledem k tomu, že je vidět učitelova snaha zavádět nové postupy do výuky. Didaktické pomůcky jsou dle Maňáka (2003) důležitou didaktickou kategorií, která zahrnuje všechny hmotné předměty. Tyto hmotné předměty zajišťují, podmiňují a zkvalitňují průběh celé výuky a učení, čímž napomáhají dosahovat vzdělávacích cílů.

Dostál (2008) dodává, že „učebními pomůckami je cokoli, co učitel a žák používá k dosažení stanovených cílů. Didaktickými prostředky jsou také vyučovací metody, formy výuky, média, didaktické zásady, učebny, pomůcky a další“.

Podle Chromého (2011) jde učitel výukou určitým způsobem, když chce žákům zprostředkovat obsah učiva - tzv. obsah hodiny. Učitel však může tento obsah prezentovat různě, je možné zvolit jiné postupy, metody, nástroje atp. Jsou zde vyjádřeny názory, které zahrnují didaktické nástroje, hmotné i nehmotné. Ne všichni autoři používají stejné dělení, někteří chápou pod pojmem didaktické prostředky pouze materiální prostředky. Didaktickým prostředkem se však v této práci rozumí téměř vše, co učitel a žáci při výuce a učení používají.

Petlák (2004) také vymezuje hlavní funkce didaktických pomůcek, kterými jsou:

- informativní (žák získává základní znalosti),
- formativní (žák pracuje s nástroji a technikami, experimentuje),
- instrumentální (žák získává dovednosti a návyky),
- motivující (žák projevuje zájem o předmět, probíranou látku),
- systematizované (žák své znalosti zařadí do systému),
- názorné (žák získá konkrétní a ucelenou představu),
- zdroj a přenašeč informací (žák získá více znalostí a zkušeností pozorováním, které dále aplikuje),
- racionální a ekonomické (učení se pro žáky stává rychlejší a jednodušší), což usnadňuje přechod od teorie k praxi (žák snadno aplikuje získané znalosti a zkušenosti v praxi) a podpůrné samoučení (žák je motivován k samoučení, tedy k tréninku i mimo studium).

Při definování činností, jako u většiny pojmů souvisejících s pedagogikou, nelze definovat absolutní a jedinečné hodnotící kritérium. Opět existuje několik definic učebních pomůcek a funkcí učebních pomůcek, z nichž žádná není chybná ani definitivní. V následující tabulce jsou didaktické prostředky rozřazeny mezi materiální a nemateriální, jsou k nim uvedeny názvy a jejich příklady.

Tabulka č. 1 – Didaktické prostředky (Chromý, 2011).

<b>Didaktické prostředky</b>			
<b>Materiální prostředky</b>	<b>Materiální prostředky</b>	<b>Nemateriální prostředky</b>	<b>Nemateriální prostředky</b>
<u>název prostředku</u>	<u>charakteristika,</u> <u>příklady</u>	<u>název prostředku</u>	<u>charakteristika,</u> <u>příklady</u>
výukové prostory a jejich zařízení	učebny, laboratoře, nábytek v nich, osvětlení	obsah výuky	učivo, znalosti, dovednosti
potřeby žáků a pedagoga	psací potřeby, sešity, poznámkové sešity	výukové metody	prostředky, kterými je dosahováno cílů výuky
technické výukové prostředky	nepromítaný záznam, projekční technika	formy výuky, organizace	organizace činností žáků a pedagoga
další materiální prostředky	stojany, kabely	další nemateriální prostředky	rozvrh školy, prostředky k evidenci

### **3.1 Nemateriální prostředky**

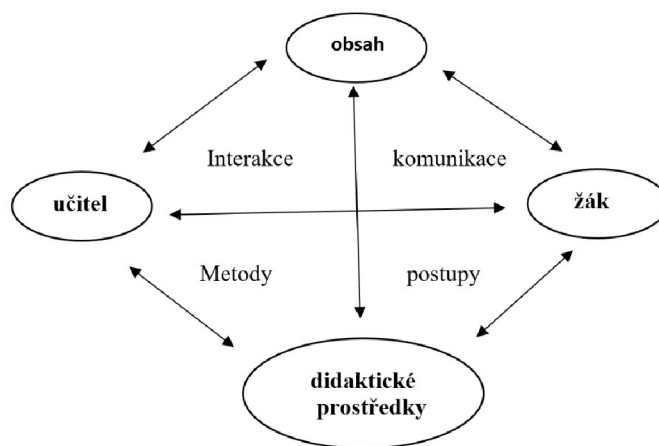
Tyto prostředky zahrnují především různé organizační formy vyučování. Řadí se sem také školní zaměstnání či praxe v dílnách a na pozemcích. Je možné se bavit také o praxích, cvičeních a zkouškách. Tyto prostředky se dále dělí na vyučovací metody, organizační formu výuky, didaktické zásady a pedagogické mistrovství. První dvě metody zde budou detailněji popsány.

#### **Vyučovací metody**

Skalková (2007) popisuje vyučovací metody jako určitý prostředek, který slouží k dosažení stanovených studijních cílů. Pomocí metod se propojuje účel a obsah pedagogického procesu s jeho výsledkem. Univerzální je verbální metoda. Pro vyučující to může být nástrojem pro efektivní a rychlý přenos potřebných informací. Kalhouse (2002) dodává, že tyto metody patří k hlavním kategoriím školní didaktiky. Jedná se tedy o metodu cesty k cíli a metodu učení.

1. Metody z hlediska pramene poznání a typů poznatků – aspekt didaktický:

- a) metody slovní
    - monologické metody
    - dialogické metody
    - metody písemných prací
    - metody práce s učebnicí, knihou anebo textovým materiálem
  - b) metody názorně demonstrační
    - pozorování předmětů a jevů
    - předvádění různých předmětů nebo činností
    - demonstrace statických obrazů
    - projekce statická a dynamická
  - c) metody praktické
    - nácvik pohybových a pracovních dovedností
    - laboratorní činnosti žáků
    - pracovní činnosti v dílnách nebo na pozemcích školy
    - grafické a výtvarné činnosti
2. Metody z hlediska aktivity a samostatnosti žáků, jedná se o psychologický aspekt.
  3. Charakteristika metod z hlediska myšlenkových operací, jedná se o logický aspekt.
  4. Varianty metod z hlediska fází výchovně vzdělávacího procesu, jedná se o vzdělávací aspekt.
  5. Varianty metod z hlediska výukových forem a prostředků, kde se jedná o organizační aspekt.
  6. Aktivizující metody, kde se jedná o aspekt interaktivní.



Obrázek č. 3 – Grafické znázornění výuky (Maňák, 2003).

V teoretických předmětech je používán spíše předmět monologu, kdy se jedná o přednášku či výklad. Může se jednat o předměty jako je logistika nebo finanční



služby, kde se uplatňují především ústní metody. Vyučující zde poskytuje vysvětlení celé třídě jako skupině. V odborných vzděláváních se využívá spíše dialogová metoda, kdy žák mluví s učitelem, čímž využívá metodu samostatné a problémové práce, při které je třeba řešit související problémy, jak vyžaduje jeho zadavatel. S dialogovou metodou je možné se setkat také při hodinách cizího jazyka, kdy je třeba se zaměřit na diskusi mezi učitelem a žákem nebo mezi žáky navzájem. V odborném výcviku je možné se setkat s názornou demonstrační metodou, kdy učitel žákům ukáže, jaký odborný software mají využívat, jak je třeba v něm pracovat a jak zadávat individuální požadavky. V tomto případě jsou důležité praktické metody, a to především pro dosažení konečné kompetence, kdy je třeba si procvičovat pohyb a praktické činnosti. Od absolventa se zde očekává rychlé a samostatné zvládnutí všech praktických úkolů. Žák neustále pracuje, manipuluje a je v kontaktu s reálnými předměty. V odborném výcviku je tedy možné se setkat s různými metodami. Patří sem také práce s odbornou dokumentací, instruktáž, simulačními metodami, inscenačními metodami, cvičeními a podobně.

### **3.2 Materiální prostředky**

Didaktické pomůcky mohou pomoci nejen učitelé, ale i žákům při studiu, pokud jsou správně a adekvátně využívány. Učitelé těží z jejich používání z několika důvodů. Hrbek a Pánek (1983) tvrdí, že učitelé jsou oporou výkladu, nejen jakousi osnovou, ale i nástrojem k řešení těžko popsatečných problémů. Učitel může používat schémata, obrázky, tabulky, jevy nebo předměty. Proto mohou významně přispět k výuce úsporou času. Naopak náročnější je domácí příprava a získání veškerého materiálu, učitel musí efektivně kombinovat pomůcky s učebním obsahem, což vyžaduje pečlivou přípravu a reflexi hodiny (Hrbek, Pánek, 1983).

V téže publikaci se uvádí, že i využívání materiálních prostředků žákům často usnadňuje práci. Pokud mají například možnost vidět složitý materiál – to znamená, že je například promítáno nebo mohou sledovat video – pomáhá jim to absorbovat informace. Totéž platí pro sluchové vnímání, které může také pomoci při zapamatování materiálu. V některých předmětech je možné si na zpracovávaný materiál i sáhnout, tzn. použít jiný smysl. Samozřejmě nelze pominout fakt, že výuka se stává pro žáky zajímavější, motivující a atraktivnější, když jsou zdroje funkčně využívány (Hrbek, Pánek, 1983).

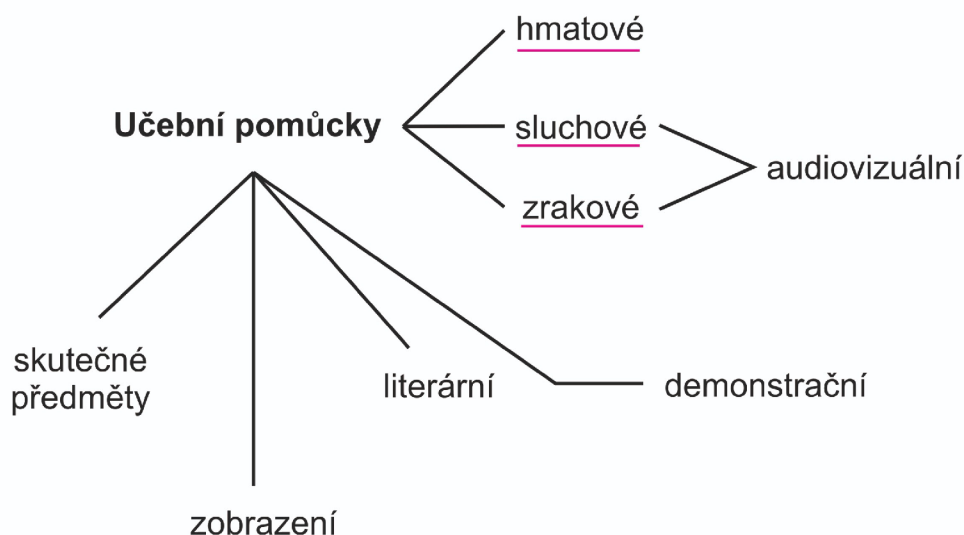
Didaktické materiály nejsou na všech školách stejné, záleží na ekonomické situaci a samozřejmě na odborném zaměření škol.

Chromý (2011) uvádí, že při nástupu do školy se učitel musí seznámit s tím, jaké prostředky má k dispozici a jaká pravidla platí pro jejich použití (opakováním

s ostatními učiteli apod.). Nikdy by neměl zapomínat na správnou hygienu při používání věcných prostředků – zatemnění učebny při použití dataprojektoru apod. Jak již bylo řečeno, každý autor zařazuje pod věcné didaktické prostředky jiné pojmy. Popsat všechny zdroje podle různých předmětů není možné, tato práce se proto zaměří na ty, které jsou na českých školách často zastoupeny a mají své důležité místo pro učitele i žáky.

## UČEBNÍ POMŮCKY

Učební pomůcky jsou v seznamu výukových materiálů na prvním místě. Úzce souvisí s obsahem vzdělávání, formou a způsobem práce, vzájemně se určují a ovlivňují. To ovlivňuje učební aktivity žáka podle stanovených cílů. Průcha, Walterová a Mareš je popisují jako „tradiční názvy předmětů, které zprostředkovávají nebo napodobují realitu, zvyšují viditelnost nebo usnadňují výuku a porozumění“ (2003, s. 257).



Obrázek č. 4 – Schéma učebních pomůcek (Hladílek, 2009).

Učební pomůcky plní roli přímého přenosu informací, přibližují vzdálenost, zvětšují malé, zmenšují příliš velké, konkretizují abstraktní, odhalují skryté nebo upřesňují komplex. Mohou být použity při živém vystoupení či přednášce nebo společně s využitím didaktické techniky. Podílejí se na individuálních činnostech žáků, pozorování, vyhledávání učebních informací, materiální činnosti a práci žáků ve skupinách a třídních kolektivech. Učební pomůcky se stávají kanálem přenosu informací mezi učitelem a žáky. Učební pomůcky mohou sloužit jako přenašeč pro tyto informace (Hlavatý, 2002).

Rambousek (1989) rozlišuje charakteristiky učebních pomůcek takto:

1) Původní položky a skutečná fakta:

A. přírodní předměty – v původním nebo pozměněném stavu (minerály, rostliny, vycpaná zvířata, přípravky, výbrusy atd.)

B. výrobky a výtvořky – v původním nebo upraveném stavu (stroje, přístroje, nástroje a sbírky vzorků, umělecká díla atd.)

C. jevy a děje – fyzikální, chemické, biologické atd.

D. zvuky – skutečné zvuky, vokální a hudební projevy

2) Ukázání a prezentace předmětů a faktů:

A. modely – statické, funkční, povrchové atd.

B. prezentace – prezentovaná přímo nebo pomocí didaktické techniky (školní obrázky, fotografie, mapy, schémata)

C. záznamy zachycené pomocí zvuku – magnetické, mechanické anebo optické

3) Textové nástroje:

A. učebnice (klasické, pracovní, programované)

B. pracovní materiály (sešity, úkoly, naprogramované texty, tabulky, atlasy atd.)

C. doplňková a pomocná literatura

4) Prezentace a programy jsou prezentovány pomocí didaktických technik:

A. pořady – talk show, pořady školního rozhlasu, školní televize atd.

B. programy – programy pro výukové stroje, výukové systémy, počítače atp.

5) Speciální pomůcky

A. studentské testovací sady, pracovní pomůcky atd.

Učební pomůcky lze dále dělit na pomůcky nepedagogické a pedagogické. V prvním případě dominují původní objekty, které obsahují jen malou část interpretačních informací. Aby byly pro žáka kvalitním přínosem, musí je učitel umět správně použít, zařadit do výuky, aplikovat a promítnout všechny jejich vlastnosti. K pedagogickým pomůckám patří takové, které jsou záměrně vytvořeny nebo upraveny za přítomnosti učitelů tak, aby učivo zprostředkovaly co nejefektivněji. Pedagogizace předmětu je vnímána od jednoduchého označování částí (barva, číslo...) až po složité programování učiva, které často dělají jen vysoce vyškolení učitelé (Hlavatý, 2002).

Chromý (2011) dále rozděluje technické výukové prostředky na didaktickou techniku a na učební pomůcky. V následující tabulce jsou tyto prostředky rozděleny.

Tabulka č. 2 – Rozdělení výukových metod

DIDAKTICKÁ TECHNIKA	UČEBNÍ POMŮCKY
<p>To zahrnuje vybavení a technické systémy, které používáme pro školení. S jejich pomocí může učitel zavést určité typy učebních pomůcek nebo pomocí nich zvýšit efektivitu výuky. V praxi se jedná o promítací, zvuková či audiovizuální zařízení, která při splnění určitých podmínek mohou umožnit i multimediální výuku. Do kategorie škol by se samozřejmě dala zařadit i didaktická technika. V akademické práci má však zvláštní význam a důležité souvislosti z hlediska nehmotných zdrojů, proto bývá vyzdvihována samostatně.</p>	<p>Obsahují učební formy, v podstatě vždy vybrané komplexní učební obsahy, tzn. části nehmotných zdrojů. V podstatě jsou nositeli přenášeného obsahu. Některé učební pomůcky lze prezentovat přímo žákům - např. modely, učebnice, scénáře. Některé učební pomůcky svým charakterem vyžadují určitý způsob prezentace - didaktickou techniku. Příkladem může být nahrávka jako výukový program, který se přehrává pomocí didaktické techniky, jako je MP3 přehrávač.</p>

### 3.3 Vybraná didaktická technika

V této kapitole jsou popsány základní vybrané didaktické pomůcky, které slouží k výuce. Pro pokračování v rozboru vybraných didaktických pomůcek v praktické části práce, pro práci s technickými materiály je nutné alespoň stručně definovat a vysvětlit podstatu vybraných materiálních didaktických pomůcek. Zařazení určité nápovědy do konkrétní kategorie může poskytnout alespoň určitý návod a model pro vysvětlení následné praktické části této práce.

#### 3.3.1 Textové pomůcky

Podpůrné textové materiály jsou nedílnou součástí nejen technického vzdělávání, ale i celé pedagogiky a vzdělávání. Jsou to také jedny z nejstarších a stále účinných používaných výukových nástrojů. Pomineme-li definici textu a písma jako nosiče informace a soustředíme se na didaktický obsah literární tvorby, můžeme definovat podkategorie učebnic, pracovních sešitů a pracovních listů, odborné literatury a časopisů. Mezi textové pomůcky patří učebnice. Dle Janka (2017, s. 2) tyto pomůcky z hlediska pedagogiky „odrážejí úroveň lidského poznání a myšlení a zachovávají poznatky nejen z oblasti vzdělávání, které by v průběhu času mohly být ztraceny“.

Pokud jde o proces učení, jsou textové pomůcky určeny žákům zejména jako učební pomůcky, i když také vedou učitele v učení. Svým obsahem, strukturou a charakteristikou jde tedy o publikace, které jsou určeny pro didaktickou komunikaci (Průcha, 1996).

Specifikem učebnic ve srovnání s ostatními didaktickými prostředky identifikovanými v literatuře spočívá v jejich vycházení z obsahového standardu RVP ZV. Učebnice definují a detailizují obsah a rozsah výuky daného předmětu pro konkrétní ročník. Většina učebnic podléhá hodnocení ministerstev školství a kultury, které učebnicím udělují tzv. doložku. Zároveň má posudek i doložka žádanější charakter. Struktura učebnic je utvářena jednotlivými částmi, které společně tvoří celý systém. Tato struktura zahrnuje jak verbální, tak vizuální složky a z hlediska funkčnosti může být rozdělena na tři hlavní aspekty: prezentaci kurikula, řízení výuky a nástroje pro orientaci (Zujev, 1986). Obecně lze konstatovat, že didaktická hodnota a kvalita učebnic je především dána vyvážeností těchto složek. Dalším typickým rysem učebnic je též sklon poskytovat větší prostor pro teoretickou část učiva.

Dalšími textovými pomůckami jsou pracovní sešity a pracovní listy. Pracovní sešity jsou svou povahou téměř totožné s pracovními sešity. Nejčastěji jsou však ve formě samostatného listu o jedné nebo dvou stranách. Liší se tím, že jejich obsah často nezávisí na učebnici, ale na daném předmětu nebo učebním plánu, a je často distribuován jinak než formálními kanály prostřednictvím vydavatelů; například přes internet. Charakteristickým rysem sešitů a listů je, že žák může do těchto materiálů přímo zadávat své odpovědi, dělat rozsáhlejší úkoly a jinak s nimi pracovat v procesu učení. Ve velké míře obsahují i schémata, otázky a úkoly, na které žák většinou najde odpověď v odpovídající učebnici a jejím teoretickém obsahu. V Pedagogickém slovníku (2003, s. 174) je pracovní list definován jako „*druh cvičebnice obsahující převážně úkoly a cvičení pro samostatnou práci žáků. Většinou je používán na 1. stupni základní školy, ve vyšších ročnících obvykle jako doplněk učebnice.*“



Obrázek č. 5 – Pracovní listy (zdroj: <https://vlavici.cz/didakticke-pomucky>)

Dalšími vhodnými textovými pomůckami mohou být příručky pro učitele a metodické příručky, které bývají součástí učebnic a jsou určeny pouze pedagogům. Kromě kompletních řešení odpovídajících učebnic a jejich pracovních sešitů obsahují i metodické pokyny k jednotlivým učebním celkům učiva nebo výukové metody pro výuku konkrétních oborových učebních plánů. Jejich účelem je tedy pomoci učitelům usnadnit výuku při používání konkrétní učebnice nebo pracovního sešitu (Janek, 2017).

Posledními pomůckami, které budou v této podkapitole zmíněny, jsou odborné literatury a periodika. Podobně jako v příručce učitele se odborná literatura a časopisy řadí mezi neliterární didaktické pomůcky pro pedagogy. Odborná literatura nejen z oblasti pedagogiky má za úkol prezentovat vědecké poznatky získané při výzkumné práci, jiné odborné práci. Tyto poznatky obvykle přicházejí ve formě antologií, publikací nebo článků v časopisech. Obchodní deník lze definovat jako tištěný produkt nebo textový soubor, který je vydáván v pevném intervalu – denně, týdně, měsíčně, čtvrtletně, ročně atd.; v odborných časopisech to bývají delší intervaly (Sedláčková, 1993). Elektronickým materiálům, ve kterých výrazně dominuje textová složka, lze přiřadit vlastní textovou pomůcku, kterou může být jakákoliv z výše uvedených pomůcek.

### 3.3.2 Vizuální pomůcky

Definici zrakové didaktické pomůcky lze v podstatě chápat jako jakýkoli didaktický nástroj, který naplňuje princip názornosti a primárně ovlivňuje žákovo zrakové vnímání a podněty (Spousta, 2007), oblast názorné pomůcky je tedy velmi široká. V souvislosti s průběžnou modernizací základních škol a dostupností informačních technologií ve výuce se stále více mísí s obory audiovizuálních pomůcek a počítačových programů a internetových didaktických pomůcek. Názorné učební pomůcky lze ve školním prostředí považovat za nástroje, ve kterých je obraz výrazně lepší než text, které se tisknou, kreslí nebo vyrábí a které jsou určeny k trvalému nanesení na všechny pomocné materiály (papír, dřevo, sklo atd.). Ze své fyzické podstaty mají skutečnou a trvalou povahu. Do této skupiny patří především fotografie, nástěnné malby a plakáty, dále pak mapy, kresby na tabuli a zastaralé filmy ze zpětných projektorů a diapozitivů.

Tabule je jednou z nejstarších a nejpoužívanějších učebních technik. Její význam se projevuje především v principu viditelnosti. Učitel i žáci mohou na tabuli kreslit nebo skicovat. Poznámky na tabuli jsou v podstatě reakcí na materiál, na kterém se právě pracuje. Je možné zde vidět výklad různých kreseb, klíčových slov atp. Kresbou na tabuli je možné žákům zvýraznit rozdíly (např. rozdíl mezi krokodýlem a aligátorem). Při psaní na tabuli je třeba zvážit velikost písma, čitelnost, logiku poznámek, čitelnost a viditelnost obrysů atd. Je dobré použít více barev. Ve specializovaných odděleních (např. technické kreslení, design, mechanika) je dobré použít nástroj pro přesnější kreslení, např. kruhy. Je několik druhů tabulí, mezi nejznámější patří klasická, což je nejjednodušší tabule, na kterou je možné psát křídou, magnetická, která je vhodná především z hlediska přípravy pedagogů před výukou, průhledná, kde si mohou žáci nebo učitelé kreslit podklady, náčrty nebo obrázky, které mají vyniknout. Dalším typem je tabule plastová, která je moderní, a píše se na ni fixami, aby nevznikal zbytečný prach z křídly. Posledním zmíněným typem tabule je kopírovací, kde je možnost přímo tisknout nebo ukládat soubory na USB, aniž by byl zapotřebí PC (Dostál, 2008).

Nejnovějším typem tabule je interaktivní. Interaktivita je dle Průchy (2001, s. 90) „*vlastnost systému (např. elektronické učebnice) umožňující aktivní přizpůsobení se uživateli a jeho podíl na řízení průběhu jednotlivých procesů, systém např. umožňuje výběr z variant postupu, reaguje na specifika uživatele (např. pamatuje si chyby, které žák dělá při procvičování, a podle toho volí další úlohy), klade nebo zodpovídá otázky apod.*“

Smutný (2010) pojem interakce vysvětluje jako činnost učitele nebo žáka s technickým zařízením, které může přímo reagovat na jejich podněty – např. učitel nebo žák se dotkne virtuálního tlačítka na tabuli nebo provede určitý pohyb a přístroj na tento podnět reaguje, vyhodnocuje jej a reaguje podle toho, jak je přístroj naprogramován. Historie vzniku interaktivní tabule sahají daleko do minulosti. Dodnes

se pedagogové potýkali s přehledností výuky a snažili se žákům výuku co nejvíce přiblížit. Byly tam třídy vybavené různými modely, didaktickou technikou umožňující design. I přestože tato technologie usnadnila práci učitelů a výuka se pro žáky stala atraktivnější a pestřejší, byli žáci stále pouze pasivními diváky, kteří se do výuky příliš nezapojovali (popisovali pouze promítané obrázky). Technologie interaktivní tabule dnes zahrnuje všechny stávající možnosti názorné výuky, a navíc ji doplňuje o nejdůležitější prvek, kterým je interakce. Učitel i žák se tak mohou aktivně zapojit do výuky, ovlivňovat ji a přizpůsobovat aktuálním potřebám (Kyncl, 2008).

Dalšími vizuálními pomůckami jsou školní nástěnné plakáty a obrazy. I přestože názorné didaktické pomůcky jsou nejpoužívanějšími pomůckami v procesu učení a je zdůrazňována velká důležitost dodržování zásady viditelnosti, nejen v posledních letech je nastolena otázka didaktického obrazu nebo především zdí školy. Tím se myslí plakát nebo obrázek a jeho využití ve výuce technicky zaměřených předmětů. Ty zatím nebyly podrobněji studovány. Plakát lze velmi obecně charakterizovat jako velký list papíru (větší než formát A4) nebo jiného materiálu, který především přitahuje, ovlivňuje a předává informaci pozorovateli – přijímači, a to pomocí doplňkové textové složky k obrazové složce. Zpráva příjemce může být náhodná (např. filmové plakáty nebo divadelní plakáty lákající na představení) nebo cílená (mladí lidé, staří lidé, zaměstnanci určité firmy, určité profese atd.). Definovat didaktický obrázek nebo plakát se pokusili např. Hýbl (1980) a Plášilová (1992). Říkají, že školní obrázek a plakát znamená reprodukováné umělecké dílo, které přispívá svým obsahem i formou dosáhnout vzdělávacích cílů v učení a rozvíjet vizuální gramotnost. Tuto obrazovou gramotnost lze podle Čápa a Mareše (2007) považovat za schopnost správně číst obsahovou stránku obrázku a správně ji propojit (tj. podle záměru tvůrce obrázku) s vlastními představami a již nabytými znalostmi, aby nově nabyté znalosti byly užitečné, zejména v oblasti poznání reality.

Macek (1984) výstižně popisuje školní obrázek nebo plakát, který zachází s didaktickými obrázky a plakáty, jako zdroj přizpůsobený didaktickým a estetickým kritériím procesu učení. Obraz nebo plakát ve škole je podle něj také zdrojem a nositelem informací, které plní funkce motivační, stimulační, objevené, regulační, kontrolní, uchovávací a reaktivační. Podle Čápa a Mareše (2007) je možné identifikovat tři různé typy přenášených informací ve školních obrazech a to syntaktické (jak spolu jednotlivé prvky plakátu souvisejí, co sdělují), sémantické (což je smyslem jednotlivých složek i celé obrazovky) a pragmatické (co lze vyrobit, udělat, jak postupovat podle didaktického obrazu). Z hlediska rozložení jednotlivých typů školních plakátů lze rozlišit i didaktické obrázky, školní plakáty a plakáty. Didaktický obraz je monotematická kresba nebo upravovaná fotografie, která v porovnání s běžnou fotografií nebo obrázkem obsahuje doplňující informace (popisky, komentáře). Často z pohledu oboru práce s technickými materiály např. kresba stromu s popisem jeho částí, fotografie



rozebraného obráběcího nástroje atp. Školní plakát lze považovat za rozšířenou školní fotografii, tzn. kombinace několika školních obrázků, které jsou uspořádány tak, aby plnily komunikační úkol, který mu autor zadal. Opět z pohledu tématu práce s technickými materiály, například fotografie nebo nákresy jednotlivých dřevoobráběcích nástrojů s popisky atp. Specifickým druhem je tzv. plakát. Jeho charakteristika je v podstatě shodná se školním nástěnným plakátem s tím rozdílem, že jeho vytvoření nesmí být dílem profesionála v oboru učebních pomůcek, ale samotných žáků a učitele, který proces vede, jedná se o výrobu přímo ve třídě, většinou v rámci tzv. projektových dnů. Slouží tedy nejen jako nástroj v učení, ale také ke konkrétnímu účelu. Často je to ve formě lepicích nebo kombinovaných učebních pomůcek, kdy část celku nahrazují přírodniny přinesené a vyrobené žáky nebo modely, které jsou doplněné o ručně psané texty žáků. Školní nástěnné plakáty či postery zkvalitňují výuku technické výchovy a jistě přispívají k dosažení vzdělávacích cílů. Jejich didaktický charakter se však značně doplňuje, aby byly co nejúčinnější, je nejlepší je používat ve spojení s jinými učebními pomůckami (Kuna, 2019).

### **3.3.3 Zvukové pomůcky**

Zvuková technika se ve školách stále používá, dnes ji však nahradila audiovizuální technika, kde je k dispozici i obraz. Zvuková technologie se používá hlavně v oblastech společenských věd, ale má určité uplatnění v profesionálních oblastech (např. nahrávky zvířat, zvuky džungle, počasí atd.). Síla využití audionahrávek je především ve výuce cizích jazyků, kde se žák zaměřuje na vyjadřování jazyka. Zároveň může sledovat tištěnou verzi audio prezentace nebo poslouchat a psát, co slyší. Některé školy mají speciální učebny s audio zařízením vytvořeným přímo pro výuku cizích jazyků, kde může učitel se žáky individuálně komunikovat. Využití nahrávek v češtině, kde si žáci mohou poslechnout odborné básně, prezentace atp. Mohou si také poslechnout profesionální hlasy interpretů hudební výchovy. Při výuce odborných předmětů je možné využít strojové nahrávky nebo nahrávky zvuků, které by na některých zařízeních být neměly. Zvukové nahrávky jsou pro zrakově postižené nezbytné. Mimo Braillovo písmo je to v podstatě jediný zdroj informací. Pro tyto lidi je vytvořena hlasová asistence, jako jsou zvukové knihy, telefonní hovory atd.

Zvukové nahrávky jsou hlasové stopy přehrávané na zvukových zařízeních (MP3 přehrávače, rádia, magnetofony atd.). Zvukové záznamy lze vytvářet v různých formátech a s různou kvalitou. V dnešní době je nejrozšířenějším digitálním formátem MP3, který nabízí vysokou kvalitu nahrávky. Tyto nahrávky mohou být uloženy na různých médiích, jako jsou CD, DVD, USB disky, a další. Hudební nástroje se často využívají při hudební výchově, kde žák může vidět nástroj a současně poslouchat jeho zvuk. Poté, po poslechu, může žák přiřadit zvuk k zapamatovanému nástroji. CD, DVD,

USB flash disk - slouží jako úložný prostor pro audio nahrávky. Lze jej hrát na podporovaných zařízeních, jako jsou rádia, počítače atd. (Kuna, 2019).

### 3.3.4 Počítačové programy

Jedná se o pomůcky používané s didaktickou technikou. Tyto pomůcky jsou zprostředkované používáním počítače, dataprojektoru atd. Mezi tyto pomůcky patří kupř. multimediální programy, animace, powerpointové prezentace, výukové programy, slovníky, používání internetových aplikací atd. Programy anebo animace jsou obdobou vzdělávacích a profesionálních videí, s tím rozdílem, že se k nim přistupuje přes počítač. Například v animacích nebo flash aplikacích je možné vidět obecný obrázek mechanismu a po kliknutí na určitou část se spustí cyklus vybrané části. Powerpoint Presentation je program společnosti Microsoft® ze sady Microsoft Office®. Na středních školách bývají dále využívány specializované odborné programy. Pokud se zaměříme na CNC technologie, střední školy často využívají offline verze řídicích systémů CNC strojů. Tyto offline verze umožňují žákům programování bez spojení se skutečným strojem. Mají stejné ovládací panely jako na skutečném stroji a umožňují plné využití všech funkcí včetně kontroly vytvořeného programu simulace. Například výukový panel firmy EMCO umožňuje prostou výměnou tlačítkové desky změnu ovládání mezi 3 nejpoužívanějšími řídicími softwary (Fanuc, Heidenhain, Sinumeric). Navíc je možné volba mezi frézováním a soustružením, jsou cenově dostupné, tím pádem může každý žák pracovat na vlastní stanici. Podobná offline podpora je dostupná například i při výuce robotizace.



Obrázek č. 6 – EMCO WinNC (zdroj: <https://www.emco-world.com>)

# 4 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ VE VZTAHU K POUŽÍVÁNÍ DIDAKTICKÝCH POMŮCEK VE VÝUCE CNC TECHNOLOGIÍ

## 4.1 Metodologie výzkumného šetření

Pro praktickou část této diplomové práce s cílem vytvořit sadu didaktických pomůcek ve formě plakátů pro podporu výuky CNC obrábění na středních školách byla zvolena kvalitativní metoda zpracování výzkumného šetření.

Zvoleným přístupem k provádění kvalitativního výzkumu byla metoda případové studie, kde klíčovým nástrojem byl polostrukturovaný rozhovor (interview). Při realizaci této metody jsem se opíral o metodické postupy specifikované v práci Hendla (2016). Hendl například uvádí, že „...v typickém případě kvalitativní výzkumník vybírá na začátku výzkumu téma a určí základní výzkumné otázky. Otázky může modifikovat nebo doplňovat v průběhu výzkumu, během sběru a analýzy dat...v průběhu nevznikají pouze výzkumné otázky, ale také hypotézy i nová rozhodnutí, jak modifikovat zvolený výzkumný plán a pokračovat při sběru dat i jejich analýze.“ (Hendl, 2016, s. 50).

Polostrukturovaný rozhovor představuje kombinaci otevřených otázek, které podporují bohaté a hluboké odpovědi, s několika pevnými otázkami, které umožňují systematický přístup k sbírání dat. Tato forma rozhovoru poskytuje flexibilitu pro zkoumání různých aspektů daného tématu a zároveň umožňuje hloubkové porozumění respondentovým postojům a názorům.

V přípravné fázi terénního šetření jsem vytipoval střední odborné školy, které vyučují příslušné obory vzdělání s výukou CNC technologií. Vytipovával jsem zejména odborné školy, které nabízejí tyto obory: Mechanik seřizovač, Strojírenství, Operátor dřevařské a nábytkářské výroby, popřípadě příbuzné obory zabývající se technologií CNC. V návaznosti na toto zjištění došlo ke kontaktování příslušných vyučujících na vybraných školách. To bylo učiněno skrze ředitele, zástupce ředitelů a popřípadě vedoucí učitele na těchto školách. Dále jsem zjišťoval úroveň materiálového vybavení pro tuto výuku.

Dalším stěžejním tématem bylo zjistit, jaké konkrétní didaktické pomůcky a jakého charakteru vyučující používají. Každému vyučujícímu byl zaslán okruh otázek a témat, nad kterými byl veden řízený rozhovor. Rozhovory byly realizovány v prostorách zmiňovaných škol a průměrná délka rozhovoru trvala přibližně 20 minut. Rozhovory byly uskutečněny v období června až září 2023.

Do výzkumu se zapojilo celkem 8 středních škol s různou úrovní vybavení a různým portfoliem oborů, u kterých školy vyučují problematiku CNC technologií. Z důvodu dostupnosti jsme zvolili školy převážně z Kraje Vysočina a jednu školu z Jihočeského kraje. Vesměs jsou to školy, ve kterých mám z řad pedagogického sboru

kontakt, a v minulosti jsem s nimi již spolupracoval na úrovni pořádání nebo účasti ve středoškolských soutěžích nebo jsem na škole byl jako předseda komise u závěrečných zkoušek. V níže uváděném seznamu je zahrnuta i škola, na které v současnosti působím. Seznam škol, které byly zahrnuty do výzkumného šetření, včetně oborů, ve kterých školy vyučují problematiku CNC obrábění:

- **Akademie – Vyšší odborná škola, Gymnázium a Střední odborná škola uměleckoprůmyslová Světlá nad Sázavou**
  - o 82-51-L/02 Uměleckořemeslné zpracování dřeva
  
- **Střední průmyslová škola Třebíč**
  - o 23-45-L/01 Mechanik seřizovač
  
- **Střední průmyslová škola a Střední odborné učiliště Pelhřimov**
  - o 23-45-L/01 Mechanik seřizovač
  - o 23-41-M/01 Strojírenství
  - o 33-41-L/01 Operátor dřevařské a nábytkářské výroby
  
- **Střední škola průmyslová, technická a automobilní Jihlava**
  - o 23-45-L/01 Mechanik seřizovač
  - o 23-41-M/01 Strojírenství
  
- **Gymnázium, Střední odborná škola a Vyšší odborná škola Ledec nad Sázavou**
  - o 23-45-L/01 Mechanik seřizovač
  - o 23-41-M/01 Strojírenství
  
- **Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice**
  - o 23-45-L/01 Mechanik seřizovač CNC strojů EMCO
  
- **Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř**
  - o 23-45-L/01 Mechanik seřizovač
  - o 33-41-L/01 Operátor dřevařské a nábytkářské výroby
  
- **Střední škola technická a obchodní Dačice**
  - o 23-45-L/01 Mechanik seřizovač

Z výše uvedeného seznamu je patrné, že převážná většina škol využívá CNC technologie ve strojírensky zaměřených oborech. Nejvyšší zastoupení má obor Mechanik

seřizovač, a to na 7 školách z 8. Jedná se o poměrně rozšířený maturitní obor typu L s významným podílem odborného výcviku (praxe). Zpravidla bývá u tohoto oboru poměr teorie a odborného výcviku 6/4 v 14denním cyklu. Dalším silně zastoupeným oborem je Strojirenství. Jedná se o obor, který nabízejí průmyslové školy. Žáci v tomto oboru mají větší poměr zastoupení teoretické přípravy, a zpravidla 1 den praktického vyučování opět ve 14denním cyklu. Tento obor nabízejí 3 školy z 8 dotazovaných. Další oborovou oblastí, která je ve vzorku škol zastoupená, jsou dřevěné obory. Dvě školy nabízejí a aktivně vyučují obor Operátor dřevařské a nábytkářské výroby a jedna škola obor Uměleckořemeslné zpracování dřeva. V této skupině mají všechny školy zpracovány školní vzdělávací plány se začleněnou výukou CNC technologie.

Do takto vytipovaných škol jsme na získané kontakty zaslal nejprve krátký stručný dotazník. Ten sloužil dotčeným vyučujícím jako příprava na samotný rozhovor. Z tohoto dotazníku byl pro vyučující patrný okruh témat, který bude stěžejní pro rozhovor samotný a zároveň sloužil jako určitá příprava na něj.

Dotazník zasláný jednotlivým vyučujícím:

### **Řízený rozhovor s učiteli CNC technologií na středních školách**

Dobrý den,

jsem učitelem na střední škole a v rámci tvorby diplomové práce „TVORBA DIDAKTICKÝCH POMŮCEK PRO PODPORU VÝUKY CNC TECHNOLOGIÍ NA STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH“ provádím rozhovory/konzultace s učiteli, kteří se zabývají výukou CNC technologií. Proto bych Vás rád požádal o vyplnění odpovědí/poznámek na níže uvedené otázky, které bychom následně řešili v rámci rozhovoru.

Rozhovor se bude týkat používání didaktických pomůcek při výuce CNC technologií, materiálové a technické vybavení školy, čím škola disponuje a v jaké oblasti (kovo, dřevo, elektro...), jaké didaktické pomůcky odborníci na školách využívají pro výuku CNC technologií a o jaké didaktické pomůcky (vizuální, obrazové) by vyučující měli zájem.

Za tuto přípravu bych byl velmi vděčný, jelikož by velmi zjednodušila a zrychlila náš rozhovor.

Děkuji Bc. Lukáš Tríska; triska.lukas@spssou-pe.cz

#### **1) Identifikace:**

- a) Název školy:
- b) Jméno a příjmení vyučujícího:
- c) Vyučovaný předmět:
- d) E-mail:
- e) Telefon:

(Získaná data budou v rámci využití do diplomové práce anonymizována a budou dodržena pravidla GDPR.)

#### **2) Má Vaše škola ve své oborové struktuře v rámci stanovených tematických celků zařazenou výuku CNC technologií? V případě že ano, tak v rámci, jakého oborového zaměření a v jakých předmětech?**

- 3) **Jakými prostorovými a materiálovými podmínkami Vaše škola pro výuku CNC technologií disponuje?** - (počet pracovišť, subjektivní zhodnocení dostatečnosti prostor vůči vybavení, typ vybavení, výrobce a podobně)
- 4) **Jaké konkrétní didaktické pomůcky a jakého charakteru při výuce CNC technologií používáte?** (například vizuální a obrazové v podobě nástěnných plakátů)
- 5) **Jaký je Váš názor na dostupnost těchto didaktických prostředků?**
- 6) **Jaké další didaktické prostředky byste při výuce ocenil/a a využil/a?**
- 7) **Vyberte, která konkrétní témata plakátů byste využil/a při výuce?**  
(plakát je koncipován se záměrem najít společné všeobecné průniky CNC technologií, nejsou zaměřeny na konkrétního výrobce nebo dodavatele softwaru):
  - a. charakteristika NC strojů
  - b. charakteristika CNC strojů
  - c. porovnání NC a CNC
  - d. definice souřadného systému
  - e. osy nástroje a pracovní roviny
  - f. vztažné body
  - g. ISO kód
  - h. absolutní programování
  - i. inkrementální programování
  - j. řezná rychlost a otáčky
  - k. vlastní návrh .....
  - l. vlastní návrh .....
  - m. vlastní návrh.....
  - n. vlastní návrh.....

## 4.2 Analýza a interpretace dat

Principy kvalitativní analýzy dat zahrnují několik klíčových aspektů, které jsou specifické pro tento typ výzkumu. Z textu vyplývá několik klíčových principů:

**Sémantický materiál:** Kvalitativní data zahrnují nestrukturovaný sémantický materiál, tj. obsahují slova, gesta, věty, myšlenky, komunikaci a symboly. Tyto prvky nesou význam a smysl, který je důležitý pro interpretaci dat.

**Organizace a interpretace:** Úkolem kvalitativní analýzy je uspořádat a interpretovat tento materiál s ohledem na výzkumný cíl, pro který byla data shromážděna. Organizace dat se provádí skrze kategorie a pojmy, které jsou klíčovými nástroji pro analýzu.

**Pojmová analýza:** V kvalitativním výzkumu se zdůrazňuje pojmová analýza, což znamená, že analýza dat je analýzou významů a smyslu obsaženého ve slovech, konverzích, vyprávěních a dalších formách komunikace.

**Lidská intelektuální činnost:** I přestože může být použit specializovaný software, klíčovým momentem kvalitativní analýzy zůstává lidská intelektuální činnost. To zahrnuje porozumění významu a smyslu datového materiálu.

**Propojené fáze analýzy a interpretace:** V kvalitativním výzkumu neexistuje striktní oddělení mezi analýzou a interpretací dat. Tyto fáze jsou propojené a vzájemně se ovlivňují, přičemž analýza vyžaduje interpretaci a interpretace je vždy spojená s analýzou dat.

**Významové vztahy:** Kvalitativní analýza se zaměřuje na hledání významových vztahů mezi koncepty a kategoriemi v datech. Tyto vztahy mohou být tematické, analogické, funkční, časově seřazené a další.

Celkově lze říci, že kvalitativní analýza data organizuje a interpretuje z pohledu významu a smyslu, což vede k hlubšímu porozumění zkoumaného jevu.

Z uskutečněných rozhovorů a analýzy získaných dat a odpovědí došlo k jejich vzájemnému porovnání. Při porovnání odpovědí byla hlavně použita metoda otevřeného kódování, kde získaná data byla analyzována dle Hendla (2016, s. 247) „...*mají vztah k položeným výzkumným otázkám...nebo jde o nové myšlenky vznikající.*“

Ze získaných dat tak byly extrahovány jednak faktografické odpovědi na otázky, zejména ve vztahu k otázkám, „**Jaké konkrétní didaktické pomůcky a jakého charakteru při výuce CNC technologií používáte?**“ a „**Jaké další didaktické prostředky byste při výuce ocenil/a a využil/a?**“. Tyto dvě otázky jsou z mého pohledu pro diplomovou práci nejpodstatnější, ale zjištění jsou širší, někdy nová, nevyplyvající z původně připravených otázek.

Získaná zjištění jsou tedy následující:

## **Zjištění 1**

### **Identifikace.**

Na tuto otázku odpověděli všichni dotazovaní. Po vzájemné dohodě i s ohledem na GDPR (Obecné nařízení o ochraně osobních údajů, angl. General Data Protection Regulation) bylo přislíbeno anonymizování odpovědí. Jsou použita fiktivní jména. Pro přehlednost uvádím jejich přiřazení: Libor (Akademie – Vyšší odborná škola, Gymnázium a Střední odborná škola uměleckoprůmyslová Světlá nad Sázavou), Josef (Střední průmyslová škola Třebíč), Miroslav (Střední průmyslová škola a Střední odborné učiliště Pelhřimov), Jiří (Gymnázium, Střední odborná škola a Vyšší odborná škola Ledec nad Sázavou), Rostislav (Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice), Milan (Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř) a František (Střední škola technická a obchodní Dačice).

## **Zjištění 2**

**Má Vaše škola ve své oborové struktuře v rámci stanovených tematických celků zařazenou výuku CNC technologií? V případě že ano, tak v rámci, jakého oborového zaměření a v jakých předmětech?**

Všechny školy mají začleněnou výuku CNC technologií v rámci naplňování svých školních vzdělávacích programů. Školy, které nabízejí a realizují výuku u oboru STROJÍRENSTVÍ, ji mají i ve více předmětech. Nejčastěji v rámci předmětu Automatizace a robotizace, CNC obráběcí stroje nebo Programování CNC. Pan učitel Jiří ze školy v Ledči nad Sázavou doplnil, že mají obor vyloženě zaměřen na programování CNC strojů. Oproti tomu pan Josef ze školy v Třebíči naopak zdůrazňoval, že nabízejí dvě zaměření v rámci tohoto oboru, a to na zpracování plastů a CAD/CAM zaměření.

U škol, které zrealizují výuku u oboru MECHANIK SEŘIZOVACŮ, mají školy velmi podobně nastavenou výuku. S CNC technologií se žáci setkávají zejména v předmětech Strojírenská technologie, Automatizace a robotizace, Technologie obrábění nebo Programování CNC strojů. Dále bylo ve 100 % škol s tímto oborem zdůrazňováno, že se s CNC technologií žáci reálně setkávají v rámci předmětu Odborný výcvik, kdy podstatná část učebních plánů je nastavena na programování a obsluhu CNC strojů.

Další tři školy realizují výuku CNC technologií i v jiných oborech než strojírenských, a to škola v Pelhřimově, Chotěboři a ve Světlé nad Sázavou. Dvě školy shodně při výuce dřevo oboru OPERÁTOR DŘEVAŘSKÉ A NÁBYTKÁŘSKÉ VÝROBY a jak uváděl pan Libor, škola ze Světlé nad Sázavou začlenila výuku CNC technologií do oboru UMĚLECKO ŘEMESLNÉ ZPRACOVÁNÍ DŘEVA. Tyto školy začlenily CNC technologií do předmětu jako Automatizace, Praktická cvičení CNC, popřípadě do volitelného předmětu 3D technologie, jak zmiňoval pan Libor ze Světlé nad Sázavou. Všechny tři školy opět zdůrazňovaly, že se žáci často setkají s touto technologií v předmětu Odborný výcvik.

### **Zjištění 3**

**Jakými prostorovými a materiálovými podmínkami Vaše škola pro výuku CNC technologií disponuje?** - (počet pracovišť, subjektivní zhodnocení dostatečnosti prostor vůči vybavení, typ vybavení, výrobce a podobně)

V tomto případě jsou na tom školy rozdílně. Zejména záleží, jak z dlouhodobého hlediska školy naplňují tyto obory a v jakém počtu. Nejčastěji bylo zmiňováno, že pokud se daří naplňovat v dostatečném počtu žáků dané obory, není problémem vybavit školu i různorodou CNC technologií. Naopak pokud se dlouhodobě žáci do některých oborů přijímají pouze v počtu jedné skupiny, i investice do vybavení CNC technologií je hůře obhajitelná a školy jsou rády za jakoukoliv CNC technologií. Větší školy jako škola v Jihlavě a Třebíči, které mají přes 1 200 žáků, mají dvě a více odborných učeben pro výuku CNC technologií. Školy, které mají do 800 žáků, mají spíše jednu odbornou učebnu.

U strojírensky zaměřených oborů oproti dřevo oborům je situace s vybavením CNC technologií na vyšší úrovni. Je to dáno dle názorů zástupců škol tím, že strojírenství má ve zmiňovaných regionech velkou tradici a existuje mnoho významných firem, které



dokáží podpořit partnerské školy v začleňování těchto technologií do výuky. Dřevo obory z jejich pohledu nemají tak silné partnery v podobě firem, které mají tak silné finanční zajištění, aby ve stejném rozsahu podporovaly školy.

Většina vybraných škol je z Kraje Vysočina a z pohledu vybavení jsou školy i podobně vybaveny z pohledu typu a druhu technologií. Zástupci škol z Jihlavy, Třebíče a Pelhřimova shodně zmiňovali podporu od svého zřizovatele ve strojírenských oborech. Zejména v podobě přípravy a financování například projektu „Od myšlenky k výrobku 1 a 2“. Dle zástupců škol bylo z těchto projektů od roku 2014 pořizováno vybavení CNC technologií do těchto škol v podobě výukových stanic a školních obráběcích center. Bylo pořizováno vybavení EMCO v podobě CNC soustruhů a frézek řady 155 a 255. Každá škola získala stejné vybavení. V dalších fázích projektu byla do stejných škol pořízena i komerční (produkční) technologie, opět v podobě CNC soustruhu ACCUWAY a CNC frézky FINETECH. Ostatní zástupci škol zmiňovali, že po referencích z těchto škol pořizovali podobnou techniku pro výuku CNC technologií. Pan Milan z Chotěboře, pan František z Dačic a Rostislav z Moravských Budějovic toto potvrzují, že výběr jejich technologií byl inspirován recenzemi výše zmiňovaných škol.

U škol s dřevo obory je pravidlem jedna odborná učebna a jeden produkční CNC stroj. Jak uvádí pan Miroslav z Pelhřimova, škola v nedávné době obměnila CNC technologii u dřevo oborů na nový 5osý CNC stroj z původní 3osé technologie. Pan Milan uváděl, že škola disponuje také novější technologií 3osé obráběcí frézky.

Všechny školy dále shodně uvádějí, že k výuce využívají i offline verze programů pro výuku CNC obrábění. Dále se školy shodují i na používání operačních systémů. Všechny školy s oborem Mechanik seřizovač a využívající školních center od značky EMCO vyučují systémy společnosti Siemens (Sinumerik), Heidenhain, popřípadě Fanuc. Tyto systémy jsou dle jejich konstatování nejrozšířenější.

#### **Zjištění 4**

**Jaké konkrétní didaktické pomůcky a jakého charakteru při výuce CNC technologií používáte?** - (například vizuální a obrazové v podobě nástěnných plakátů)

Zjištění ukazují, že většina oslovených vyučujících v rámci výuky CNC technologií využívá především učebnice a učební texty. Některé školy mají tyto materiály k dispozici pouze pro své učitele, zatímco zhruba polovina škol je schopna poskytovat učebnice i svým žákům. Z pohledu všech učitelů vyplývá, že množství dostupné literatury na téma programování CNC strojů je nedostatečné. Většina knih dostupných na trhu je zaměřena na obecné téma CNC technologie, tj. konstrukci samotných CNC strojů, a v oblasti programování je k dispozici velmi málo literatury.

Jako pozitivní výjimku a užitečný zdroj informací v oblasti programování CNC strojů učitelé identifikovali knihu s názvem „*CNC Programování obráběcích strojů*“ od autora Miroslava Štulpy (Štulpa, 2015).

Toto zjištění podtrhuje potřebu rozšíření literatury v oblasti programování CNC strojů, aby učitelé měli k dispozici více zdrojů, které by podporovaly efektivní výuku tohoto technologického oboru.

Pan Josef z Třebíče na tuto otázku odpověděl, že pro potřeby školy toho na trhu není dostatek. Jako důvod uvedl dle jeho názoru to, že je to pouze malá oblast trhu a neexistuje výrobce didaktických pomůcek pro tuto oblast. Při zavádění této technologie do výuky spolupracoval s dodavatelem technologie, který poskytl školení a podrobný návod, nicméně si didaktické prostředky získal vlastní výrobou. Nejčastěji při výuce využívá vizuální – elektronické pomůcky ve formě vložených obrázků do prezentací.

V podobném duchu hovoří valná většina oslovených zástupců škol. Pan František ze školy z Dačic na tuto otázku odpověděl, že využívá zejména obrázky z internetu, popřípadě využívá ukázky přímo na stroji, jelikož mu to umožňuje dispoziční učebny v těsné blízkosti umístěného stroje. Zároveň si také postěžoval na nedostatek takovýchto prostředků.

Pan Libor ze Světlé nad Sázavou přiznal, že žádné z těchto prostředků nevyužívá.

Pan Rostislav z Moravských Budějovic ještě uváděl, že využívá prostředky vytištěné na 3D tiskárnách ve formě modelů.

## **Zjištění 5**

### **Jaký je Váš názor na dostupnost těchto didaktických prostředků?**

Názory všech pedagogů se shodují v tom, že by rádi vybavili didaktickými prostředky svoje odborné učebny, zejména obrazovými tak, aby je žáci měli neustále na očích, nicméně k nim buď nemají přístup, nebo pouze k takovým, které dostanou v rámci nákupu nové technologie. Někteří i přiznávají, že si dostupnost didaktických prostředků aktivně ani nevyhledávají, jelikož neznají možnost jejich snadného pořízení.

## **Zjištění 6**

### **Jaké další didaktické prostředky byste při výuce ocenil/a a využil/a?**

Výuka CNC technologií na školách má společné základy pro většinu oborů. Je to dáno tím, že vývoj CNC technologií používá jako základ stejný programovací jazyk. Shoda mezi oslovenými pedagogy panuje na tom, že je to základ, se kterým začínají všichni průřezově ve všech předmětech spojených s programováním a považují to za nepřekonatelný základ a pochopení principu CNC technologie. Všichni také

uvádějí, že existuje mnoho řídicích systémů, mnoho technik programování a mnoho specifických výrobců, kteří své výrobky a technologie upravují velmi specificky dle potřeb zákazníků. Na specifika jednotlivých výrobců a dodavatelů se školy jako takové nezaměřují. Tyto speciální postupy nechávají na doškolení jednotlivých firem, které tuto technologii používají ve svém výrobním procesu. Školy se zabývají výukou běžně rozšířených systémů od osvědčených dodavatelů a světových výrobců. Nejrozšířenějším operačním programem na oslovených školách je Sinumerik, Heidenhain. Školy také používají jednotlivé programy dle oboru zaměření WoodWop, Imos3D a podobně. Dle názorů pedagogů je tento obsah dostačující jako základ pro rozvoj všech jejich absolventů.

Jednotliví zástupci škol mají různé požadavky na obsah případných obrazových didaktických pomůcek ve formě plakátů tak, jak mají nastaven systém výuky co do obsahu a na konkrétní technologii. Dle výstupů z rozhovorů by nejvíce oceňovali plakáty těchto oblastí:

- porovnání konvenčních strojů oproti stojům CNC
- charakteristika CNC strojů
- ruční vytváření kódu
- dílenské programování
- CAM programování
- absolutní programování
- inkrementální obrábění
- stavba programu
- přídatné funkce G, pomocné funkce G
- upínání nástrojů

Shoda pedagogů na jednotlivých tématech plakátů nebyla stoprocentní, každý volil dle svých preferencí a dle své představy o využitelnosti ve výuce.

### **4.3 Závěry výzkumného šetření a diskuze**

Analýza a interpretace dat provedeného výzkumného šetření v předchozí kapitole odhalily cenné poznatky, přičemž mezi pro tuto práci nejcennější se řadí zjištění číslo 4 a 5. Zjištění, že je dle oslovených respondentů materiálních didaktických pomůcek rapidní nedostatek a ani nevědí, kde takto specifické didaktické pomůcky poptávat. Jednou z cest je oslovení výrobců/dodavatelů při vybavování škol touto technologií, nebo vlastní výroba v rámci příprav na výuku. Tyto pomůcky, náměty a podklady totiž v alespoň velmi malé míře existují zejména na straně výrobců. Na těchto plakátech firmy prezentují své produkty a zároveň se na nich objevují i všeobecné texty s charakteristikou těchto technologií.

Na základě konkrétních didaktických pomůcek, které byly specifikovány respondenty a které jsou zejména spojeny se zjištěním č. 4, provedu v následující části této práce jejich analýzu a celkové zhodnocení ve vztahu k výuce CNC technologie.

Vzhledem k tomu, že hlavním cílem této diplomové práce je vytvořit komplexní sadu materiálních didaktických prostředků pro efektivní podporu výuky CNC technologií na středních školách, klíčovými závěry tohoto výzkumného šetření jsou zejména zjištění 4, 5 a 6.

Během průběhu šetření měli účastníci příležitost sdělit své názory a postřehy ohledně didaktických plakátů. Na základě jejich vyjádření vznikne soubor deseti plakátů, který bude reflektovat jejich konkrétní požadavky.

## **5 ANALÝZA VYBRANÝCH MATERIÁLNÍCH DIDAKTICKÝCH POMŮCEK**

V praktické části této diplomové práce byla zvolena kvalitativní metoda zpracování, jejímž hlavním cílem je vytvořit komplexní sadu didaktických materiálů pro podporu práce s technickými materiály na středních školách v oblasti CNC strojů. Tato sada má za cíl podnítit rozvoj technického myšlení a technické gramotnosti u žáků. Vzhledem k významným věcným odlišnostem některých didaktických pomůcek, které byly vybrány na základě odpovědí respondentů terénního šetření, bude každá z těchto pomůcek podrobena vlastní analýze podle svého typu. Celkově lze konstatovat, že analyzované didaktické pomůcky jsou formálně hodnoceny, což znamená, že mohou být prezentovány žákům v jejich současné podobě a obsahu, tzn. zprostředkovávají vzdělávací materiál. Tato pomůcka je aktuální a v souladu s vzdělávacími cíli současných osnov. V této části práce je zpracována analýza vybraných materiálních didaktických pomůcek (zvolená kritéria pro analýzu učebnic, zvolená kritéria pro analýzu školních edukačních plakátů, nástěnných školních plakátů a didaktických obrazů).

### **Zvolená kritéria pro analýzu učebnic**

Učebnice lze široce chápat jako knihy, které jsou záměrně vytvořeny pro praktické školní použití. V tomto pojetí se za učebnice nepovažují knihy, které se sice ve škole používají, ale nejsou k tomu určeny (např. encyklopedie). Lze je vidět i ve školském systému v kontextu školy. Nejdůležitějším faktorem při tvorbě učebnic je vedle vydavatele pravděpodobně autor učebnice nebo kolektiv autorů. Na konečné podobě učebnice se podílí také redaktor, lektor, jazykový korektor, grafik, hodnotitel, typograf a další z nakladatelství. Tvorba učebnic tedy není jen práce autora. Dle požadavků nakladatele autor nejprve představí téma učebnice nebo připraví vybrané kapitoly učebnice jako příklad. Dále je uvedena struktura (obsah) učebnice, která musí být schválena vydavatelem. K těmto krokům se již vyjadřují externí hodnotitelé. Poté autor doplní text učebnice podle navržených změn. Ten bude předmětem dalšího přezkumného řízení a bude předložen Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy ČR ke schválení a schválení doložky. Obecně platí, že některé země mají schvalovací systém na národní úrovni, jiné schvalují učebnice lokálně, některé nevyžadují schvalovací proces a výběr učebnic nechávají na škole (např. řediteli, učiteli nebo školské radě). V České republice jsou učebnice hodnoceny na celostátní i školní úrovni. Hodnocení na národní úrovni probíhá prostřednictvím institutu tzv. akceptační doložky dané Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Mnoho učebnic tuto větu obsahuje. Konečné rozhodnutí o tom, jakou učebnici bude škola používat, přísluší pravomoci ředitele školy.

Hodnotícími prvky pro analýzu konkrétních učebnic jsou:

- textová složka – rozsah textu neboli jak velká část celého textu učebnice je vyhrazena, stejně jako jeho kvalita textu,
- netextová složka – orientační prostředek, kam se řadí nadpisy, symboly apod.

Učebnice nebo úkoly jsou hodnoceny v tištěných sériích, v rámci tohoto cyklu se zaměřuje na díla věnovaná tématu práce s technickými materiály. Dále se hodnotí, jak může být tato učebnice nápomocna při řízení a organizaci učebního procesu, význam učebnice a zda souvisí s dalšími didaktickými pomůckami. Oceňují se zde možné dotazy a úkoly specifické pro tento typ materiálu a jejich vztah k učebnicím a cílům výuky.

### **Zvolená kritéria pro analýzu školních edukačních plakátů**

Analýza výukových plakátů ve školách představuje poměrně komplexní úlohu, neboť výroba a distribuce těchto školních materiálů nebyla od roku 1989 jednotně organizována. Namísto toho se řídí aktuálními potřebami škol a učitelů, a také preferencemi prodejců a distributorů, kteří se rozhodují o výrobě a distribuci na základě jejich ekonomické rentability. Nedostatek odborné literatury v českém jazyce, která by se zaměřovala na téma školních výukových plakátů a jejich využití k rozvoji technické gramotnosti, ztěžuje kvalitativní analýzu již existujících didaktických materiálů. Tyto plakáty jsou považovány za jedny z nejdůležitějších a nejúčinnějších vizuálních pomůcek v kontextu zásad viditelnosti.

Zde jsou vysvětlena kritéria pro hodnocení edukačních plakátů:

#### *1. „Jasnost sdělení*

- *Je plakát srozumitelný na první pohled a pro každého?*
- *Jsou cíle, výzkumná otázka nebo hypotéza jasně definovány?*
- *Jsou výsledky a závěry jasné?*
- *Je příspěvek logicky a přehledně uspořádán?*

#### *2. Výběr informací*

- *Jsou použita data vhodná pro tuto studii?*
- *Jsou v případě vlastního monitorování jasně uvedeny metody sběru dat (přesnost měření, velikost vzorku, spolehlivost zdrojů atd.)?*
- *Pokud jsou informace převzaty z publikací, webových stránek atd., jsou zdroje dat uvedeny na plakátu?*

#### *3. Analýza a závěry*

- *Byl materiál skutečně analyzován podle výzkumné otázky nebo hypotézy?*
- *Odpovídá provedená analýza povaze použitých dat?*
- *Vyvozujeme z práce závěry? Jsou podporovány daty?*

- *Je závěr jasný?*
- *Jsou komentována omezení studie?*
- *Existují nějaká navrhovaná zlepšení pro možný budoucí výzkum?*

#### 4. Diagramy a tabulky

- *Jsou grafy/tabulky vhodné pro prezentaci a shrnutí daných informací?*
- *Příspěvek představuje dostatečné množství diagramů/tabulek představujících různé perspektivy názoru na věc?*
- *Poskytuje každý graf/tabulka v příspěvku nové informace?*
- *Jsou grafy/tabulky označeny a anotovány?*

#### 5. Prezentace

- *Je plakát čitelný ze vzdálenosti dvou metrů?*
- *Má příspěvek příliš málo nebo příliš mnoho textu a grafů/tabulek/obrázků?*
- *Je plakát dobře vypadající? Vypadá plakát symetricky a úhledně?*

#### 6. Kreativita a význam

- *Je výzkumná otázka kreativní, originální?*
- *Odpověděl výzkum na zajímavé otázky?*
- *Je příspěvek kreativní a originální?*
- *Je plakát přitažlivý a poutavý?“ (ČSÚ, 2023)*

## 6 TVORBA MATERIÁLNÍCH DIDAKTICKÝCH POMŮCEK

Hlavním cílem této práce je vytvoření komplexní sady materiálních didaktických pomůcek pro podporu výuky CNC technologií na středních odborných školách.

Po provedení výzkumného šetření a následné analýzy vybraných materiálních didaktických pomůcek v předchozích částech této diplomové práce jsem dospěl k následujícímu závěru:

**Potřeba inovace:** Analýza potvrdila, že stávající materiální didaktické pomůcky používané ve výuce CNC technologií jsou často zastaralé, nedostatečně pokrývají aktuální technologické trendy nebo neexistují. Z tohoto důvodu existuje výrazná potřeba inovace.

**Rozmanitost témat:** Zjistil jsem, že šíře témat výuky CNC technologií je rozmanitá a stávající didaktické pomůcky ne vždy odpovídají všem potřebám výuky. Navrhuji vytvoření pomůcek pokrývajících širokou škálu tematických okruhů, od základních principů až po pokročilé techniky.

Na základě provedeného výzkumného šetření a následné analýzy vybraných materiálních didaktických pomůcek, zejména zaměřených na výuku CNC technologií, jsem dospěl k závěru, že plakáty představují optimální prvek v této oblasti. Plakáty se ukazují jako efektivní nástroj pro vizuální prezentaci klíčových informací a postupů v oblasti CNC technologií. Jejich výhodou je schopnost rychlého a srozumitelného předávání informací žákům. Z výzkumu vyplývá, že vizuální podpora výuky má výrazný vliv na zapamatování a porozumění odborných postupů.

Dále jsem identifikoval potřebu neustálé aktualizace obsahu plakátů v souladu s aktuálním vývojem v oblasti CNC technologií. Rovněž jsem zaznamenal pozitivní ohlasy od učitelů ohledně používání plakátů jako podpůrného materiálu ve výuce.

Na základě těchto zjištění doporučuji věnovat zvláštní pozornost tvorbě kvalitních plakátů jako klíčovému prvku v ucelené sadě materiálních didaktických pomůcek pro výuku CNC technologií na středních odborných školách.

S ohledem na hlavní cíl této práce, což je vytvoření série školních nástěnných plakátů, jsem stanovil pět klíčových předpokladů, které by měly být splněny každým jednotlivým plakátem.

**Flexibilní distribuce:** Plakáty budou navrženy s ohledem na možnost snadné distribuce ve formátu elektronických souborů přímo do škol, které projeví zájem o tyto materiály. Současně budou koncipovány tak, aby bylo možné je reprodukovat jak prostřednictvím profesionálních distributorů, tak i jednoduše tisknout ve školních tiskárnách s barevným tiskem.



**Edukativní charakter:** Plakáty budou výrazně vykazovat znaky školních edukačních plakátů. Znaky školních edukačních plakátů jsou rysy a prvky, které je činí efektivními nástroji ve vzdělávání a podporují učení žáků. Těmito znaky jsou zejména: vizuální přitažlivost, jasná struktura, klíčové informace, smysluplná grafická podpora a standardizovaný vzhled.

**Obsahová kvalita:** V souvislosti s bodem 2 bude edukační obsah předávaný plakáty co nejkvalitnější a co nejúplnější, aby plně splňoval vzdělávací potřeby cílové skupiny.

**Reflexe současných požadavků:** Plakáty budou zohledňovat nejen obsahové, ale i vizuální požadavky, které odpovídají současným potřebám pedagogů a samotných žáků.

**Vizuální doplňující prvek odborných učeben:** Plakáty budou sloužit jako vizuální zdůraznění a doplnění významu a účelu odborných učeben a dílen, které jsou k dispozici na každé střední odborné škole. Jejich design bude respektovat prostředí a specifika těchto míst, aby poskytovaly jasný a inspirativní vzkaz.

Těmito předpoklady se snažím zajistit, že tyto školní nástěnné plakáty budou nejen pedagogicky cenné, ale také prakticky využitelné a přizpůsobitelné potřebám škol a žákům.

Na základě výsledků této analýzy a odvozených závěrů jsem se rozhodl vytvořit komplexní sadu deseti školních nástěnných plakátů. Tato série plakátů bude pečlivě navržena tak, aby odpovídala konkrétním požadavkům jednotlivých zástupců oslovených škol. Tato iniciativa bude základem pro případné rozšíření o specifické plakáty, které by mohly vzniknout po delší době využívání v těchto školách.

Rozhodnutí vytvořit tuto řadu plakátů silně podporuje výzkum provedený Petty (2008). Z tohoto výzkumu vyplývá, že si většina lidí lépe pamatuje vizuální informace. Až 87 % informací zpracováváme vizuálně, zatímco sluchem vnímáme pouze 9 % a zbylé 4 % pomocí ostatních smyslů. Tato nerovnováha zdůrazňuje nezbytnost vizuálních didaktických pomůcek v procesu vyučování.

Cílem této série plakátů je nejen poskytnout učitelům a žákům nástroje k vizuálnímu zdokonalování vzdělávání, ale také efektivně reagovat na konkrétní potřeby škol a vytvářet prostředí podporující optimální výsledky ve výuce. Těším se na pozitivní dopad této iniciativy na vzdělávací proces ve školách a na možnost přizpůsobení a rozšíření této řady v souladu s budoucími potřebami.

Pro samotnou realizaci školních nástěnných plakátů byl zvolen software CorelDRAW Graphics Suite 2022 (v24. 2). Tento nástroj byl vybrán primárně díky svému vektorovému grafickému editoru, což umožňuje vytvářet obsah, který lze snadno přizpůsobovat bez ztráty kvality při změně velikosti nebo dalších úpravách.

Plakáty budou exportovány do univerzálního formátu PDF. Tímto způsobem bude materiál snadno dostupný pro potřeby výuky a další výzkumy v rámci univerzitního prostředí.

## 6.1 Didaktický nástěnný plakát č. 1

### Konvenční stroje x CNC stroje

Řízení NC (Numerical Control) a CNC (Computer Numerical Control) obráběcích strojů představuje klíčový aspekt v moderní výrobě a obrábění materiálů. Zde jsou základní informace o řízení těchto strojů.

#### CHARAKTERISTIKA NC STROJŮ

**Numerical Control (NC)** jsou ručně ovládané stroje vykonávající automatizovaný pohyb na základě instrukcí (číselné hodnoty a příkazy pro řízení pohybu nástroje), které se do stroje vkládají pomocí NC programu na přenosném médiu jako je například děrný štítek, děrné nebo magnetické pásky aj. NC řídicí systém neumožňuje okamžitou změnu programu. NC programy jsou psány ve strojovém kódu, což vyžaduje znalost konkrétního jazyka daného stroje.

Programování může být časově náročné a vyžaduje manuální zadávání hodnot a poté i manuální ovládání stroje, aby tyto pokyny provedl. NC stroje se používají spíše pro jednodušší operace a díky neustálému rozvoji v oblasti CNC strojů jsou na ústupu.

#### CHARAKTERISTIKA CNC STROJŮ

**Computer Numerical Control (CNC)** jsou počítačově řízené stroje. CNC stroje jsou vybaveny počítačem, který řídí jejich pohyb pomocí programu psaném v určitém kódu, srozumitelném pro daný řídicí systém (Fanuc, Heidenhain, Sinumeric a další).

Výhody: maximální pružnost výroby (rychlá změna programu), zvýšení produktivity (snížení časových prodlev), hospodárnost, vysoká přesnost a kvalita, minimální zmetkovitost, velmi složité tvary.

Nevýhody: vysoká pořizovací cena a servis CNC stroje, s neustálým vývojem se zvyšují požadavky na kvalifikaci seřizovačů CNC strojů.

Tvorbu programu lze realizovat několika způsoby. Jednou z prvních možností bylo zapisování programu přímo do textového editoru. Dnes již lze program vytvářet přímo v řídicím počítači stroje, přičemž spousta z nich umožňuje vytvářet NC program, zatímco stroj obrábí.

Jedním z nejpoužívanějších a nejefektivnějších způsobů je však využití CAM (Computer-Aided Manufacturing) software, který využívá k programování 3D modelu součásti. Umožňuje z pohodlí kanceláře vytvářet programy na různé CNC stroje s různými řídicími systémy, které pomocí postprocesoru vytvořeného na míru danému stroji přepíše do NC programu.

Využití: CNC řízení strojů má široké spektrum uplatnění nejen při obrábění (frézování, soustružení, broušení) různých materiálů, u strojů určených na dělení materiálu, stroje

pro nekonvenční obrábění (laser, vodní a drátové řezání, plazma). Dále pak CNC lisy, ohýbačky, svařovací roboty, dopravní manipulátory atd.

Obečně platí, že CNC řízení přináší vyšší úroveň automatizace, flexibilitu a přesnost ve srovnání s tradičním NC řízením. Výběr mezi NC a CNC závisí na konkrétních požadavcích výrobních operací a dostupných technologických a finančních možnostech. CNC technologie se stává standardem v průmyslu díky svým výhodám v efektivitě a přesnosti. S rozvojem CNC strojů ustupuje využití NC strojů do pozadí. Velké místo na trhu pak začínají zabírat tzv. obráběcí centra, která kombinují více obráběcích metod v jednom stroji a neustále se vyvíjejí.

### **CHARAKTERISTIKA OBRÁBĚCÍHO CENTRA**

Jedná se o CNC stroj, který umožňuje více obráběcích metod. Základní rozdělení je na frézovací obráběcí centra a soustružnická obráběcí centra v závislosti na tom, která z obráběcích metod je primární.

Frézovací centra se využívají především pro obrábění nerotačních součástí a vychází z horizontální nebo vertikální koncepce CNC stroje. Tyto stroje mají většinou upínací zařízení umožňující rotaci upnutého dílu.

Soustružnická centra umožňují kromě klasických soustružnických operací i frézovat čelní a boční plochy, vrtat mimo osu, kolmo k obrobku apod.

V porovnání s klasickými CNC stroji dokáží OC ještě o něco zvýšit produktivitu, zkrácením přídavných a vedlejších časů (větší zásobník nástrojů, automatická výměna a kalibrace nástroje, měření obrobku, automatický systém výměny obrobku, paletovací systém výměny obrobku, zmenšení počtu upnutí, více vřetenové stroje atd.)

## KONVENČNÍ STROJE X CNC STROJE

**Konvenční stroj** - veškeré ovládání stroje se provádí ručně, nebo pomocí strojních posuvů.  
**CNC stroj** - pracovní cyklus stroje probíhá automaticky pomocí programu.

### PŘEHLED ROZDÍLŮ MEZI KONVENČNÍM A CNC STROJEM

KONVENČNÍ STROJ	CNC STROJ
Ovládá člověk	Ovládá řídicí systém
Velké přípravné a vedlejší časy	Úspora přípravných a vedlejších časů
Kusová výroba	Kusová i sériová výroba
Dlouhé časy nájezdů a odjezdů	Krátké časy nájezdů a odjezdů
Ruční výměna nástrojů	Automatická výměna nástrojů
Nižší náklady na pořízení stroje	Vyšší náklady na pořízení stroje

Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 7 – Didaktický plakát č. 1- Konvenční stroje x CNC stroje (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.2 Didaktický nástěnný plakát č. 2

### Charakteristika CNC obráběcích strojů

CNC (Computer Numerical Control) obráběcí stroje jsou zařízení, která obsahují NC část a řídicí systém. Umožňují obrábění materiálu na základě přesných instrukcí v podobě programu ve formě čísel a kódů. Tyto stroje jsou široce využívány v průmyslu pro výrobu různých součástí a komponent. Zde jsou některé běžné typy CNC obráběcích strojů.

#### **CNC frézky:**

CNC frézky jsou stroje, které odebírají materiál pomocí rotačních nástrojů – fréz. Mohou provádět různé operace, včetně frézování, vrtání, vyvrtávání, závitování a gravírování.

#### **CNC soustruhy:**

CNC soustruhy jsou navrženy pro obrábění rotačních dílů. Materiál se otáčí a nástroje se pohybují v osách kolmo a podél osy rotace obrobku. To umožňuje vytváření válcových a konických tvarů.

#### **CNC obráběcí centra:**

CNC obráběcí centra jsou vysoce výkonné stroje, které kombinují více funkcí v jednom zařízení. Základní rozdělení je na frézovací centra a soustružnická centra, podle hlavního způsobu obrábění. Frézovací centra dále rozdělujeme na horizontální a vertikální centra, podle uložení vřetene. Obráběcí centra většinou obsahují více vřeten, větší zásobníky nástrojů a systém automatické výměny obrobků.

#### **CNC brusky:**

CNC brusky jsou určeny pro broušení materiálu na vysokou přesnost. Používají se k broušení různých povrchů, včetně hladkých a tvarovaných detailů, broušení nástrojů atd.

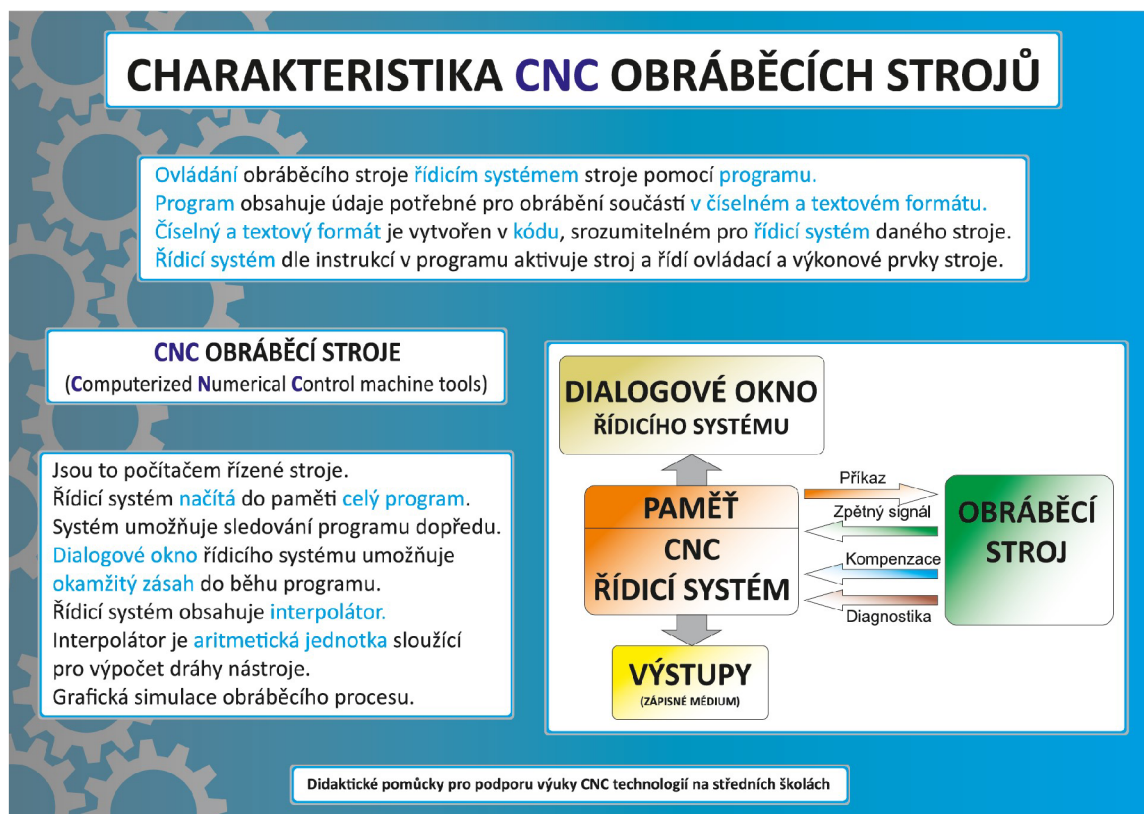
#### **Nekonvenční CNC stroje:**

Patří sem CNC stroje pro plazmové a laserové řezání umožňující přesné a rychlé vytváření tvarů a výřezů v plechu nebo jiných materiálech. Dále elektroerozivní CNC stroje a CNC drátořezy využívající elektrického výboje.

#### **CNC obráběcí stroje pro víceosé obrábění:**

Standardní CNC stroje nabízí tři základní osy X, Y, Z. Za víceosé obrábění se v dnešní době považuje zpravidla 5osé obrábění. Ke třem základním osám se přidávají ještě dva rotační pohyby kolem základních os, které se značí A, B, C. Tyto pohyby může zajišťovat buď vřeteno, nebo upínač obrobku. Významným faktorem, který ovlivňuje výslednou cenu obráběcího centra, je v neposlední řadě fakt, zda se jedná o osu se souvislým nebo přetržitým řízením.

Každý typ CNC stroje má své specifické vlastnosti a využití v závislosti na potřebách výroby. Ovládání těchto strojů je zajištěno pomocí CNC řídicích systémů, které interpretují G kód a řídí pohyb nástroje a další operace. CNC technologie přináší výrazné výhody jako jsou přesnost, opakovatelnost a možnost automatizace výrobního procesu.



Obrázek č. 8 – Didaktický plakát č. 2 - Charakteristika CNC obráběcích strojů (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.3 Didaktický nástěnný plakát č. 3

### Ruční psaní kódu

Ruční psaní G kódu je technika, kterou CNC (Computer Numerical Control) programátoři používají k vytváření řídicích instrukcí pro CNC stroje. Dnes ji v mnoha případech nahrazuje vytváření NC kódu přímo ve stroji nebo využití CAM softwaru. Nicméně je důležité vyznat se v NC kódu a umět v něm číst. ISO kód je speciální jazyk, který obsahuje instrukce, pomocí G a M – kódů, které řídí pohyb a operace nástroje na CNC stroji. Zde jsou základní kroky pro ruční psaní G kódu.

#### **Rozumět CNC stroji:**

Každý CNC stroj má své vlastní specifikace a omezení. Před začátkem psaní G kódu si pečlivě přečtěte manuál k CNC stroji, abyste pochopili jeho schopnosti a omezení.

#### **Zvolit programovací systém:**

Program můžete zapisovat pomocí CAM software, zapisovat je rovnou do řídicího systému stroje, nebo psát NC kód ručně v textovém editoru. CAM software vám umožní vytvářet NC kód, aniž byste potřebovali znát ISO kód, zatímco ruční psaní je vhodné pro ty, kteří mají hlubší znalosti o CNC programování.

#### **Výběr nástroje:**

Zvolte nástroje, které budete používat pro obrábění materiálu. Každý nástroj má svoji vlastní pozici v nástrojovém listě. Nezapomeňte na správné nastavení korekce nástroje a jeho vyložení z upínače.

#### **Psaní základní struktury programu:**

Začněte s definováním nulového bodu (počáteční pozice nástroje). Pokračujte výběrem nástroje, stanovením jeho rezných podmínek. Dále zápisem přesných souřadnic, kam se chceme přiblížit pomocí rychloposuvu G00.

#### **Specifikace operací:**

Přidávejte příkazy pro různé operace jako je lineární a kruhová interpolace, vrtání, frézování nebo vyřezávání. Každá operace bude vyžadovat specifické G kódy. Některé řádky programu budou pro správný průběh potřebovat M kódy jako zastavení nástroje, jeho výměna, změna směru otáček apod.

#### **Kontrola a ladění:**

Před ostrým spuštěním programu je vhodné nejprve spustit simulaci ve stroji. Při ostrém startu se doporučuje stáhnout potenciometr posuvu na nižší hodnoty a kontrolovat jej při každé výměně nástroje a následném přiblížení nástroje rychloposuvem k materiálu. Buďte pečliví a opatrní, aby se předešlo chybám, které by mohly vést k poškození stroje nebo materiálu.





Obrázek č. 9 – Didaktický plakát č. 3 - Ruční psaní kódu (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.4 Didaktický nástěnný plakát č. 4

### Dílenské programování

Dílenské programování CNC strojů je proces, při kterém se vytváří programy přímo v počítači řídicího systému stroje. Přičemž často dochází k programování ve fázi, kdy je na stroji spuštěn jiný program. Programátoři mohou využít funkce řídicího systému, který jim usnadňuje zápis NC kódu, např. předdefinované podprogramy na kapsy, kruhové kapsy, vrtání, drážkování aj. a nemusí je zapisovat ručně. Tento způsob zápisu NC programu je tedy rychlejší a bezpečnější než předchozí metoda. Navíc již dnes spousta řídicích systémů obsahuje tzv. generátory kontur, které umožňují zakreslit obráběný tvar, což urychluje následovné programování. Možnost spustit simulaci v průběhu nedokončeného programu umožňuje rychlejší odhalení případných chyb. Tento způsob programování se řídí stejnými zásadami jako v předchozí kapitole.

Dílenské programování může být užitečné pro jednodušší operace nebo v situacích, kdy není zajištěn přístup k sofistikovaným CAM programům.

**ZPŮSOBY GENEROVÁNÍ ISO KÓDU**

ISO kód je nejrozšířenější programovací jazyk CNC obráběcích strojů. Obsahuje informace sloužící k ovládání stroje. Obsahuje G kódy a M kódy. Princip programování pomocí ISO kódu je společné pro soustruhy i frézky.

**DÍLENSKÉ PROGRAMOVÁNÍ**

Nabízejí je pokročilejší řídicí systémy jako např. Sinumerik, Heidenhain. Program je sestavován z parametrických bloků, obsahuje předdefinované bloky (podprogramy). Výhodou je vizualizace při nastavování parametrů. Mohou obsahovat generátory kontur. Možnost průběžné kontroly pomocí simulace. Není vhodné při programování ve více osách.

Ovládací panel řídicího systému Sinumerik 808 D Advanced.

Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 10 – Didaktický plakát č. 4 - Dílenské programování (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.5 Didaktický nástěnný plakát č. 5

### CAM programování

CAM (Computer-Aided Manufacturing) je software určený k vytváření řídicích instrukcí pro CNC (Computer Numerical Control) stroje. Pomocí CAM softwaru se vygeneruje NC program. Aby takový program mohl vzniknout, je potřeba nechat si vytvořit (většinou specializovanou firmou) takzvaný postprocesor k danému stroji, pro který chceme programy vytvářet.

Postprocesor je mezičlánek mezi CAM softwarem a řídicím systémem stroje. Jde vlastně o jakýsi druh překladače. Obsahuje veškeré technické parametry stroje jako je maximální rychlost, maximální otáčky, pracovní rozsah os stroje, počet os a jejich značení, velikost zásobníku stroje a veškeré vztažné body stroje. Důležitou informací je také typ řídicího systému stroje, protože jednotlivé programy z těchto řídicích systémů mají lehce odlišně stavěné programy (program v Sinumeric vypadá jinak než ve Fanuc).

#### **Import modelu do CAM softwaru:**

Programování začíná vložením modelu součásti ve 2D nebo 3D. Tento model může být vytvořen v CAD (Computer-Aided Design) software, nebo můžete importovat existující modely.

#### **Definování materiálu:**

Specifikuje se materiál, který bude použit pro výrobu dílu. To má vliv na parametry obrábění, jako je rezná rychlost a posun nástroje.

#### **Výběr nástrojů:**

Výběr vhodného nástroje pro jednotlivé operace. CAM software obvykle obsahuje knihovnu s různými nástroji, které je možné použít. Důležité je ověření, zda se daný nástroj může zavrtat.

#### **Definování operací:**

Z nabídky je umožněn výběr různých operací, jako jsou frézování, vrtání, vyvrtávání a další. A je umožněna specifikace dalších parametrů, jako je hloubka řezu, rychlost obrábění.

#### **Zvolení strategie obrábění:**

Volba strategie obrábění, která bude optimální pro danou operaci. To může zahrnovat různé přístupy, například hrubování nebo dokončování. Důležité je se zamyslet na vhodném technologickém postupu.

#### **Simulace:**

Před generováním NC kódu vždy provedeme simulaci v CAM softwaru. Simulace umožňuje zkontrolovat, zda operace proběhnou správně, a je možné předejít chybám na reálném stroji. Pro větší jistotu správnosti programu lze do simulace zahrnout i model upínače nástroje a obrobku.

### **Generování G kódu:**

Po úspěšné simulaci se vygeneruje NC kód, který obsahuje veškeré instrukce, které řídí pohyb nástrojů a operace na CNC stroji.

### **Přizpůsobení parametrů:**

Někdy může být třeba upravit parametry obrábění na základě výsledků simulace nebo specifických požadavků výroby. Tyto úpravy je možné provádět buď přímo v CAM softwaru, nebo na stroji (např. úprava rychlosti posuvu).

### **Odeslání do CNC stroje:**

Hotový NC kód můžeme přenést na CNC stroj pomocí externích médií, jako jsou USB disky nebo pomocí síťového připojení.

CAM programování poskytuje vysokou úroveň automatizace a efektivity při vytváření programů pro CNC stroje. To umožňuje programátorům a výrobním specialistům efektivně vytvářet složité a přesné díly s minimálními chybami s ohledem na vysokou produktivitu.

**Než začnete programovat, mějte na paměti, že jakékoliv obrábění se uskutečňuje v soustavě:**

STROJ – NÁSTROJ – OBROBEK

Stejně tak jak je důležité znát parametry a možnosti (limity) příslušného stroje, je potřeba znát dostupné nástrojové vybavení a vlastnosti obráběného materiálu.

Můžete dokonale ovládat CAM software, ale bez správně zvoleného technologického postupu, rezných podmínek a předchozích zkušeností z konvenčních strojů a znalostí NC kódu se dříve nebo později neobejdete.

## ZPŮSOBY GENEROVÁNÍ ISO KÓDU

**ISO kód** je nejrozšířenější programovací jazyk CNC obráběcích strojů.

Obsahuje informace sloužící k ovládní stroje.

Obsahuje G kódy a M kódy.

Princip programování pomocí **ISO kódu** je společné pro soustruhy i frézky.

## CAM PROGRAMOVÁNÍ

**CAM (Computer-Aided-Manufacturing)**

Nejmodernější způsob generování **CNC programů**.

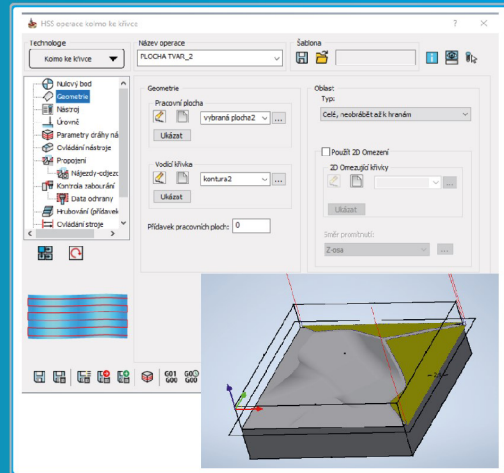
Vhodné pro složité výrobky a víceosé obrábění.

K tvorbě programu používá 3D model součásti.

Pro generaci ISO kódu potřebuje **postprocesor**.

Není nutná znalost ISO kódu.

Obsahuje simulaci.



Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 11 – Didaktický plakát č. 5 - CAM programování (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.6 Didaktický nástěnný plakát č. 6

### Absolutní programování G90

Při absolutním programování vycházíme z pevně daného nulového bodu obrobku. Všechny hodnoty os X, Y, Z, které zapisujeme do programu, vychází z tohoto nulového bodu.

#### Přesné umístění:

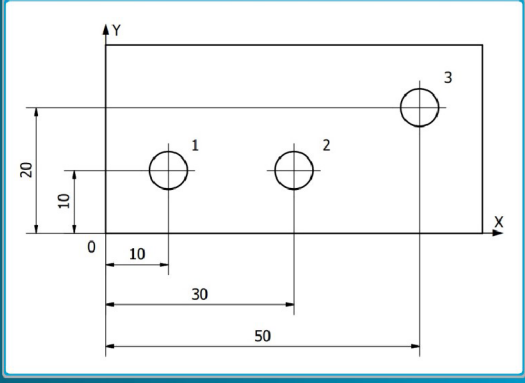
Všechny pohyby nástroje jsou specifikovány jako přesné souřadnice vzhledem k nulovému bodu obrobku.

## ABSOLUTNÍ PROGRAMOVÁNÍ G90

Při absolutním programování vycházíme z pevně daného nulového bodu obrobku. Všechny hodnoty os X, Y, Z, které zapisujeme do programu, vychází z tohoto nulového bodu.

Souřadnice všech programových bodů se zadávají k předem zvolenému počátku souřadnic tzv. **nulovému bodu**.  
Vhodné při kótování od základny.

BOD	SOUŘADNICE
1	X10 Y10
2	X30 Y10
3	X50 Y20



Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 12 – Didaktický plakát č. 6 - Absolutní programování G90 (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.7 Didaktický nástěnný plakát č. 7

### Inkrementální programování G91

Inkrementální programování neboli přírůstkové programování je strategie používaná při programování CNC strojů, kde jsou pohyby nástroje zadávány jako přírůstky od aktuální pozice. Tato metoda je často využívána v situacích, kde výrobní výkresy nejsou vztaheny k jednomu pevnému počátku, ale navazují vzájemně pomocí řetězového kótování.

V inkrementálním programování je každý pohyb nástroje specifikován jako posun o určitou hodnotu ve všech relevantních osách od jeho aktuální pozice. To znamená, že cílová poloha pro přemístění, například řezného nástroje, je vždy vztahena k aktuální startovní pozici. Startovní pozice pohybu nástroje tak slouží jako lokální počátek soustavy souřadnic.

Při inkrementálním zadávání souřadnic se tedy nástroj pohybuje o konkrétní hodnoty ve všech osách vzhledem k jeho aktuální poloze, nikoli vzhledem k pevnému absolutnímu nulovému bodu v pracovním prostoru. Tím se umožňuje pružnost v programování a usnadňuje úpravy programu vzhledem k aktuálním potřebám výroby.

## INKREMENTÁLNÍ PROGRAMOVÁNÍ G91

Inkrementální neboli přírůstkové programování je způsob, kde jsou pohyby nástroje nebo pracovního stolu specifikovány vzhledem k předchozí poloze.

Každý další pohyb nástroje se zadává jako přírůstek od předchozí pozice.  
Vhodné při řetězovém kótování.

BOD	SOUŘADNICE
1	X10 Y10
2	X20 Y0
3	X20 Y10

Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 13 – Didaktický plakát č. 7 - Inkrementální programování G91 (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.8 Didaktický nástěnný plakát č. 8

### Stavba CNC programu

CNC program je soubor technologických a geometrických informací, které potřebuje řídicí systém CNC stroje. Program se zapisuje do jednotlivých bloků – řádků. Lze jej vytvářet přímo na obráběcím stroji, nebo jej lze generovat a importovat z CAM softwaru. Program lze kontrolovat pomocí grafické simulace ještě před jeho spuštěním a lze jej jednoduše upravovat a doplňovat.

#### Složení CNC programu:

Značení bloků: každý blok má své pořadové číslo, slouží k přesnému vyhledávání v programu. Využívá se například k návratu do programu, po jeho přerušení, aby nemusel začínat od začátku.

Blok se skládá z jednotlivých příkazů tzv. slov. Každý příkaz se skládá z adresové (symbol písmena) a významové části (konkrétní hodnota).

Geometrické informace: jedná se o způsob zápisu pohybu nástroje jako je posuv, rychloposuv, dále dráha nástroje jako přímka a oblouk.

Technologické informace: velikost posuvu, otáčky vřetena, jeho vypnutí, změna směru otáčení, výměna nástroje, jeho korekce, zapnutí a vypnutí chlazení, konec programu a podprogramu.

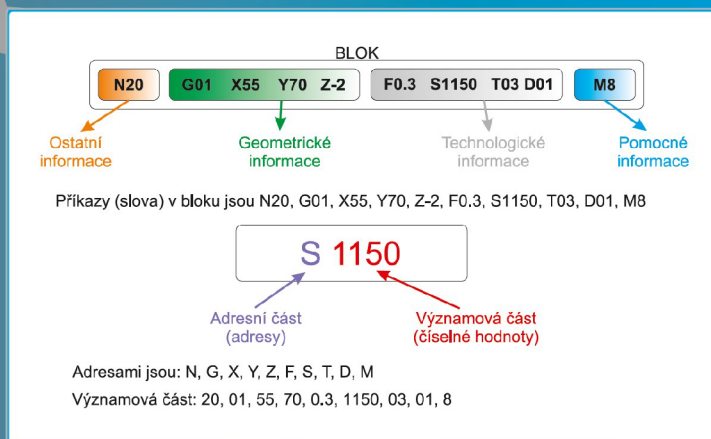
Tabulka č. 3 - Význam adresové části

Popis struktury bloku		Druh informace
N	Číslo bloku	Ostatní
M	Pomocné funkce	Pomocné
G	Přídavné funkce	Geometrické
X, Y, Z	Souřadnice	
F	Rychlost posuvu	Technologické
S	Otáčky vřetena	
T, D	Volba nástroje	



# STAVBA CNC PROGRAMU

Program se skládá z **BLOKŮ** (vět, řádků).  
Bloky se skládají z jednotlivých **PŘÍKAZŮ** (slov).  
Příkazy obsahují **adresovou část** a **významovou část**.



Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 14 – Didaktický plakát č. 8 - Stavba CNC programu (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## 6.9 Didaktický nástěnný plakát č. 9

### Přídavné funkce G a pomocné funkce M

Přídavné funkce G jsou speciální funkce v NC kódu, které ovlivňují chování nástroje nebo CNC stroje. Tyto funkce umožňují programátorům nastavit různé parametry týkající se pohybu nástroje. K popisu dráhy řezného nástroje se užívá pojem interpolace. Každá přídavná funkce G má svůj vlastní nezaměnitelný číselný kód.

Zde jsou některé běžné přídavné funkce G:

**G00 – Rychloposuv** – pohyb nástroje maximální možnou rychlostí z jednoho bodu do druhého. Maximální rychlost je dána konstrukcí stroje.

Ukázka: **G00 X100 Y50**

#### **G01 – Lineární pohyb (interpolace):**

Používá se pro lineární pohyb (po přímce) nástroje od jednoho bodu k druhému.

Ukázka: **G01 X150 Y75**

#### **G02/G03 – Kruhová interpolace:**

Definuje pohyb nástroje po kružnici nebo oblouku.

G02 ve směru pohybu hodinových ručiček po kružnici o poloměru R pracovním posuvem F (X, Y, Z).

Ukázka: **G02 X40 Z-50 R 30 F0.2**

Místo rádiu lze použít jeho střed (I, J, K).

G03 proti směru pohybu hodinových ručiček po kružnici.

Ukázka: **G03 X140 Z-110 I40 K-20 F0.2**

(se zápisem pomocí středu kružnice)

#### **G40/G41/G42:**

G40 – zrušení korekce poloměru nástroje, nástroj jede v ose definované dráhy. Musí se přičítat (nebo odečítat poloměr nástroje).

G41 – korekce poloměru vpravo, nástroj jede napravo od definované dráhy.

G42 – korekce poloměru vlevo, nástroj jede vlevo od definované dráhy.

#### **G90/G91 Absolutní a přírůstkové programování**

#### **G54 – G59 Posunutí nulových bodů**

**G94 – G95** Změna posuvu

**G80 – G83** Vrtací cykly

Kromě přídatných funkcí se při programování používají funkce pomocné – M kódy:

**M30** Konec programu

**M06** Automatická výměna nástroje. Tato funkce se používá k výměně aktuálního nástroje za nový. Programátor specifikuje číslo nástroje T a případnou korekci nástroje D.

Ukázka: **M06 T01D01**; Změna na nástroj s číslem 01 a korekcí 01

**M03/M04/M05** – zapnutí/vypnutí vřetena:

M03 zapne vřeteno ve směru hodinových ručiček,

M04 ve směru proti hodinovým ručičkám a M05 vypne vřeteno.

Ukázka: **M03 S500**

**M08/M09** – zapnutí/vypnutí chlazení:

M08 zapne chlazení a M09 vypne chlazení.

**PŘÍPRAVNÉ G A POMOCNÉ M FUNKCE**

Za adresou funkce následuje významová část skládající se ze dvou číslic upřesňující relativní pohyb nástroje a obrobku (podmínky a druhy pohybu).

FUNKCE	VÝZNAM
G00	Rychloposuv (maximálním posuvem)
G01	Lineární interpolace
G02	Kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček
G03	Kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček
G17	Volba pracovní roviny X/Y
G18	Volba pracovní roviny Z/X
G19	Volba pracovní roviny Y/Z
G40	Pohyb nástroje bez korekce nástroje
G41	Korekce dráhy nástroje vlevo
G42	Korekce dráhy nástroje vpravo
G54 – G59	Posunutí nulového bodu
G90	Absolutní programování
G91	Inkrementální programování
G92	Omezení otáček stroje
G94	Posuv v mm/min.
G95	Posuv v mm/ot.
G96	Zapnutí konstantní řezné rychlosti
G97	Vypnutí konstantní řezné rychlosti

FUNKCE	VÝZNAM
M00	Programové zastavení
M03	Roztočení vřetene po směru HR
M04	Roztočení vřetene proti směru HR
M05	Zastavení otáček vřetena
M06	Výměna nástroje
M07	Zapnutí chladicí kapaliny
M09	Vypnutí chladicí kapaliny
M30	Konec programu

Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 15 – Didaktický plakát č. 9 - Přídatné funkce G a pomocné funkce M (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

## **6.10 Didaktický nástěnný plakát č. 10**

### **Upínání nástrojů na CNC**

Správné upnutí nástroje je klíčovým prvkem pro docílení vysoké kvality obrábění při práci s CNC stroji. Zajištění pevného a přesného upnutí nástroje má vliv na celkovou přesnost, kvalitu opracování materiálu a bezpečnost provozu stroje. Při správném upínání se minimalizuje riziko vibrací, což má pozitivní dopad na výkon a životnost nástroje. Kromě správné volby způsobu upnutí je důležité věnovat pozornost při výběru ideálního nástroje a jeho optimálním rezným podmínkám tak, aby byla zajištěna co nejdelší trvanlivost nástroje a optimální podmínky především z pohledu produktivity a hospodárnosti práce na CNC stroji.

Mezi vřetenem a obrobkem se nachází několik upínacích prvků, které musí spolehlivě přenést krouticí moment a zajistit pevnost a správnost upnutí.

Nejčastěji se používají skupiny upínačů HSK63F a ISO30. Tyto skupiny se odlišují zejména provedením rozhraní dle norem DIN69893 a DIN69871, které určují, jak jsou upínače uchyceny ke stroji. Oba typy upínačů mohou být dodávány s prodlouženým vřetenem, což umožňuje dosažení větší hloubky obrábění. Nástroje mohou být upnuty buď přímo, nebo nepřímo.

### **Držáky nástrojů na CNC**

Jedna z často používaných možností je HSK systém pomocí kleštin. Kleština slouží k upevnění nástroje v upínací hlavě CNC stroje. Existují různé typy kleštin, z nichž dva základní jsou kleštiny se systémem ER (External Retention) a EOC (OZ, OZ25, OZ32). Zatímco kleštiny ER mají rozsah průměru 0–1 mm, kleštiny EOC se vyrábí jako přesné kleštiny. Součástí mechanismu pro zajištění kleštiny v upínací hlavě CNC stroje je převlečná matice. Existují různé typy převlečných matic a volba mezi nimi závisí na použité upínací hlavě a konkrétních potřebách při obrábění. Dva základní typy převlečných matic jsou DIN6499 (též nazýváno jako ER matice) a DIN6388 (též nazýváno jako OZ matice).

Mezi nejjednodušší a cenově nejdostupnější způsoby patří upínače Weldon. Nevýhodou je, že upínač lze použít pouze na jeden průměr nástroje. Používá se u válcových fréz, které musí být opatřeny ploškou.

Existují také speciální typy upínačů, jako jsou hydro a termo upínače, které nabízejí specifické způsoby uchycení nástroje. Termo systém upínání představuje inovativní metodu pro upínání nástrojů na CNC strojích. V případě využití tohoto

systému není potřeba používat kleštiny ani převlečné matice. Proces upnutí nástroje probíhá pomocí roztažnosti kovů. Upínač je umístěn do speciálního stroje, který jej zahřeje. Při zahřátí se upínač roztáhne, což umožňuje vložení nástroje. Po ochlazení je nástroj trvale upnut v upínací hlavě. Tato metoda má významnou výhodu v pevnosti upnutí, což může být klíčové pro přesnost obrábění. Nicméně jednou z nevýhod je potřeba mít pro každý nástroj samostatnou upínací hlavu, protože není možné nástroje snadno vyměnit přímo na pracovišti.

Moderní CNC stroje jsou vybaveny zásobníkem s výměníkem nástrojů, což umožňuje automatickou výměnu nástrojů během obráběcího procesu. Zásobníky mohou být umístěny i mimo samotný stroj, zvláště pokud jsou velkoobjemové. Moderní CNC centra dnešní doby obsahují i systém automatického měření nástroje. Tato zařízení přispívají k efektivitě a rychlosti CNC obrábění.

## UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ NA CNC

Automatická výměna nástrojů snižuje vedlejší časy.  
Nástroje se musí pravidelně měřit a seřizovat.  
Nástroje musí být upnuty dostatečně pevně s co nejmenším vyložením.  
Druhy upnutí: mechanické, hydraulické, pneumatické, tepelné.

**TEPELNÉ UPÍNÁNÍ**  
Funguje na principu tepelné roztažnosti.  
Dutina držáku se zahřeje a uvolní nástroj.  
Opětovné ochlazení zajistí upnutí.

**UPÍNAČE WELDON**  
Nástroj má válcovou stopku s ploškou.  
Pouze pro jeden průměr.



**HSK UPÍNAČE**  
Upínání pomocí kleštin.  
Pro různé průměry.  
Malá pružná deformace (0,5 - 1 mm)  
Nutno pořídít sadu kleštin.



**TRIBOS UPÍNAČ**  
Pro nástroje s válcovou stopkou.  
Silově-deformační upínání.  
Je potřeba speciální přípravek.



Didaktické pomůcky pro podporu výuky CNC technologií na středních školách

Obrázek č. 16 – Didaktický plakát č. 10 - Upínání nástrojů na CNC (zdroj: vlastní zpracování, ilustrativní zobrazení)

Jako zdroje informací, které jsou použity na navržených plakátech 1 až 10, sloužily zejména publikace „CNC Programování obráběcích strojů“ od autora Miroslava Štulpy (Štulpa, 2015) a „Konstrukce CNC obráběcích strojů IV.0“ od autora Jiřího Marka (Marek, 2018).

## 7 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá tvorbou didaktických pomůcek s cílem podpořit výuku CNC technologií na středních školách. První část práce se věnuje literární rešerši dostupných zdrojů, která identifikuje pojem technika a jeho význam ve vzdělávání. Technika je zde chápána jako vývoj využívající nástroje, stroje, materiály a procesy, které pomáhají řešit problémy vznikající lidskou činností.

Následně autor podrobněji zkoumá kurikulum a vymezení vzdělávání na střední škole se zaměřením na technický směr. V této části jsou detailně popsána témata, jimiž se žáci na technických školách zabývají, přičemž důraz je kladen na CNC technologie, což je hlavní téma práce. CNC stroje, označované jako počítačem řízené výrobní stroje, jsou charakterizovány tím, že všechny jejich funkce řídí centrální řídicí systém. Tyto stroje pracují v automatizovaném cyklu podle předem vytvořeného programu.

Třetí kapitola teoretické části se dále soustředí na popis didaktických prostředků a pomůcek. Tyto aspekty jsou následně podrobně zkoumány v praktické části práce, kde autor realizuje tvorbu konkrétních didaktických pomůcek s cílem posílit výuku CNC technologií na středních školách. Celkově lze říci, že práce propojuje teorii s praktickým přístupem nabízející komplexní pohled na problematiku výuky technických oborů na středních školách, zejména pak s ohledem na CNC technologie.

Praktická část diplomové práce je rozdělena do tří kapitol. První část zahrnuje výzkumné šetření zaměřené na identifikaci používaných didaktických pomůcek učiteli středních odborných škol při výuce CNC technologií. Cílem bylo zjistit, jaká konkrétní podpora je ve výuce této technologie využívána a jaké jsou případné nedostatky.

Stěžejní částí bylo vytvoření souboru didaktických pomůcek. Jednalo se o školní nástěnné plakáty, které mají podpořit názornost ve výuce CNC technologií na středních školách. Celkem bylo vytvořeno deset plakátů koncipovaných tak, aby byly využity nejen v teoretické, ale i praktické výuce na úseku školních dílen.

Rozhovory s konkrétními učiteli, kteří se věnují výuce CNC technologií, a následná kvalitativní analýza dostupných didaktických pomůcek odhalily značný nedostatek zejména v oblasti vizuálních pomůcek. Tato identifikovaná skutečnost vedla k vytvoření konkrétních plakátů, které by mohly zaplnit tuto mezeru a podpořit tak výuku.

Naplánované cíle diplomové práce byly úspěšně dosaženy. Navíc práce otevírá možnosti dalšího rozvoje, a to především v oblasti rozšíření didaktických plakátů na další specifická témata. Z výzkumu vzešlo tvrzení, že učitelé mají rapidní nedostatek materiálních didaktických pomůcek pro výuku CNC technologií a ani nevědí, kde takto specifické didaktické pomůcky poptávat. Proto by bylo vhodné podniknout rozsáhlejší šetření a zvážit další kroky, jako je šíření informací nebo vytvoření centralizovaného úložiště pro didaktické materiály.

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

1. BAJTOŠ, Ján a Jozef PAVELKA. *Základy didaktiky technickej výroby*. Prešov: Prešovská univerzita, 1999. ISBN 80-88722-46-2.
2. CÍLEK, Václav. *O popularizaci vědy*. Praha: Středisko společných činností AV ČR, 2016. Věda kolem nás. ISBN 978-80-260-9938-3.
3. ČÁP, Jan a Jiří MAREŠ. *Psychologie pro učitele. Vyd. 2.* Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.
4. Český statistický úřad [online]. Praha: ČSÚ, 2023. Dostupné z: [https://www.czso.cz/staticke/stat\\_gramotnost/k\\_hodnoceni.html](https://www.czso.cz/staticke/stat_gramotnost/k_hodnoceni.html).
5. DANEŠ, František.: 1994, Odstavec jako centrální jednotka tematicko-kompoziční výstavby textu. *Slovo a slovesnost*, 55, str. 1–17. ISSN 0037-7031.
6. DOBROVOLNÝ, Bohumil a Karel ANDRLÍK. *Hokrův technický slovník naučný: [Hokr's technisches Real-Lexikon]: Základy technické fyziky, techniky a výrobní technologie zvláště s ohledem na průmysl, řemesla a vyučování na odborných školách*. Praha: Josef Hokr, 1943.
7. DOSTÁL, Jiří a Mária KOŽUCHOVÁ. *Badatelský přístup v technickém vzdělávání: teorie a výzkum*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. ISBN 978-80-244-4913-5.
8. DOSTÁL, Jiří. *Podkladová studie k revizím RVP: Člověk a technika* [online]. 2018 [cit.\_2023-4-29]. Dostupné z: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/Clovek%20a%20technika\\_podkladova-studie%20\(32\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Clovek%20a%20technika_podkladova-studie%20(32).pdf).
9. DOSTÁL, Jiří. *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Olomouc: Votobia, 2008. ISBN 978-80-7409-003-5.
10. HLADÍLEK, Miroslav. *Kapitoly z obecné didaktiky a didaktiky vzdělávání dospělých*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského, 2009. ISBN 978-80-86723-75-4.
11. HLAVATÝ, Josef. *Didaktická technika pro učitele*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-7080-479-3.
12. HONZÍKOVÁ, Jarmila a Ján BAJTOŠ. *Didaktika pracovní výchovy na 1. stupni ZŠ*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2004. ISBN 80-704-3255-1.
13. HRBEK, Mirko a J. PÁNEK. *Průvodce základními prostředky didaktické techniky*. Praha: Institut pro výchovu vedoucích pracovníků, 1983.
14. HÝBL, František. *Z historie českého školního obrazu*. Přerov: Okresní vlastivědné muzeum J. A. Komenského, 1980.
15. CHROMÝ, Jan. *Materiální didaktické prostředky v informační společnosti*. Praha: Verbum, 2011. 209 s. ISBN 978-80-904415-5-2.
16. *INFOTECH ...: moderní informační a komunikační technologie ve vzdělávání: sborník příspěvků*. Olomouc: Votobia, [200-]-^^^^. ISBN 978-80-7220-301-7.

17. JANKO, Tomáš. *Učebnice: druhy, funkce, práce s učebnicí* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2017. [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1441/jaro2017/SZ7BK\\_SDi1/Ucebnice\\_druhy\\_funkce\\_race\\_s\\_ucebnici.pdf](https://is.muni.cz/el/1441/jaro2017/SZ7BK_SDi1/Ucebnice_druhy_funkce_race_s_ucebnici.pdf).
18. JENIŠ, Kamil. *Obecná didaktika – vybraná témata*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2010. ISBN 978-80-7435-047-4.
19. KALHOUS, Zdeněk. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
20. KLEMENT, Milan, Jiří DOSTÁL, Jan KUBRICKÝ a Květoslav BÁRTEK. *ICT nástroje a učitelé: adorace, či rezistence?* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5092-6.
21. KROPÁČ, Jiří. a Jitka KROPÁČOVÁ. *Didaktická transformace pro technické předměty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1431-7.
22. KROPÁČ, Jiří. *Didaktika technických předmětů: vybrané kapitoly*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2004. ISBN 80-244-0848-1.
23. KUNA, Tomáš. *Využití plakátů ve výuce*. Diplomová práce [online]. Ostrava, 2019. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/jqky8g/>>.
24. KYNCL, Miroslav. *Opportunities for water treatment sludge re-use*. *GeoScience Engineering* [online]. 2008, 11-22 [cit. 2023-05-04]. ISSN 1802-5420. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/84231>.
25. MACEK, Zdeněk. *Obraz jako didaktický prostředek*. *Pedagogika*, 1984, č. 3, s. 453-469.
26. MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
27. MAŇÁK, Josef. *Nárys didaktiky*. 2. vyd. [i.e. dotisk 2. vyd.]. Brno: Masarykova univerzita, 1997. ISBN 80-210-1124-6.
28. MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů IV.0*. Praha: MM publishing, 2018. MM speciál. ISBN 978-80-906310-8-3.
29. MOJŽÍŠEK, Lubomír. *Pracovní výchova dětí a mládeže*. Praha: SPN, 1978.
30. NÁPRSTKOVÁ, Nataša a Nadežda ČUBOŇOVÁ. *Úvod do problematiky, základů a možností programování CNC strojů*. Ústí nad Labem: FSI, UJEP, 2019. ISBN 978-80--7561-203-8.
31. *Národní pedagogický institut* [online]. Praha: MŠMT, 2023. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/stredni-vzdelavani>.
32. PETLÁK, Erich. *Všeobecná didaktika*. 2. vyd. Bratislava: Iris, 2004. 311 s. ISBN 8089018645.
33. PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 2008. ISBN 80-7178-070-7.



34. PLÁŠILOVÁ, Libuše. *Školní obrazy. Historie českých školních obrazů k názornému vyučování a průvodce výstavou*. Hradec Králové: Muzeum východních Čech, 1992.
35. PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ. *Pedagogický slovník*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-579-2.
36. PRŮCHA, Jan, Jiří MAREŠ a Eliška WALTEROVÁ. *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
37. PRŮCHA, Jan. *Alternativní školy*. 2. upr. vyd. Praha: Portál, 1996. Pedagogická praxe. ISBN 8071780723.
38. RAMBOUSEK, Vladimír a kol. *Technické výukové prostředky*. Praha: SPN, 1989.
39. *Rámcový vzdělávací program* [online]. Praha: MŠMT, 2023. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>.
40. SEDLÁČKOVÁ, Beáta. *Dokumentografie: skriptum pro posluchače filozoficko-přírodovědné fakulty SU v Opavě, pro posluchače Univerzity Karlovy v Praze*. Opava: Slezská univerzita, 1993. ISBN 80-901581-2-9.
41. SERAFÍN, Čestmír. *Proměna kurikula technické výchovy v České a Slovenské republice po roce 1989*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. ISBN 978-80-244-4981-4.
42. SERAFÍN, Čestmír. *Soudobé přístupy ke vzdělávání v oblasti elektrotechniky*. Olomouc: Sekel, 2018.
43. SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1821-7.
44. SMUTNÝ, Leoš (2010). *Interaktivita – Co je interaktivita*. In: Dmarketing.cz, *Magazín digitálního marketingu* [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: [www.dmarketing.cz/2010/01/i-interaktivita-co-je-interaktivita/](http://www.dmarketing.cz/2010/01/i-interaktivita-co-je-interaktivita/)
45. SPOUSTA, Vladimír. *Vizualizace: gnostický a komunikační prostředek edukologických fenoménů*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 9788021044203.
46. SVOBODA, Evžen. *Technologie a programování CNC strojů*. Havlíčkův Brod: Fragment, 1998. Učebnice pro odborné školy (Fragment). ISBN 80-720-0297-x.
47. ŠKVOROVÁ, Jaroslava. *Proč zlobím?* Praha: Triton, 2011. ISBN 978-80-7254-407-3.
48. ŠTULPA, Miloslav. *CNC obráběcí stroje a jejich programování*. Praha: BEN – technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-207-8.
49. ŠTULPA, Miloslav. *CNC: programování obráběcích strojů*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5269-3.
50. VANĚČEK, David. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

51. Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř [online]. Chotěboř: VOŠ, OA Chotěboř, 2023. Dostupné z: <https://www.oschot.cz/>.
52. ZUJEV, Dmitrij Dmitrijevič. *Ako tvorit učebnice*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1986.

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek č. 1 – Blokové schéma CNC obráběcího stroje

Obrázek č. 2 – Rozdělení didaktických prostředků

Obrázek č. 3 – Grafické znázornění výuky

Obrázek č. 4 – Schéma učebních pomůcek

Obrázek č. 5 – Pracovní listy

Obrázek č. 6 – EMCO WinNC

Obrázek č. 7 – Konvenční stroje x CNC stroje

Obrázek č. 8 – Charakteristika CNC obráběcích strojů

Obrázek č. 9 – Ruční psaní kódu

Obrázek č. 10 – Dílenské programování

Obrázek č. 11 – CAM programování

Obrázek č. 12 – Absolutní programování G90

Obrázek č. 13 – Inkrementální programování G91

Obrázek č. 14 – Stavba CNC programu

Obrázek č. 15 – Přídavné funkce G a pomocné funkce M

Obrázek č. 16 – Upínání nástrojů na CNC

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka č. 1 – Didaktické prostředky

Tabulka č. 2 – Rozdělení výukových metod

Tabulka č. 3 – Význam adresové části

## **PŘÍLOHY**

# SEZNAM PŘÍLOH

## **Vázané přílohy:**

Příloha č. 1 - Didaktický plakát č. 1 – Konvenční stroje x CNC stroje

Příloha č. 2 - Didaktický plakát č. 2 – Charakteristika CNC obráběcích strojů

Příloha č. 3 - Didaktický plakát č. 3 – Ruční psaní kódu

Příloha č. 4 - Didaktický plakát č. 4 – Dílenské programování

Příloha č. 5 - Didaktický plakát č. 5 – CAM programování

Příloha č. 6 - Didaktický plakát č. 6 – Absolutní programování G90

Příloha č. 7 - Didaktický plakát č. 7 – Inkrementální programování G91

Příloha č. 8 - Didaktický plakát č. 8 – Stavba CNC programu

Příloha č. 9 - Didaktický plakát č. 9 – Přídavné funkce G a pomocné funkce M

Příloha č. 10 - Didaktický plakát č. 10 – Upínání nástrojů na CNC

# KONVENČNÍ STROJE X CNC STROJE

**Konvenční stroj** - veškeré ovládání stroje se provádí ručně, nebo pomocí strojních posuvů.

**CNC stroj** - pracovní cyklus stroje probíhá automaticky pomocí programu.

## PŘEHLED ROZDÍLŮ MEZI KONVENČNÍM A CNC STROJEM

KONVENČNÍ STROJ	CNC STROJ
Ovládá člověk	Ovládá řídicí systém
Velké přípravné a vedlejší časy	Úspora přípravných a vedlejších časů
Kusová výroba	Kusová i sériová výroba
Dlouhé časy nájezdů a odjezdů	Krátké časy nájezdů a odjezdů
Ruční výměna nástrojů	Automatická výměna nástrojů
Nižší náklady na pořízení stroje	Vyšší náklady na pořízení stroje

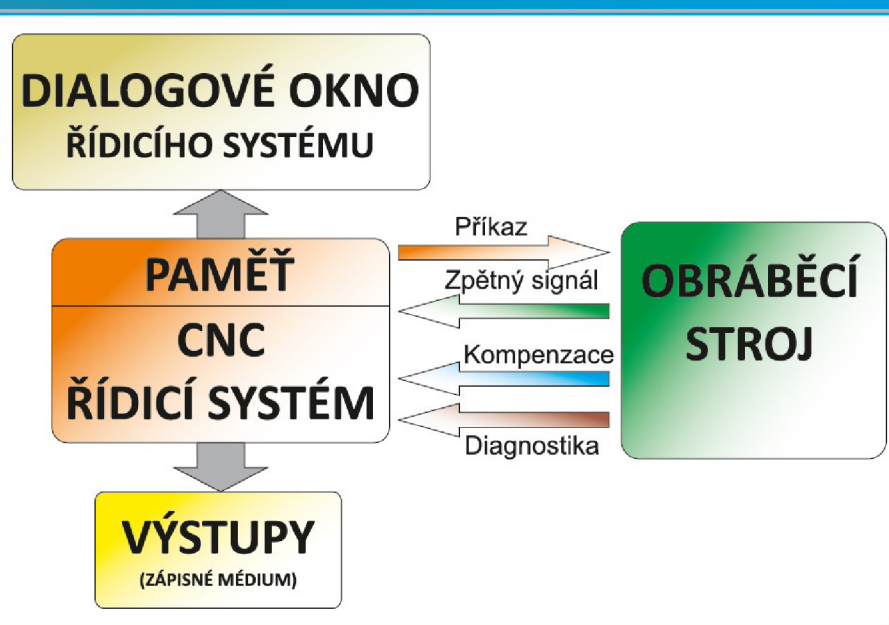
# CHARAKTERISTIKA CNC OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

Ovládání obráběcího stroje **řídícím systémem** stroje pomocí **programu**.  
Program obsahuje údaje potřebné pro obrábění součástí **v číselném a textovém formátu**.  
**Číselný a textový formát** je vytvořen v **kódu**, srozumitelném pro **řídící systém** daného stroje.  
**Řídící systém** dle instrukcí v programu aktivuje stroj a řídí ovládací a výkonové prvky stroje.

## CNC OBRÁBĚCÍ STROJE

(Computerized **N**umerical **C**ontrol machine tools)

Jsou to počítačem řízené stroje.  
Řídící systém **načítá** do paměti **celý program**.  
Systém umožňuje sledování programu dopředu.  
**Dialogové okno** řídicího systému umožňuje **okamžitý zásah** do běhu programu.  
Řídící systém obsahuje **interpolátor**.  
Interpolátor je **aritmetická jednotka** sloužící pro výpočet dráhy nástroje.  
Grafická simulace obráběcího procesu.



## ZPŮSOBY GENEROVÁNÍ ISO KÓDU

**ISO kód** je nejrozšířenější programovací jazyk CNC obráběcích strojů.  
Obsahuje informace sloužící k ovládání stroje.  
Obsahuje G kódy a M kódy.  
Princip programování pomocí **ISO kódu** je společné pro soustruhy i frézky.

## RUČNÍ PSANÍ ISO KÓDU

Není potřeba drahého software, stačí **textový editor**.  
Specifický druh **programování CNC strojů**.  
Nutná znalost **G - kódů**, **M - kódů** a ISO kódu.  
Při tvorbě programu nelze provést kontrolu.  
**Časově náročná** varianta.  
Dnes už se moc nepoužívá.  
Pro programování velmi jednoduchých součástí.

```
G54 G90 G40 G17
T1D1 M6 ; CELNI FREZA - PRUMER 50
G0 X0 Y0
G0 Z50
; Operace (FREZOVANI CELA)
S890 M3
G0 X-60 Y25
G0 Z25
G0 Z3
G1 Z0 F220
G1 X80 F660
G0 Z25
M9
G0 Z25
M30
```



## ZPŮSOBY GENEROVÁNÍ ISO KÓDU

**ISO kód** je nejrozšířenější programovací jazyk CNC obráběcích strojů. Obsahuje informace sloužící k ovládání stroje. Obsahuje G kódy a M kódy. Princip programování pomocí **ISO kódu** je společné pro soustruhy i frézky.

## DÍLENSKÉ PROGRAMOVÁNÍ

Nabízejí je **pokročilejší řídicí systémy** jako např. Sinumerik, Heidenhain. Program je sestavován z **parametrických bloků**, obsahuje předdefinované bloky (podprogramy). Výhodou je vizualizace při nastavování parametrů. Mohou obsahovat **generátory kontur**. Možnost průběžné kontroly pomocí simulace. Není vhodné při programování **ve více osách**.



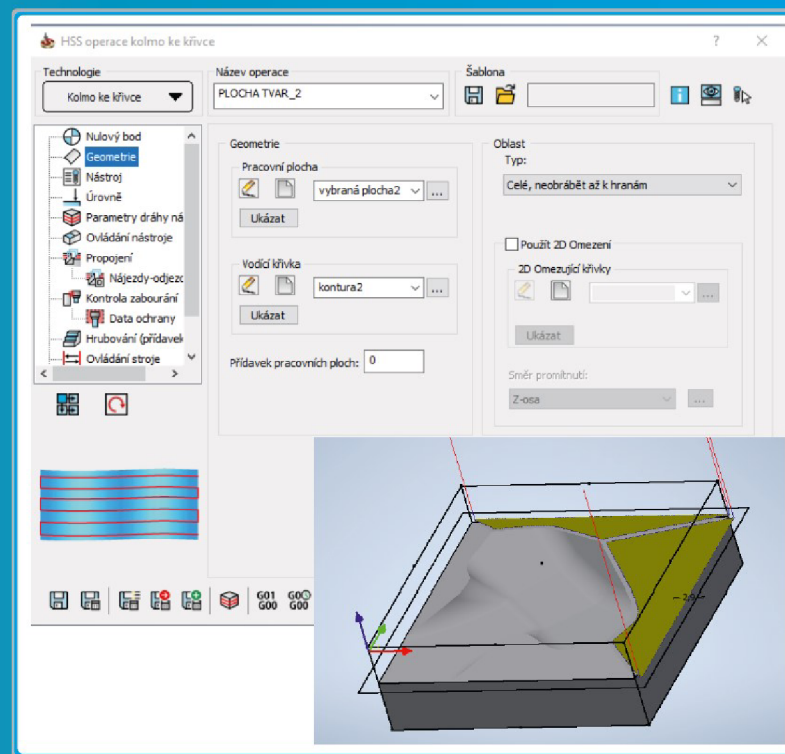
Ovládací panel řídicího systému Sinumerik 808 D Advanced.

## ZPŮSOBY GENEROVÁNÍ ISO KÓDU

**ISO kód** je nejrozšířenější programovací jazyk CNC obráběcích strojů. Obsahuje informace sloužící k ovládní stroje. Obsahuje G kódy a M kódy. Princip programování pomocí **ISO kódu** je společné pro soustruhy i frézky.

## CAM PROGRAMOVÁNÍ

CAM (**C**omputer-**A**ided-**M**anufacturing)  
Nejmodernější způsob generování **CNC programů**.  
Vhodné pro složité výrobky a víceosé obrábění.  
K tvorbě programu používá 3D model součásti.  
Pro generaci ISO kódu potřebuje **postprocesor**.  
Není nutná znalost ISO kódu.  
Obsahuje simulaci.

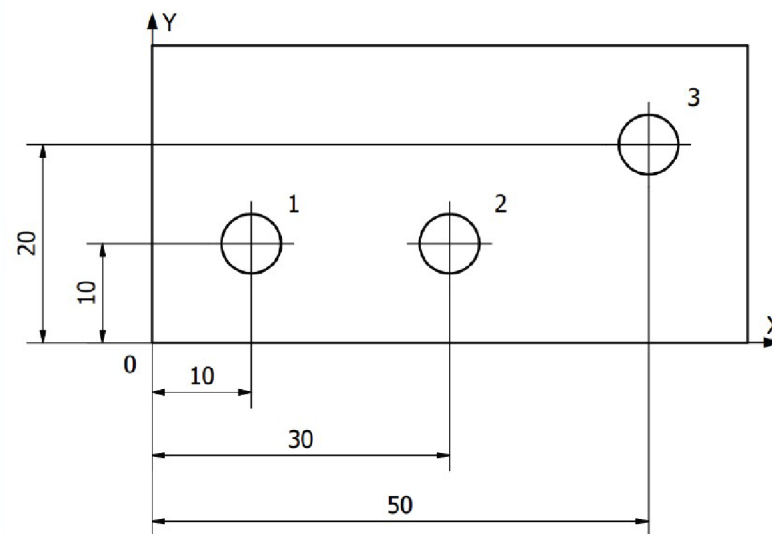


# ABSOLUTNÍ PROGRAMOVÁNÍ G90

Při absolutním programování vycházíme z pevně daného nulového bodu obrobku. Všechny hodnoty os X, Y, Z které zapisujeme do programu, vychází z tohoto nulového bodu.

Souřadnice všech programových bodů se zadávají k předem zvolenému počátku souřadnic tzv. **nulovému bodu**.  
Vhodné při kótování od základny.

BOD	SOUŘADNICE
1	X10 Y10
2	X30 Y10
3	X50 Y20

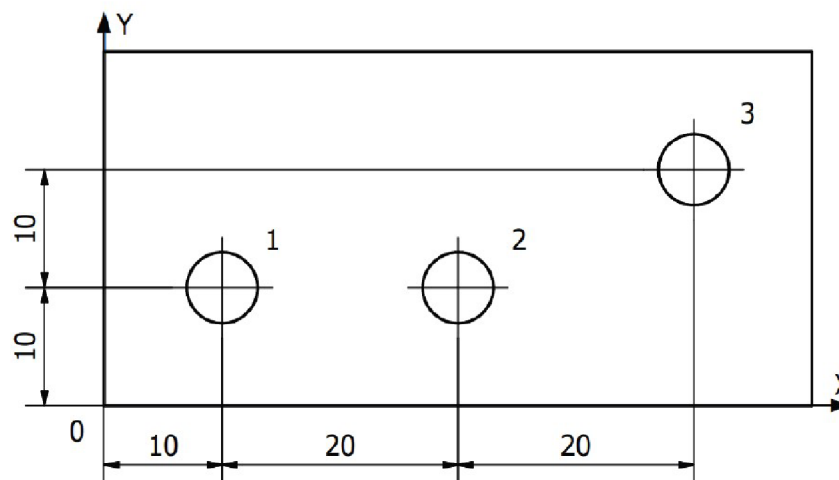


# INKREMENTÁLNÍ PROGRAMOVÁNÍ G91

Inkrementální neboli přírůstkové programování je způsob, kde jsou pohyby nástroje nebo pracovního stolu specifikovány vzhledem k předchozí poloze.

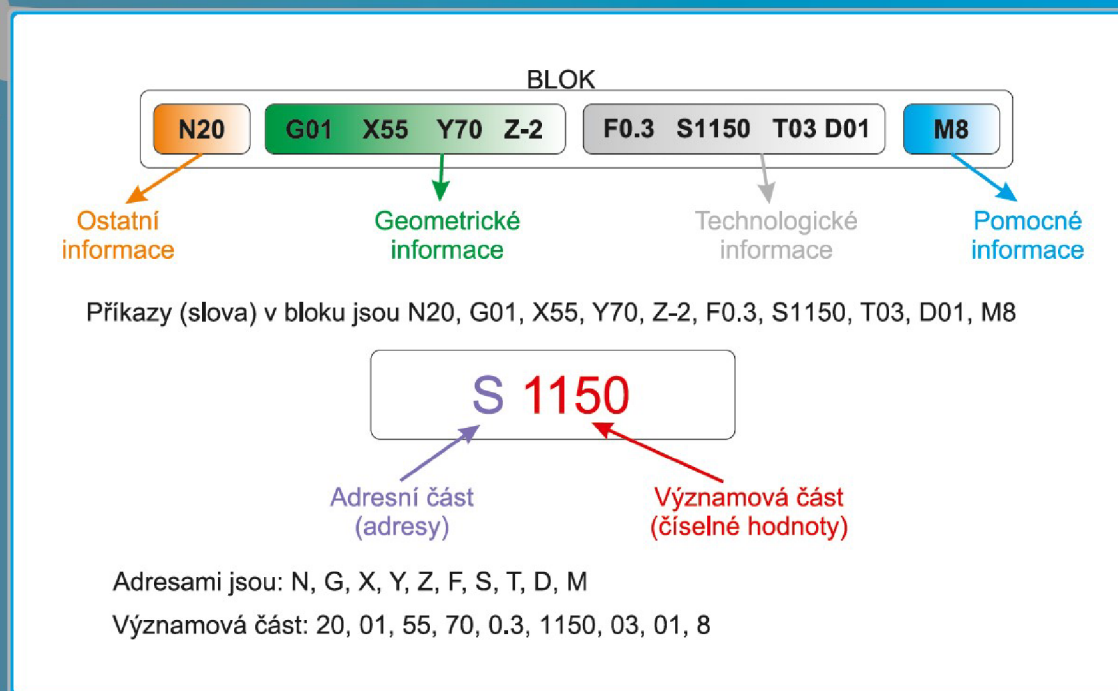
Každý další pohyb nástroje se zadává jako přírůstek od předchozí pozice.  
Vhodné při řetězovém kótování.

BOD	SOUŘADNICE
1	X10 Y10
2	X20 Y0
3	X20 Y10



# STAVBA CNC PROGRAMU

Program se skládá z **BLOKŮ** (vět, řádků).  
Bloky se skládají z jednotlivých **PŘÍKAZŮ** (slov).  
Příkazy obsahují **adresovou část** a **významovou část**.



## PŘÍPRAVNÉ G A POMOCNÉ M FUNKCE

Za adresou funkce následuje významová část skládající se ze dvou číslic upřesňující relativní pohyb nástroje a obrobku (podmínky a druhy pohybu).

FUNKCE	VÝZNAM
G00	Rychloposuv (maximálním posuvem)
G01	Lineární interpolace
G02	Kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček
G03	Kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček
G17	Volba pracovní roviny X/Y
G18	Volba pracovní roviny Z/X
G19	Volba pracovní roviny Y/Z
G40	Pohyb nástroje bez korekce nástroje
G41	Korekce dráhy nástroje vlevo
G42	Korekce dráhy nástroje vpravo
G54 – G59	Posunutí nulového bodu
G90	Absolutní programování
G91	Inkrementální programování
G92	Omezení otáček stroje
G94	Posuv v mm/min.
G95	Posuv v mm/ot.
G96	Zapnutí konstantní řezné rychlosti
G97	Vypnutí konstantní řezné rychlosti

FUNKCE	VÝZNAM
M00	Programové zastavení
M03	Roztočení vřetene po směru HR
M04	Roztočení vřetene proti směru HR
M05	Zastavení otáček vřetena
M06	Výměna nástroje
M07	Zapnutí chladicí kapaliny
M09	Vypnutí chladicí kapaliny
M30	Konec programu

# UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ NA CNC

Automatická výměna nástrojů snižuje vedlejší časy.  
Nástroje se musí pravidelně měřit a seřizovat.  
Nástroje musí být upnuty dostatečně pevně s co nejmenším vyložením.  
Druhy upnutí: mechanické, hydraulické, pneumatické, tepelné.

## TEPELNÉ UPÍNÁNÍ

Funguje na principu tepelné roztažnosti.  
Dutina držáku se zahřeje a uvolní nástroj.  
Opětovné ochlazení zajistí upnutí.

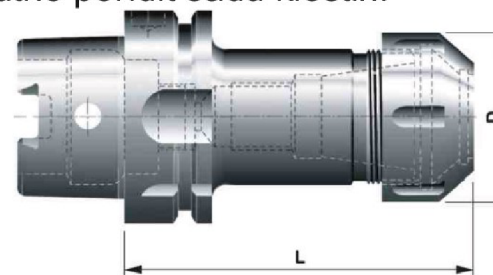
## UPÍNAČE WELDON

Nástroj má válcovou stopku s ploškou.  
Pouze pro jeden průměr.



## HSK UPÍNAČE

Upínání pomocí kleštin.  
Pro různé průměry.  
Malá pružná deformace (0,5 - 1 mm)  
Nutno pořídit sadu kleštin.



## TRIBOS UPÍNAČ

Pro nástroje s válcovou stopkou.  
Silově-deformační upínání.  
Je potřeba speciální přípravek.

