

Bakalářská práce

Demonstrace vybraných technologií při
praktickém vyučování či odborném výcviku

Autor: Adam Papala
Studijní program: Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku
Akademický rok: 2021/2022
Forma: Kombinovaná

Vedoucí práce: Ing. Mgr. Michal Sedláček Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem v ní veškerou literaturu a ostatní informační zdroje, které jsem použil.

V Olomouci dne

.....

Vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji panu Ing. Mgr. Michalovi Sedláčkovi Ph.D., za odborné vedení mé bakalářské práce, poskytování rad a materiálových podkladů k práci.

Souhlasím, aby má práce byla uložena na Univerzitě Palackého v Olomouci v knihovně Pedagogické fakulty a zpřístupněna ke studijním účelům.

Adam Papala

Cíl práce

Cílem práce je zjistit zájem žáků oboru instalatér na Střední škole řemesel ve Frýdku-Místku o výuku svařování termoplastů a přispět tak ke zkvalitnění výuky v rámci svářečského kurzu, který je dán tematickým plánem v tomto oboru. Zaměřuje se zejména na dodržování technologického postupu k dosažení kvalitního svarového spoje na potrubí.

Obsah

Cíl práce.....	4
Úvod	7
1 Instalatéřství	8
1.1 Obecné možnosti studia daného oboru	8
1.2 Státní školy.....	10
1.3 Soukromé školy.....	10
1.4 Rámcový vzdělávací plán a jeho význam (RVP).....	11
1.4.1 Charakteristika školního vzdělávacího programu	12
1.4.2 Představení oboru a anotace odborného výcviku	12
1.4.3 Časový harmonogram pracovního dne	13
2 Svařování.....	15
2.1 Svařované materiály	15
2.1.1 Kovy.....	16
2.1.2 Plasty.....	16
2.1.2.1 Pojmy a názvosloví.....	17
2.1.2.2 Stavba plastů a jejich vlastnosti.....	18
2.1.2.3 Metody výroby plastů	19
2.1.2.3.1 Polymerace.....	20
2.1.2.3.2 Polykondenzace.....	20
2.1.2.3.3 Polyadice.....	21
2.1.2.4 Názvy a značky vybraných plastů	21
2.1.2.5 Rozdělení plastů	22
2.2 Svařování termoplastů	23
2.2.1 Svařitelné plasty	23
2.2.2 Podmínky svařování	24
2.2.3 Bezpečnost svařování termoplastů	25
2.3 Polyfúzí svařování	26
2.3.1 Princip metody	26
2.3.2 Typy polyfúzního svařování.....	26
2.3.3 Postupy polyfúzního svařování	27

2.3.4	Svařovací zařízení.....	27
2.3.5	Pomůcky a nástroje.....	28
2.3.6	Fáze svařování.....	28
2.3.6.1	Příprava.....	28
2.3.6.2	Ohřev.....	30
2.3.6.3	Přestavování.....	30
2.3.6.4	Spojování.....	31
2.3.6.5	Chladnutí.....	31
2.3.7	Chyby a opravy polyfuzních svarů.....	34
2.4	Kvality a jakost svaru.....	34
2.4.1	Zkoušky svarových spojů.....	40
2.4.1.1	Nedestruktivní zkoušky svarových spojů.....	40
2.4.1.1.1	Zkouška těsnosti (LT).....	44
2.4.1.1.2	Kapilární zkoušky (PT).....	44
2.4.1.1.3	Zkoušení ultrazvukem (UT).....	44
2.4.1.1.4	Rentgenové zkoušení (RT).....	45
2.4.1.2	Destruktivní zkoušky (DT).....	45
2.4.1.2.1	Zkouška ohybem.....	45
2.4.1.2.2	Zkouška tahem.....	45
2.4.1.2.3	Odlupovací zkouška.....	46
3	Praktická část.....	47
4	Závěr.....	54
	Seznam použité literatury.....	55
	Seznam tabulek.....	56
	Seznam obrázků.....	57

Úvod

Bakalářská práce je koncipována k demonstraci probíraného tématu v odborném výcviku. Konkrétně se práce zabývá svařováním termoplastů polyfúzí cože je nejběžnější technologie svařování plastového potrubí. Dále jsou zde popsány další výukové metody, které se v odborném výcviku používají k předávání informací žákům. Zakomponování látky v rámci vzdělávacího plánu (RVP) a možné využití této technologie i v jiných oborech. Součástí této práce je také dotazník, který byl předložen žákům střední odborné školy ve Frýdku-Místku, aby zhodnotili, jak doposud výuka svařování probíhá. Na základě výsledku tohoto dotazníku byl koncipován metodický list, který bude nápomocen při porozumění dané problematice a sjednocení daných postupů.

1 Instalatérství

V dnešní době je jakákoliv řemeslná práce velmi ceněna. Mezi takovéto druhy prací patří například práce instalatérská, která je nezbytná pro chod každé domácnosti a jakékoliv průmyslové stavby, co se týče vytápění, vodovodního řádu, odpadního potrubí či rozvodu plynu.

Co by však takový novodobý instalatér a profesionál v oboru měl zvládnout? Samozřejmě jsou drobné práce, jako třeba oprava kapající baterie, vyčištění či výměna zápachové uzávěry (sifonu), instalace zařizovacích předmětů, jako jsou pračky či myčky. Mezi další a více kvalifikované práce například spadá připojení bojleru, řešení ucpaného odpadu, montáž a odvzdušnění topného systému a další.

Ve většině případů, kdy se jedná o spojování a montáž potrubí, je využíváno technologie svařování. Ať už se jedná o svařování hojně využívaného plastového potrubí, popřípadě svařování dnes již méně častého potrubí ocelového.

Každá z výše zmíněných činností potřebuje jistou odbornost.

1.1 Obecné možnosti studia daného oboru

Všechno začíná v osmém ročníku základní školy, kdy se žáci pomalu rozhodují, co by chtěli v budoucnu dělat, případně kam pokračovat po základní škole. Se svými rodiči a pedagogy navštěvují různé střední školy, veletrhy pracovních možností či veletrhy středních škol. Střední školy naopak pořádají dny otevřených dveří pro budoucí potencionální žáky a mimo jiné také různé oborové workshopy.

V devátém ročníku základní školy se tak mohou žáci hlásit ke studiu na střední odborném učilišti či střední odborné škole se zaměřením na obor instalatér. Rekvalifikační ani jiné kurzy v tomto odvětví nejsou v současné době v České republice k mání.

Předpokladem k přijetí žáka na střední školu, je úspěšné absolvování povinné školní docházky. To znamená, úspěšné ukončení deváté třídy na základní škole.

V České republice nalezneme několik středních škol, které jsou zaměřeny na studium v oboru instalatér. Jen v Moravskoslezském kraji je osm škol, které tento obor vyučují. Učňovské obory, jsou povětšinou stavěné, jako tříleté obory. Je však i možná zkrácená doba studia, která je určena pro absolventy středních škol, a to jak učňovských, tak i oborů maturitních. Žák tak získá během jednoho roku plnohodnotný výuční list.

Během tří let, jedná-li se o klasický učební obor, žák získá svářečská oprávnění, díky kterým pak může sám svařovat a nemusí mít k tomu žádný jiný odborný dozor. Jedná-li se o zkrácené jednoleté studium, absolvuje student tyto svářečské kurzy během jednoho roku. Jedná se o nezbytný krok, který je dán školním vzdělávacím plánem, a umožňuje tak absolventům se ihned po vyučení věnovat instalatérské činnosti.

Po třech letech od zakončení tohoto učňovského oboru je studentu umožněno vyřídit si živnost a podnikat tak sám na sebe, nicméně žadatel musí během těchto tří let aktivně pracovat v daném oboru.

Zájemci o studium tohoto oboru musí být také zdravotně způsobilí, jelikož budou absolvovat svářečské kurzy, které však nemohou splnit, budou-li zdravotně nezpůsobilí.

Na středních odborných školách či učilištích probíhá výuka v denním studiu. Konkrétně na škole, kde vyučují (Střední škola řemesel, Frýdek-Místek, p.o.), je výuka organizována v týdenních cyklech, kdy se střídá týden praxe a týden teoretické výuky. Teoretická část je realizovaná v odborných učebnách a třídách pro teoretickou výuku. Praktická výuka neboli odborný výcvik, se uskutečňuje v učebnách praktického vyučování nebo dílnách odborného výcviku, které jsou členěny podle toho, jakému tématu se zrovna žáci dle tematického plánu věnují. Nachází se zde kupříkladu učebna vytápění se zaměřením na otopná tělesa a kotle. Učebna plynárenství, kde se nachází spousta plynových spotřebičů, ať už se jedná o sporáky, průtokové ohřívače či

kondenzační kotle. Dále zde máme zámečnickou dílnu, kde žáci pochyťí základní motorické návyky a učí se základním dovednostem, které by každý řemeslník měl ovládat na výbornou (měření, rýsování, řezání, pilování apod.).

Ve druhém a třetím ročníku pak výuka probíhá na smluvních pracovištích firem, kdy studenti chodí na pracovní stáže k řemeslníkům do přímého provozu. V takovémto případě žáci dostávají za produktivní činnost mzdu. Tudiž si v rámci školní docházky a kvalitně odvedené práce vydělají peníze navíc.

1.2 Státní školy

Střední školy (gymnázia), střední odborné školy a střední odborné učiliště jsou povětšinou zřizované krajským úřadem a jsou bezplatné. Studium pro žáky je tedy hrazeno státem a veškeré náklady na provoz a rozvoj jsou hrazeny školou. Tedy krajem a státem.

Škola, která přijme žáka ke vzdělávání, odpovídá za zajištění kvalitní teoretické a praktické výuky. Žák tak musí plnit školní povinnosti a řídit se školním řádem. Ukončení studia probíhá závěrečnou zkouškou, která je složena ze tří částí. Písemné, která již probíhá digitální formou na počítačích. Praktická, která je rozdělena na dvě části probíhající ve dvou dnech, a ústní.

Po úspěšném splnění této zkoušky žák získává výuční list, který jej opravňuje vykonávat instalátérskou činnost. Spolu s výučním listem také převezme veškeré certifikáty a zkoušky, které během studia získal.

1.3 Soukromé školy

Soukromé střední školy musejí získat akreditaci Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) ke své vzdělávací činnosti. Žáci, respektive jejich rodiče se

zavazují na začátku studia, že budou hradit dle ustanovení školy studijní náklady na vzdělávání jejich dítěte.

Škola je tak zodpovědná za zajištění kvalitní teoretické i praktické výuky. Žáci musí opět plnit své školní povinnosti a dodržovat školní řád, stejně jako u státních škol. Ukončení probíhá stejně jako na státních školách. A to písemnou, praktickou a ústní zkouškou.

1.4 Rámcový vzdělávací plán a jeho význam (RVP)

RVP představuje národní program vzdělávání v České republice, která se zabývá předškolním, základním, vyšším odborným a jiným vzděláváním. V současné době je ovšem systém vzdělávání upraven dokumentem Strategie 2030+, jehož cílem je modernizovat vzdělávací systém Česka v oblasti regionálního školství, zájmového a neformálního vzdělávání a celoživotního učení, připravit ho na nové výzvy a zároveň řešit problémy, které v českém školství přetrvávají. (7)

Vzdělávání v RVP je vymezeno prostřednictvím vzdělávacích cílů, kompetencí a výsledků vzdělávání a k nim se vztahujícího obsahu vzdělávání. (8)

Ty jsou dále rozděleny do několika různých kategorií a jsou označeny velkými písmeny podle druhu vzdělávání.

Kategorie K – všeobecné maturitní obory – gymnázia

Kategorie M – klasické odborné maturitní obory

Kategorie L – obory, u nich je součástí vzdělávání i odborný výcvik

Kategorie H – tříleté odborné obory

Kategorie E – méně náročné dvouleté či tříleté obory, určené žákům se speciálními vzdělávacími potřebami

Kategorie J – intelektuálně méně náročné dvouleté obory

Kategorie C – praktická škola jednoletá nebo dvouletá, určena žákům se středně těžkým až těžkým postižením (9)

RVP dále obsahují takzvané kutikulární dokumenty, které se liší podle jejich úrovně na státní a školní. Na státní úrovni jsou obsaženy v podobě Národních programů a Rámcových vzdělávacích programů. Na školní úrovni jsou zpracovány v podobě Školních vzdělávacích programů (ŠVP), které si každá škola tvoří sama. (8)

1.4.1 Charakteristika školního vzdělávacího programu

Školní vzdělávací program (ŠVP) je zásadním pedagogickým dokumentem školy, jehož prostřednictvím se ve škole realizuje vzdělávání v daném oboru.(8)

Tvorba ŠVP vychází z RVP. Tudiž, každá škola si sestavuje svůj vzdělávací plán na základě RVP, který je jím nadřazený. Při jejich tvorbě se vychází z aktuálních potřeb společnosti. Jedná se o požadavky na žáka po stránce jak odborné, tak i společenské, komunikační, občanské a další. (8)

Realizace ŠVP tak umožňuje školám specificky se odlišit od ostatních škol.

1.4.2 Představení oboru a anotace odborného výcviku

Název a kód oboru vzdělávání: Instalatér 36-52-H/01

Určení: chlapci a dívky

Podmínky přijetí: bez přijímacího řízení

Zakončení studia: závěrečná zkouška

Dosažený stupeň vzdělání: střední vzdělání se závěrečnou zkouškou

Způsob ukončení a certifikace: vysvědčení o závěrečné zkoušce a výuční list (10)

Pro obor instalatér jsou k získání odborných znalostí a dovedností nejdůležitější tyto předměty: Vytápění, Instalace a kanalizace, Plynárenství, a hlavně Odborný výcvik.

Cílem odborného výcviku je profesně připravit kvalitní a zdatné pracovníky, kteří budou schopni odborně poskytovat instalatérské služby. Ať už se jedná o montáž vodovodů, kanalizací, prvků k vytápění či zařizovacích předmětů. Během studia se naučí používat správné technologické postupy k jednotlivým úkonům a montážím se zvolením vhodných materiálů, komponentů a nářadí k jejich realizaci. Stejně tak sledují vývoj nových trendů v montážích a reagují tak na nové materiály a zařízení, používané v dnešním stavebnictví.

Organizace výuky je v týdenních intervalech. Teoretické předměty probíhají ve třídách a odborných učebnách školy. Odborný výcvik se koná ve školních dílnách praktického vyučování. Realizace výuky se tak uskutečňuje prostřednictvím konkrétních metod a forem výuky a jsou tak voleny postupy na obsah konkrétního učiva a výsledky vzdělávání, kterého se má dosáhnout.

V odborném výcviku k procvičování a upevňování vědomostí jsou využívány různé formy písemných, ústních či praktických cvičení. Velký důraz je kladen na provázanost mezi teoretickými předměty a odborným výcvikem. Čímž tak dojde k mnohem lepší návaznosti a pochopení probírané látky. Součástí výuky jsou také odborné exkurze, soutěže v odborných dovednostech, školení zástupci firem ať už výrobních závodů nebo budoucích zaměstnavatelů.

Praktická vyučování spočívají převážně v instruktážních a demonstračních metodách výuky. Žáci si poté sami danou činnost zkoušejí a závěrem zhotovují daný úkol, který učitel odborného výcviku vyhodnotí.

1.4.3 Časový harmonogram pracovního dne

V odborném výcviku nefungují úplně stejná pravidla, jako tomu je při teoretickém vyučování. Hodiny jsou zpravidla šedesáti minutové, nikoliv čtyřiceti pěti minutové jako tomu obvykle bývá u normální výuky. Praxe je tak složena na celodenní pracovní činnost a liší se jednotlivými ročníky. V prvním ročníku je šestihodinová pracovní

doba plus třicet minut přestávky na svačinu. Ve druhém a třetím je pracovní doba prodloužena na sedm hodin plus 30 minut přestávky. Odborný výcvik tak žáky pomalu učí běžné pracovní době v provozech zaměstnavatelů, kdy pracovní doba trvá osm a půl hodiny denně (většinou).

Harmonogram učebního dne

6:45 – příchod žáků na pracoviště

7:15 – ústní nebo písemné zkoušení předchozí látky

8:00 – probírání nové látky

10:00 – přestávka

10:30 – praktická část výuky

13:45 – úklid pracoviště

14:00 – opakování probírané látky

14:15 – odchod do šaten, konec učebního dne

2 Svařování

Metod, kterými lze svařovat, je nepřehledné množství. Obecně tedy můžeme říct, že svařování je metoda spojování předem daných materiálů, ať už se jedná o kovy nebo plasty, kdy dochází k natavení základního případně taktéž přídavného materiálu, a vzniká tak nerozebíratelný spoj.

Technologie svařování kovů má dlouholetou historii a tradici. Vzhledem k možnosti se dále rozvíjet a modernizovat, patří v dnešní době mezi hojně využívané technologie ve strojírenství. Stále vznikají nové technologie svařování a následně také postupy přípravy svařování. Používají se moderní svařovací zařízení, sofistikovanější technologie výroby přídavného materiálu s kombinací se základním materiálem a dokonalé atmosféry při samotném procesu svařování. (1)

U technologie svařování plastů, kterému se budeme zabývat níže, se svařují pouze a jen termoplasty, které splňují požadavky na svařitelnost materiálů. Termoplasty za působení tepla měknou, přecházejí v taveninu a je možné je za určitých podmínek spojovat. V této fázi musí dojít k tlaku nahřátých ploch proti sobě, aby došlo k promísení makromolekul ve spoji. U svařovaných materiálů musí být obnoven výchozí stav pozvolným ochlazením bez jeho urychlování. Vzniká tak nerozebíratelný spoj o poměrně vysoké pevnosti. (4)

2.1 Svařované materiály

Veškeré věci, se kterými přicházíme do kontaktu ať už v profesním nebo osobním životě, jsou vyrobeny nebo získány z nějakých materiálů. Materiály sestávají ze základních chemických prvků, které se můžeme rukou osahat a něco z nich většinou vyrobit či vybudovat. Mezi nejčastější materiály užívané v instalatérství patří především kovy a plasty. Obě tyto skupiny materiálů se však dále dělí do několika svých kategorií. U kovů je to kupříkladu – měď, pozinkovaná ocel, černá ocel, mosaz a podobně. U plastů se tomu budeme věnovat podrobněji v další podkapitole.

2.1.1 Kovy

Setkáváme se s nimi denně, ať se jedná o mostní konstrukce, automobily, či předměty, které používáme denně. Jsou všude kolem nás. Jednotlivé druhy kovových materiálů se však navzájem liší svými vlastnostmi. Pro správné a ekonomické využití rozličných skupin materiálů je znalost jejich vlastností nezbytná. (11)

Chemické – určují chování materiálu v různém prostředí za různých teplot – koroziivzdornost, žáruvzdornost

Fyzikální – vyjadřují chování materiálů po dobu určitých fyzikálních jevů nebo fyzikální podstatu materiálu, např. hmotnost, teplota tavení, tepelná vodivost, magnetické vlastnosti

Mechanické – charakterizující chování materiálu při mechanickém namáhání při působení větších sil, např. pevnost, tvrdost, tažnost, houževnatost

Technologické – projevují se při technologickém zpracování materiálu, např. tvárnost, svařitelnost, kalitelnost, obrobitelnost apod. (11)

Nejčastějším kovovým materiálem, který svařujeme, je ocel. Ta je vyrobena ze slitiny železa s uhlíkem a dalších prvků, u které se hmotnostní podíl uhlíku pohybuje pod 2%.

2.1.2 Plasty

V první řadě je nejdůležitější vysvětlit si, co to plast je. Plasty jsou organické, makromolekulární materiály, vyráběné synteticky z nízkomolekulárních výchozích látek.

Plasty lze za jistých okolností tvarovat a také svařet, přičemž alespoň jednou procházejí plastickým stavem. Synonymem pro dříve hodně používaný termín „umělé hmoty“ je doslovným převodem německého pojmenování *Kunststoffe* a v novější české literatuře se mu už vyhýbáme, i když mu nelze upřít logický význam. Ani pojmenování jako „plastická hmota“, zkr. PH, umělá látka, syntetická látka, nejsou zcela správné. Obecně lze tedy plasty pojmenovat výrazem polymery tedy způsobem

jeho výroby, i když byl třeba materiál získán nebo vyroben polykondenzací či polyadící. (3)

Pro samotnou výrobu plastů nebo polymerů, chcete-li, je základní surovinou ropa, uhlí a zemní plyn. Přitom se plasty sestávají z těchto chemických prvků:

- Vodík (H)
- Uhlík (C)
- Dusík (N)
- Kyslík (O)
- Fluor (F)
- Křemík (Si)
- Síra (S)
- Chlor (Cl)

Různými chemickými cestami a úpravami se tak vytvářejí výchozí látky pro přípravu makromolekulárních sloučenin. Molekulová hmotnost u těchto sloučenin, je rovna nejméně 1000 Daltonů.

2.1.2.1 Pojmy a názvosloví

V této části si uvedeme nejpoužívanější pojmy a názvy:

Polymer – látka, kterou tvoří molekuly

Monomer – výchozí látka, ze které se polymerací vyrábí polymer

Navařování – nanášení vrstev přídavného materiálu na základní materiál, pomocí tavného svařování

Svár – část svarového spoje, který byl při procesu svařování roztaven

Svarek – výrobek nebo výrobní kus zhotovený svařováním

Svařování – proces, při kterém vzniká nerozebíratelný spoj

Základní materiál – materiál svařovaných částí (trubka, deska, folie)

Teplem ovlivněna oblast – část základního materiálu, která však při procesu svařování nebyla roztavena ale její struktura a vlastnosti se vlivem tepla pozměnily(5)

2.1.2.2 Stavba plastů a jejich vlastnosti

Základní stavební prvky plastů jako je ropa, uhlí a zemní plyn, jsme si již řekli. Je však ale zapotřebí přidávat i jisté přísady, díky kterým plastové materiály získávají lepší vlastnosti a jsou odolnějšími.

Mezi přísady patří:

- Stabilizátory – proti UV záření, antioxidační a tepelné
- Plniva, pojiva
- Pigmenty, barviva
- Retardéry hoření – zabraňují rychlému vzplanutí
- Saze (uhlík)
- Změkčovadla
- Nadouvadla
- Zesilující přísady – skleněná nebo uhlíková vlákna

Vlastnosti plastů tímto můžeme rozdělit do několika základních skupin. A to do:

- 1) Fyzikálně chemické (nasákavost, hustota, molární hmotnost)
- 2) Mechanické (pevnost, pružnost, houževnatost)
- 3) Tepelné (tvarová stálost za tepla, teplotní roztažnost)
- 4) Optické (propustnost světla)
- 5) Elektrické (měrný odpor)
- 6) Zpracovatelské (index toku taveniny)

Mezi hlavní výhody, co se týče použití plastových materiálů v instalatérství, tzn. v potrubních systémech, oproti kovovým, můžeme sledovat celou řadu. A to zejména:

- Hygienická nezávadnost (antibakteriální funkce)
- Odolnost proti korozi

- Odolnost proti inkrustaci
- Vyšší průtokové rychlosti – malá hydraulická drsnost
- Dlouhodobá životnost
- Chemická stálost
- Zvuková a tepelná izolace
- Nevodivé – nevedou elektrický proud
- Nízká hmotnost
- Svařitelnost
- Ohebnost, houževnatost
- Snadno recyklovatelné
- Jednoduchost a rychlost montáže
- Nižší energetická náročnost

A tam kde jsou výhody, jsou samozřejmě i nějaké nevýhody.

- Menší tepelná stálost
- Křehkost za nízkých teplot
- Hořlavost
- Vysoká tepelná roztažnost (oproti oceli 8x – 16x)
- Malá odolnosti proti UV záření
- Malá odolnost proti mechanickému poškození.

Největší vliv, který má za následek degradaci plastů je bezpochyby UV záření. Stejně tak se na degradaci podílejí i povětrnostní podmínky (děšť, vítr, teplota, vlhkost, oxidace) a vysoké teploty. Ať už to je okolní teplota nebo teplota média v potrubí.

2.1.2.3 Metody výroby plastů

Plasty nebo spíše výrobky z plastů, se vyrábějí mnoha způsoby. Vždy jej máme v nějakém základním polotovaru, a to ve formě granulátu, prášku nebo dokonce kapaliny. Po zahřátí tohoto polotovaru je daným technologickým postupem

(lisováním, tvářením, vytlačováním, vstřikováním, válcováním apod.) vyroben požadovaný výrobek nebo polotovar (trubka, deska, nárazník, lahev apod.) (6)

2.1.2.3.1 Polymerace

Polymerací se rozumí sestavování makromolekulového řetězce z malých molekul, které mají alespoň jednu dvojnou vazbu.

Příklady polymerů:

Homopolymery

Polyethylen	(PE)
Polypropylen	(PP)
Polyvinylchlorid	(PVC)
Polykaprolaktam	(polyamid 6, PA 6)

Kopolymery

Styren-akrylonitril	(SAN)
Vinylchlorid-vinylacetát	(VC-VAC)
Random kopolymer propylen-ethylen	(PP-R, PP-RCT)
Akrylonitril-butadien-styren	(ABS)

2.1.2.3.2 Polykondenzace

Polykondenzací označujeme reakci, při které vznikají makromolekulární látky, kdy mezi sebou reagují dvě polyfunkční sloučeniny. Kromě látky makromolekulární vzniká současně i nízkomolekulární sloučenina, nejčastěji voda. Reakci je možno kdykoliv přerušit a bez potíží pak znovu nastartovat. Mohou vznikat jak lineární, tak i prostorově zesíťované makromolekuly. (3)

2.1.2.3.3 Polyadice

Při polyadici spolu reagují dva odlišné druhy monomerů (stavební jednotky), obsahující v molekule reaktivní atomové skupiny. Nevzniká při tom žádný štěpný produkt, ale vodíkový atom se přesouvá z jedné reaktivní skupiny na jinou, čímž probíhá jejich slučování. Mohou vznikat molekuly lineární tak i síťované. Tyto vzniklé látky se nazývají polyadukty. (3)

2.1.2.4 Názvy a značky vybraných plastů

ABS	Akrylonitril-butadién-styrén
E-CTFE	Ethylen-chlortrifluorethylen
EPDM	Terpolymer ethylen – propylén – dién
PA	Polyamid
PB	Polybuten
PC	Polykarbonát
PE	Polyethylen
PE-HD	Vysoko hustotní (lineární) polyethylen
PE-MD	Středně hustotní polyethylen
PE-LD	Nízko hustotní (rozvětvený) polyethylen
PE-LLD	Lineární nízko hustotní polyethylen
PE-RT	Kopolymer ethylenu s oktenem
PE-X	Síťovaný polyethylen
PE-UHMW	Ultravysokomolekulární polyethylen
PET	polyethylentereftalát nebo také polyethylenglykoltereftalát
PMMA	Polymethylmetakrylát
PP	Polypropylén
PP-H	Polypropylén homopolymer (typ 1)
PP-B	Polypropylén blokový kopolymer (typ2)
PP-R	Polypropylén random (statický) kopolymer (typ 3)
PS	Polystyrén

PTFE	Polytetrafluorethylen
PUR	Polyuretan
PVC	Polyvinylchlorid
PVC-U	Neměkčený polyvinylchlorid
PVC-P	Někčený polyvinylchlorid
PVC-C	Chlorovaný polyvinylchlorid
PVDF	Polyvinylidenfluorid
PF	fenolformaldehydová pryskyřice

2.1.2.5 Rozdělení plastů

Plasty, jak je známe, se podle jejich chování za zvýšených teplot makromolekulárních řetězců dělí do následujících kategorií:

Termoplasty – se stoupající teplotou se stávají postupně elastickými, plastickými a konečně kapalnými. Je možno je svařovat. Termoplasty sestávají z lineárních nebo rozvětvených molekul. Typickými představiteli jsou PE, PP, PS apod.

Reaktoplasty – (duroplasty) setrvávají i při zvyšování teploty v tuhém stavu. Jsou tedy hustě zesíťované a stávají se i po zahřátí nerozpustnými a netavitelnými. Typickými představiteli jsou PF (bakelit) aj.

Elastomery – (kaučuky) mají molekulu řídce zesíťovanou, proto se stoupající teplotou poněkud měknou, aniž by se se zvýšenou teplotou stávaly plastickými nebo kapalnými. Stávají se pouze elastickými.

Termoplastické elastomery – (TPE) jsou látky, které sice vyhovují výše uvedenému popisu kaučuků, ale příslušným zvyšováním teploty však přecházejí až do tekutého stavu a mohou se tedy zpracovávat podobně jako termoplasty vstřikováním tekutého materiálu do formy, což je přirozeně ekonomicky i technicky velmi výhodné. Mezi tyto látky patří především ethylen-propylénové kaučuky (EPM)

2.2 Svařování termoplastů

Svařování termoplastů je v dnešní době jedna z nejdůležitějších dovedností každého instalatéra. Vzhledem k tomu, že je na trhu spousta plastových materiálů, je zapotřebí, aby studenti věděli, jak tyto materiály používat. To znamená, aby znali technologie, kterými tyto materiály spojí, a stanou se tak nepropustnými pro vodu a jiné látky (např. plyn).

U několika metod, kdy svařujeme termoplasty, se využívá jen základních částí nebo dílů, které budeme svařovat, a to v důsledku toho, že dochází k dostatečnému natavení základních materiálů a tím za určitých podmínek k jejich spojení. Materiály, ať už plastové nebo ocelové, se dále dělí ještě podle typu polotovaru. U instalatérů jsou nejčastěji využívány metody svařování polyfúzí, natupo nebo elektro tvarovkou. V těchto třech případech hovoříme o svařování polotovaru potrubí. Metodou natupo však můžeme bezpochyby svařovat i polotovary jiné, jako například termoplastické desky. Třetím typem polotovaru, jsou folie, které jsou svařovány horkým vzduchem. Všechny tyto zmíněné metody a polotovary se svařují bez použití přídavných materiálů (materiál, kterým prvotně spojujeme základní materiál – drát, tyčinka), ale najdou se i takové, u kterých je přídavný materiál zapotřebí. A to u svařování desek horkým plynem, rychlotryskou a extruderem.

Všeobecně platí zásada, kdy musíme dodržet jisté podmínky, bez kterých bychom plast nesvařili. A to teplotu, čas a tlak. Teplotu, jakou materiál potřebuje, aby se stal tekutým. Čas, jak dlouho je zapotřebí daný materiál zahřívát a spojovat. A tlak, pod jakým se musí díly spojovat.

2.2.1 Svařitelné plasty

Ne všechny plasty jsou svařitelnými. Ale jak takovéto plasty v tom nepřeborném množství poznat? Chceme-li zjistit, zda je plast svařitelným, je důležité stanovit jeho index toku taveniny (IT, dříve označován ITT). Mezinárodně je značen jako MFR

(Melt Flow Rate). Ten má prvořadý význam ve svařování termoplastů. Tato veličina nám udává, kolik gramů hmoty se vytlačí v čase za 10 minut při daných podmínkách z vytlačovaného plastometru. Rozměr je tedy g/10min. IT je určitým vyjádřením viskozity taveniny materiálu při dané teplotě.

Pro vznik dobrého a kvalitního svaru je zapotřebí, aby měli oba svařované díly stejný nebo alespoň podobný index toku taveniny. Při svařování obvykle dochází k zahřívání obou dílů stejným zdrojem tepla a na obou svařovaných plochách by měla být stejně tlustá viskózní vrstva taveniny. Zjednodušeně lze říct, že zaručená svařitelnost je mezi stejnými druhy a typy materiálů. Se shodnou nebo blízkou skupinou IT. Např. PE-HD s PE-HD, PP-R s PP-R. Jsou však i případy, kdy je svařitelnost podmíněná, a to během svařování stejných materiálů, ale s odlišnými typy. Tyto materiály lze mezi sebou svařit jen za potvrzení svařitelnosti výrobcem nebo zkouškami. Např. PE-HD s PE-MD nebo PP-H s PP-R apod.

2.2.2 Podmínky svařování

Všechno, co se jakýmkoliv způsobem spojuje, je zapotřebí aby bylo dodrženo nějakých pravidel a podmínek. To stejné platí i u svařování plastů. Je potřeba zajistit tyto body, bez kterých by hotový svar nesplňoval dané kvality.

- Bezpečnost na pracovišti (svařování v nebezpečných prostorách, slabé osvětlení, možnost výbuchu, otravy)
- Teplota okolí (+5°C)
- Přizpůsobení se venkovním povětrnostním podmínkám (sníh, déšť, prudký vítr, vlhkost vzduchu, prudké slunce...)
- Temperování materiálů (stejně teploty svařovaných materiálů a dílů)
- Čistota a odmaštění horkých nahřívacích ploch a nástrojů (zrcadlo, hoblík)
- Čistota svařovaných ploch (nebarveným a vlákna nepouštějícím ubrouskem, izopropylalkohol, speciální ubrousky)
- Chladnutí svaru (přirozeným chladnutím bez urychlování)

- Mechanické zatížení svarů s dostatečným časovým odstupem (nenapouštět médiem ihned po svaření)

2.2.3 Bezpečnost svařování termoplastů

Ať už se jedná o jakoukoliv pracovní činnost, je zapotřebí o této problematice být řádně poučen z hlediska bezpečnosti práce.

Nedílnou součástí každého svářečského kurzu, tedy i vlastního svařování jsou zásady bezpečnosti práce, požární ochrany a poskytování první pomoci při úrazech. Mezi základní a nejvíce důležité normy a předpisy o bezpečnosti při svářečských kurzech, patří: Zákoník práce – zákon č. 262/2006 Sb., - základní požadavky na zajištění bezpečnosti práce, ČSN 050601 – Bezpečnostní ustanovení pro svařování kovů (s aplikací na plasty), ČSN 050705 – předpisy pro základní zkoušky svářečů.

Každý, kdo se zabývá oblastí svařování jako takového, musí být prokazatelně seznámen se všemi možnými riziky, která mohou v této oblasti nastat. Proto je na příslušných orgánech a vedoucích pracovnících, aby bylo dbáno na dodržování, bezpečnosti na pracovišti a aby všichni pracovníci byli pravidelně proškoleni, seznamováni a poučováni o bezpečnosti práce, případně obeznámeni s novinkami v jejich oboru. O takových školeních je nutné vést záznamy s daty a podpisy všech osob, které se takového školení zúčastnily. Záznam o tom, že pracovník byl poučen, se zanáší i do zápisníku bezpečnosti práce každého pracovníka. (2)

Bavíme – li se o bezpečnosti práce na středních školách, kterých jsou součástí i svářečské školy, klade se na tuto oblast bezpečnosti obzvláště velký důraz. Žáci, kteří podstupují svářečské kurzy, ať už na více metod najednou popřípadě na jednotlivé metody zvlášť, musí být poučováni a jejich znalosti formou testů neustále dokola zkoušeny a kontrolovány. Tyto testy jsou děleny do třech okruhů. Bezpečnost při svařování, materiály a technologie svařování. Součástí závěrečných svářečských zkoušek je i samostatná oblast bezpečnosti práce při svařování, k dané metodě. Nicméně zkoušení neprobíhá jen psanou formou testů. Je zapotřebí předvést kvality svářeče, a to praktickou zkouškou, kdy žák svaří několik svarů, daných pro danou

metodou a poté je ústně vyzkoušen z teoretických znalostí. Tyto zkoušky probíhají před svářečským zkušebním orgánem, povětšinou zkušebním komisařem ze svářečských společností. Např. DOM-ZO 13 nebo UNO Praha, spol. s r.o.

2.3 Polyfúzí svařování

Tato metoda patří k nejrozšířenějším při svařování plastového potrubí. Jedná se především o ruční metodu, kdy svařujeme menší průměry trubek. U větších průměrů, už je zapotřebí mít mechanický přípravek, ve kterém potrubí svaříme.

Označení HD.

2.3.1 Princip metody

Při svařování dochází k ohřevu trubky a dané tvarovky, kterou potřebujeme svařit, na tvarovém polyfúzním nástavci (kopytu) a zasunutí trubky do hrdla tvarovky pod tlakem. Daná konstrukce tvarovky a trubky nám zajistí potřebný tlak, který je u svařování plastů nezbytný.

2.3.2 Typy polyfúzního svařování

Polyfúzní svařování lze rozdělit na několik typů, kdy každý typ je proveden jiným způsobem. V principu se však nic nemění, pouze se mění způsob provedení. U některých typů je uvedena kalibrace povrchu trubky. To znamená, že z trubky musí být po obvodu a délce zásunu odstraněna zoxidovaná vrstva pomocí ruční nebo rotační škrabky, maximálně však 0,2mm tloušťky. Musí být také dodržena kruhovitost trubky, tzn. že na oválnou trubku se nasadí mechanismus, který danou kruhovitost zajistí.

Typ A – neprovádí se kalibrace vnějšího povrchu trubky, pouze chemické očištění svařované části. Tvarovky a trubky proto musí být vyrobeny v požadované přesnosti

a kvalitě, za jistých tolerancí, aby při nahřívání nedocházelo k nadměrnému vytlačování nahřívajícího materiálu.

Typ B – provádí se kalibrace trubky v délce ohřevu, pomocí kalibračních nástrojů, které ořezávají zoxidovanou vrchní vrstvu trubky a zároveň zajišťují dostatečné množství materiálu, že není jej přebytek, a pro svar dobrou kruhovitost trubky.

Typ C – svařování sedlových částí potrubí, navařování odboček na průměry od 50mm. Tvarovka má tvar sedla a kopíruje zakřivení trubky. Do svařované trubky se nejdříve vyvrtá díra speciálním tvarovým vrtákem, aby bylo možné nasadit sedlový nástavec ke svařování. Takovýmto způsobem se nejčastěji montují dodatečné odbočky na stávajícím potrubí.

2.3.3 Postupy polyfúzního svařování

Postupy svařování polyfúzí lze rozdělit do dvou kategorií, ruční a strojní.

Ruční – využívá se na malé průměry a to od 16 – 40mm. Využívá se pouze svařovací aparát a trubka s tvarovkou se ručně nahřívají a spojují.

Strojní – užívá se na větší průměry od 50mm. K tomu už slouží mechanický nebo hydraulický přístroj, ve kterém jsou upnuty svařovací díly.

2.3.4 Svařovací zařízení

Přístroje ke svařování polyfúzí neboli polyfúzní svářečky, jsou rozděleny do několika skupin podle stavby jejich „těla“ a také podle jejich výkonu. Pro ruční svařování jsou svářečky opatřeny buďto trnem nebo topnými deskami. Na každé z těchto topných součástí patří dané typy nástavců s průměrem, který se v danou chvíli svařuje. Takovéto nástroje jsou nejčastěji o příkonu do 400 – 600 W, podle průměru svařovaného potrubí. Pro strojní svařování je užíváno stejné stavby těla svářečky, avšak je zapotřebí vyššího výkonu. Proto jsou takovéto přístroje stavěny o do maximálního příkonu 800 W u průměru do 73mm, a do 1200 W do průměru 110mm.

2.3.5 Pomůcky a nástroje

Pro dodržení správnosti postupů a technologie sváření, aby byl svár co nejvíce vyhovující předpisům, je zapotřebí mít následující pomůcky a nástroje.

- Trnová nebo desková svářečka s nástavci a dostatečným výkonem
- Mechanický přípravek ke svařování větších průměrů
- Vložky do trubek proti zborcení tenkostěnné trubky
- Srážecí hran pro úkos hrany trubky
- Nůžky a řezáky na plasty
- Nezávislý teploměr (dotykový, infračervený)
- Měřidlo (metr, pravítko) a nesmazatelný popisovač
- Čistící prostředky (izopropylalkohol, nebarevné ubrousky vlákna nepouštějící)
- Přípravky pro kalibraci u svařování Typu B
- Sada speciálních vrtáků a nástavců pro sedlové svařování typu C

2.3.6 Fáze svařování

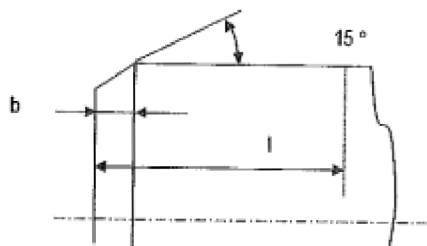
Při každém svařování, je zapotřebí dodržovat jakýsi pracovní postup. Stejně tomu tak je i u polyfúzního svařování. Zde si představíme několik fází, které jsou nezbytné pro dodržení všech parametrů a vytvoření kvalitního svaru.

2.3.6.1 Příprava

- Příprava pracoviště – zajištění podmínek BOZP, přizpůsobení místa svařování povětrnostním podmínkám (např. ve stanu)
- Kontrola svařovaného materiálu – zdali je svařitelný, IT (index toku taveniny), vrypy, trhliny, temperace
- Kontrola svařovacího zařízení – kontrola elektrických přívodů, čistota topných ploch (zrcadla), měření teploty nezávislým teploměrem
- Příprava materiálu

- Naměření délky, ustřížení, sražení hrany, označení délky zasunutí na trubce – délka zasunutí je potřeba vždy vyznačit a závisí na používané tvarovce. Vždy se tedy měří hloubka tvarovky a odečte se 1mm ($X - 1\text{mm} = Y$ (zásun)), a ta se naměří na svařované trubce. Je to nezbytné, poněvadž pokud by tam označení zásunu nebylo, mohlo by dojít k přetlačení trubky, a v lepším případě zúžení vnitřního průměru trubky a omezení průtoku. V tom horším případě, by se trubka svařila celá, a průchodnost byla nulová.
- Při svařování Typu B, provedeme kalibraci
- Při svařování Typu C, odvrtáme díru
- Chemické očištění tvarovky a trubky

Zešíkmení konce trubky



Tabulka. Rozměry pro zkosenou hranu a zasunovací hloubku

Průměr trubky d_n (mm)	Zkosená hrana b (mm)	Zasunovací hloubka l (mm)
16	2	13
20		14
25		15
32		17
40		18
50		20
63	3	26
75		29
90		32
110		35
125		41

Obrázek 1 – zešíkmení hrany trubky a délka zásunu(12)

2.3.6.2 Ohřev

Při této fázi dochází k nasunutí trubky a tvarovky na svařovací nástavec. Nesmí se však s těmito díly otáčet, nýbrž jen proti sobě tlačit.

Nahřívací teplota svářečky se liší dle typu materiálu:

- PE-LD 190–200°C
- PP-H, PP-B, PP-R(CT) 250–270°C
- PVDF 250–270°C
- PE-HD (PE-MD) 250–270°C
- PB 250–270°C

Tabulka 1 – čas ohřevu v závislosti na průměru trubky (12)

Tabulka . Směrné hodnoty pro polyfúzní svařování trubek a dílů potrubí z PP a PE při venkovní teplotě 20° C a mírném pohybu vzduchu.

1 Vnější průměr trubky dn (mm)	2 Nahřívání		3 Přestavování přestavovací doba (sec.) max. doba	4 Ochlazování	
	nahřívací doba pro PN 10,16,20 SDR ²⁾ 11, (sec.)	nahřívací doba pro PN 6 SDR ²⁾ 17,66 (sec.)		ochlaz.doba za fixace (sec.)	ochlaz.doba celkem (min.)
16	5		4	6	2
20	5		4	6	2
25	7	0	4	10	2
32	8	0	6	10	4
40	12	0	6	20	4
50	18	0	6	20	4
63	24	10	8	30	6
75	30	15	8	30	6
90	40	22	8	40	6
110	50	30	10	50	8
125	60	35	10	60	8

1) Vzhledem k příliš malé tloušťce stěny se svařovací postup nedá doporučit
2) Standard Dimension Ratio ~ d_o/e_n (standardní rozměrový poměr)

2.3.6.3 Přestavování

Po dostatečném nahřátí obou svařovaných částí, je nezbytná rychlá a přesná práce, kdy sejmeme tvarovku a trubku z topného tělesa a přemístíme čelo trubky k otvoru tvarovky. Tato doba, kdy vytahujeme svařované části ze svářečky a dáváme je k sobě,

je udávána v tabulce jako maximální. Pro představu: Trubku o průměru 20mm, budu nahřívat ve svářečce 5s, po nahřátí je vytáhnu a rychle spojím (přestavení) a to za dobu maximálně 6s. Viz tabulka č.1.

2.3.6.4 Spojování

Tato fáze začíná, kdy čelo trubky plynule zasouváme do tvarovky. Opět nesmí dojít k tomu, aby se s díly pootáčelo. Hrozí nedokonalé molekulové spojení, a svar by tak mohl v budoucnu začít téct. Po spojení fixujeme na danou dobu, viz tabulka č.1.

2.3.6.5 Chladnutí

Po fixaci necháváme svarový spoj chladnout. Tato doba se již udává v minutách a svar nesmí být žádným způsobem namáhán. V tabulce je tato doba uvedena jako minimální, a proto se čas chladnutí může, jakkoliv dlouze protahovat. Všeobecně je známo, že potrubí můžeme naplnit médiem po uplynutí minimálně 120 minut po svařování.

O takto provedeném svaru, který provádí EPW (Evropský svářeč plastů), se vede záznam neboli specifikace o postupu svařování. V základním kurzu se takovýto postup nevypracovává.

SPECIFIKACE POSTUPU SVAŘOVÁNÍ

Welding procedure specifications

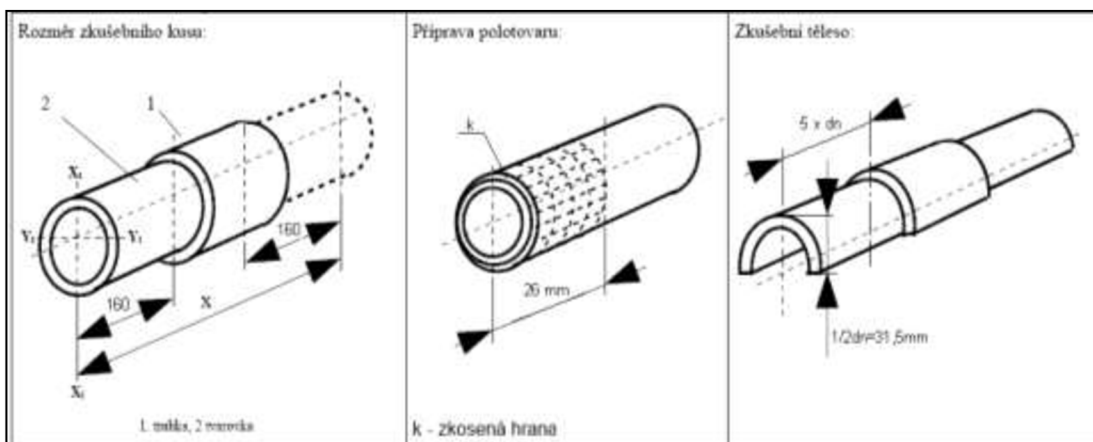
č./ No.: HD 2.6/ 20

Tabulka 2 – údaje o svařovaném kusu(12)

<p>1. Číslo dokladu / Document number: Doc. EWF No. 581-14</p>	<p>9. Svařovací stroj / Welding machine: Polys P4</p>
<p>2. Podskupina podle EN 13 067 (číslo/název) / Subgroup according to EN 13067 (number / name): 2.6 / objímka / socket welding</p>	<p>10. Revize platná do / Revision valid until: 12//2018</p>
<p>3. Značka svaru dle ČSN EN ISO 2553 / Weld Symbols according to EN ISO 2553: Objímka / socket</p>	<p>11. Způsob přípravy svarové plochy / Process for preparing the weld surface: Označení délky zasunutí, sražení vnější hrany trubky/ Identification of insertion, external chamfering pipe</p>
<p>4. Základní materiál / Basic material: 2-PP-R</p>	<p>12. Způsob čištění svarové plochy / Method of cleaning the weld surface: Isopropylalkohol a odpovídající papír / Isopropyl alcohol and the corresponding paper</p>
<p>5. Rozměry / SDR / Dimensions: Trubka/Pipe 20 x 2,6 / SDR 7,4; Tvarovka / 20 /SDR 11</p>	<p>13. Místo svařování / Place of welding: Dílna /Workshop</p>
<p>6. Výrobce tvarovky / Výrobce potrubí / Fittings Manufacturer / Producer pipe: Wavin-Ekoplastik</p>	<p>14. Postup svařování (ruční / strojní) Welding procedure (manual / mechanical): Ruční Manual</p>
<p>7. Jméno svářeče / Name welders: Zkouška svářeče v ATB / Welding test in ATB</p>	<p>15. Poloha svařování / Welding position:</p>
<p>8. Kvalifikace svářeče / zkouška / Qualification welder / test: CEPW M2 / 2.6</p>	<p>16. Poznámka / Note:</p>

Tabulka 3 – svařovací parametry(12)

Svařovací parametry	Průměr trubky [mm]	Tloušťka stěny [mm]	Zkosená hrana [mm]	Hloubka zasunutí [mm]	Čas ohřevu [s]	Max. čas přestavení [s]	Min. čas fixace čas [s]	Čas chladnutí [min]	Teplota nástavce [°C]
Předepsané dle DVS 2207/11	20	2,6	2	14	5	4	6	2	250 – 270



Obrázek 2 – náčrt a rozměry zkušebního kusu (12)

Tabulka 4 – doplňující informace(12)

Minimální povolená teplota materiálů / Minimum allowable temperature of the material [°C]: +10	Platí pro zakázku/ Applies to orders: Zkouška svářeče 2.6 / Welding test 2.6
Minimální povolená teplota v místě svařování / Minimum allowable temperature in the welding [°C]: +5	Stupeň kvality dle ČSN EN 16296 / Quality level according to EN 16296 : B
Kontrola teploty horkého tělesa / Check the temperature of the hot element: Kontaktní teploměr/ Contact thermometer	NDT VT svaru dle / NDT VT acc. to ČSN EN 13 100-1, ČSN EN 16296 ANO/ YES
Podmínky po svařování / Terms of weld: Přirozené chladnutí na vzduchu / Natural cooling in air	DT - Pc – odlupovací stlačovací dle ČSN EN 12814-4 / DT – Pc - Peel compression according to EN 12814-4: ANO/YES
Technolog (PWT), datum / Date: 06.11.2017 Bc. Jan Vosátka	Zkušební orgán nebo organizace / The test body or organization: ZO 07 CWS ANB, UNO Praha s.r.o.

2.3.7 Chyby a opravy polyfuzních svarů

Jestliže není dodržena některá ze zásad polyfuzního svařování nebo není dodržen přesný pracovní postup, může dojít ke vzniku nevyhovujícího sváru. Ten je však zapotřebí opravit, aby se nestalo, že bychom systém natlakovali médiem a svar by poté začal téct. Chyba tohoto druhu by případnému zákazníkovi způsobila nemalé problémy. Kupříkladu v novostavbě by takováto chyba vyšla velmi draho, pokud by vadný svar praskl a voda zatopila celý byt.

Jako nejčastější chyby, které mohou nastat jsou zejména:

- Špatný výběr svařovaných dílů (materiál jiný, starý materiál či špatná kvalita)
- Chybné označení délky zasunutí, nebo snad dokonce označení chybí úplně
- Nedostatečné chemické očištění topného tělesa a svařovaných dílů
- Malá nebo příliš vysoká svařovací teplota
- Nedodržení doby nahřívání
- Pootáčení trubkou nebo tvarovkou při nahřívání či spojování a fixaci
- Prudké ochlazení svaru a okamžité mechanické namáhání svarového spoje
- Okamžité napuštění systému médiem pod tlakem

Pokud by však nastala některá z těchto chyb, a svarový spoj byl nevhodný a tekl by, je tady řešení jeho opravy. Buď to lze spoj vystříhnout a navařit chybějící část potrubí do požadované délky nátrubkem (tvarovka ke spojení dvou trubek za sebou) a pokračovat dál, tam, kde jsme udělali chybu. Případně lze takovéto defekty opravit mechanickými spojkami. Potrubí však nelze opravit lepením. Lepit lze jen určitý typ materiálů (např. PVC).

2.4 Kvality a jakost svaru

Provedené svary musí spadat do určitého stupně jakosti. Kvalita svaru se odvíjí od typu certifikace svářeče. Svářeči se základními kurzy, spadají do kategorie jakosti typu C a D. Kvalifikovanější svářeči s evropskou certifikací, jakožto vyšší svářečský personál (EPW – European Plastic Welder), spadá do kategorie B. Úroveň kvality A,

se neudává, jelikož takovýto svar nelze zavařit. Zjednodušeně řečeno, ve skupině A, můžeme uvádět základní materiál, ten je sám o sobě nejkvalitnější. Tím, že už jej jen narušíme svarem se vlastnosti základního materiálu mění a klesá tak i jeho kvalita.

V České republice se systém kvality svarů udává normou EN ISO 9002 a ČSN EN ISO 3834. Stupně kvality jsou pak dány normou ČSN EN 16296 a TP-B 502 CWS ANB (Technické plynárenské pravidlo, vydávané Českou svářečskou společností)

Skupina D – nízký stupeň kvality – základní podmínky na bezpečnost a zatížitelnost svarů

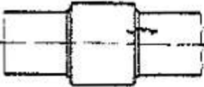
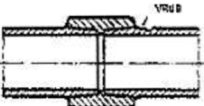
Skupina C – střední stupeň kvality – standardní požadavky na bezpečnost a zatížitelnost svarů

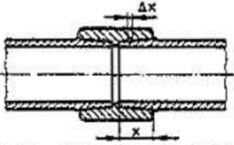
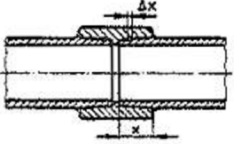
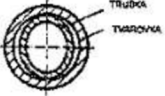
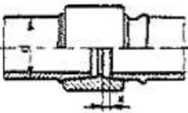
Skupina B – vysoký stupeň kvality – vyšší požadavky na bezpečnost a zatížitelnost svarů

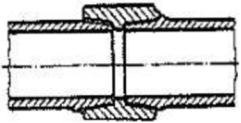
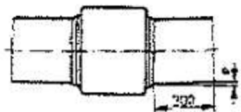
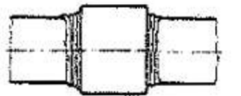
Ve stupních jakosti B, je zapotřebí zkušebního sváru a vypsání dokumentu, který obsahuje specifikace postupu daného typu svařování – WPS. (Welding Procedure Specification) viz strana. Do takového to dokumentu se vypíše přesný pracovní postup, svařovací zařízení, svařovací metoda, teplota okolí atd. Takto vypsáný postup, si poté převezme svářečský dozor, který si tento dokument ponechá.

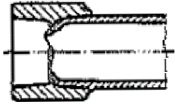
Každá metoda má své specifické hodnocení svarů dělené zvlášť. Nelze totiž kvalitu nebo vady svarů míchat dohromady se všemi metodami, kupříkladu u svařování natupo s polyfúzí. Každá tato technologie vychází z jiných principů, a proto se toto hodnocení kvality svarů řeší jednotlivě u každé metody samostatně.

Tabulka 5 – vady svarů u polyfuzního svařování(12)

Číslo	Název vady	Číslo skupiny vad	Vyobrazení	Poznámky	Mezní hodnoty vad pro stupně jakosti		
					Vysoké B	Střední C	Nízké D
2/1	Trhliny	1		Podélně nebo příčně ke svaru probíhající trhliny ležící : -ve svaru -v základním materiálu -v tepelně ovlivněné zóně	Nepřípustné	Nepřípustné	Nepřípustné
2/2	Mikrotrhliny	1	X	Viditelné až po 6násobném zvětšení Podélně nebo příčně ke svaru probíhající mikrotrhliny ležící : -ve svaru -v základním materiálu -v tepelně ovlivněné zóně	Nepřípustné	Nepřípustné	Jednotlivá krátká přípustná pouze u konstrukcí bez namáhání
2/3	Vruby a rýhy	1		Okrajové vruby v základním materiálu, probíhající podélně nebo příčně ke svaru, způsobené např. -upínacím nástrojem -neodborným transportem -chybou v přípravě svaru (opracování)	Krátké přípustné ¹⁾ pokud vyběhají ploše a nejsou větší než 0,1 tloušťky stěny, ale max. 0,3 mm	Krátké přípustné ¹⁾ pokud vyběhají ploše a nejsou větší než 0,1 tloušťky stěny, ale max. 0,5 mm	Krátké přípustné ¹⁾ jestliže vyběhají ploše a nejsou větší než 0,1 tloušťky stěny, ale max. 1 mm
2/4	Pór	2	X	Jednotlivý nebo četné rozptýlené póry v základním materiálu zjištěné až po opracování svarových ploch	Nepřípustný	Nepřípustný	Nepřípustný

Číslo	Název vady	Číslo skupiny vad	Vyobrazení	Poznámky	Mezní hodnoty vad pro stupně jakosti		
					Vysoké B	Střední C	Nízké D
2/5	Póry z vměstků cizích látek	2		Jednotlivé, hojně roztroušené nebo místně nahromaděné póry příp. vměstky, způsobené např. - tvorbou páry během svařování (voda, rozpouštědla) - znečištěným horkým tělesem	Malé jednotlivé póry přípustné když $\Delta x \leq 0,05 \cdot x$	Póry a řádky porů přípustné když $\Delta x \leq 0,10 \cdot x$	Póry a řádky porů přípustné když $\Delta x \leq 0,15 \cdot x$
2/6	Vměstky	3		Vměstky cizích látek, oxidovaného nebo odbouraného materiálu, vměstky rozkladných produktů jednotlivé nebo nahromaděné	Nepřípustné	Nepřípustné	Jednotlivý přípustný max. velikosti $\Delta x \leq 0,05 \cdot x$
2/7	Spojovací vada	4		Deformace nebo ovalita konců trubek nebo tvarovek s místně příliš nízkým svař. tlakem, způsobená např. - příliš malými poloměry navijení u trubek ze sviteků - špatným uložením trubky a nebo tvarovky - nevhodným upínacím zařízením	Přípustná odchylka od středního vnějšího poloměru trubky 1,5 % ale max. 1,5 mm	Přípustná odchylka od středního vnějšího poloměru trubky 2% ale max. 2 mm	Přípustná odchylka od středního vnějšího poloměru trubky 3% ale max. 2 mm
2/8	Spojovací vada	4		Nedostatečná délka svaru s úplně nebo jen částečně natavenými spoj. plochami způsobená např. : - příliš krátkým ohřevem - nepravouhlými konci trubek - příliš nízkou teplotou horkých těles - axiálním pohybem během ochlazovací doby - dlouhou přestavovací dobou	Přípustná při nepatrném nedosažení předepsané délky svaru a při uzavřeném výrobku bez vrubů do $x \leq 0,05 \cdot d$ $x \leq 0,1 \cdot$ hloubka objímky	Přípustná do $x \leq 0,1 \cdot d$ $x \leq 0,15 \cdot$ hloubka objímky	Přípustná do $x \leq 0,1 \cdot d$ $x \leq 0,2 \cdot$ hloubka objímky

Číslo	Název vady	Číslo skupiny vad	Vyobrazení	Poznámky	Mezní hodnoty vad pro stupně jakosti		
					Vysoké B	Střední C	Nízké D
2/9	Spojovací vada	4		Lokální, plošné, axiální nebo obíhající vytváření kanálů, způsobené např. - vruby v povrchu trubky - překročenými tolerancemi průměru trubky nebo tvarovky - špatným mech. opracováním - trubkou nesouose v objímce	Nepřípustná	Nepřípustná	Nepřípustná
2/10	Spojovací vada	4	X	Lokálně nebo plošně neúplné svaření s oddělováním ve spojovací rovině, způsobené např. - tepelným poškozením - nečistými spoj. plochami - špatným materiálovým párováním - zbytky na horkém tělese	Nepřípustná	Nepřípustná	Nepřípustná
2/11	Uhlová odchylka	5		Jedno nebo oboustranně šikmo zavařená trubka do tvarovky bez nebo s nepatrným utažením, způsobená např. - chybou stroje - chybou při vyrovnávání Pro svařování trubek ze svitků nelze kritéria aplikovat !	Přípustná, když $e \leq 1$ mm	Přípustná, když $e \leq 2$ mm	Přípustná, když $e \leq 4$ mm
2/12	Nepravidelné výronky	5		Rozdílné vytváření výronků nebo chybějící výronek na jedné nebo na obou stranách (zčásti nebo po celé délce) způsobené - příliš nízkou nebo vysokou teplotou horkého tělesa - příliš krátkým nebo dlouhým ohřevem - nepřipustnými tolerancemi viz poznámky!	Nepřípustné	Nepřípustné	Nepřípustné

Číslo	Název vady	Číslo skupiny vad	Vyobrazení	Poznámky	Mezní hodnoty vad pro stupně jakosti		
					Vysoké B	Střední C	Nízké D
2/13	Zúžený průřez	5		<p>Příliš hluboké zasunutí trubky při zahřívání nebo spojování, způsobené např.</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysokým spojovacím tlakem - dlouhým ohřevem tenkostěnné trubky - dlouhou nahřívací dobou - vysokou svařovací teplotou 	Nepřípustný	Nepřípustný	Nepřípustný
2/14	Poškození vysokou teplotou	6	X	Poškození trubky nebo tvarovky, příp. svaru horkým tělesem	Nepřípustné	Nepřípustné	Nepřípustné

2.4.1 Zkoušky svarových spojů

Každý svar, co je zavařen, je potřeba nějakým způsobem zhodnotit a vyzkoušet. To se dělá zkouškami svarových spojů, které se dělí do dvou kategorií:

- Nedestruktivní (NDT)
- Destruktivní (DT)

U plastových spojů, je zejména využíváno první z možností, NDT. Ta se rozděluje do několika dalších skupin, a případné vady svarových spojů se dělí do kategorií a stupňů kvality svaru, podle kterých jsou následně hodnoceny, zda jsou přípustné, či nikoliv.

2.4.1.1 Nedestruktivní zkoušky svarových spojů

Takovéto zkoušky probíhají bez toho, aniž by se svar nebo základní materiál, jakkoliv porušil. Používají se vždy u základních kurzů svařování, a u všech metod svařování. Ovšem jsou jisté zákonitosti, které je potřeba dodržovat.

Vizuální kontrola (VT – visual testing) – EN 13100-1

Jedna z nejběžnějších a nejpoužívanějších kontrol, je vizuální. Provádí se bezprostředně po svařování. Zkoušku provádí pracovník NDT (viz můj certifikát níže) nebo kontrolor VT. Jde tak o posouzení vnějších znaků a měřitelných vad příslušných pro danou metodu svařování. Stupně kvalifikace NDT pracovníka, jsou rozděleny do třech stupňů dle normy EN 473.

1. stupeň (Level 1) – může provádět NDT kontrolu svarů, ale nesmí vyhodnocovat výsledky zkoušek ani je interpretovat

2. stupeň (Level 2) – provádí NDT podle daných norem a psaných postupů, a smí vyhodnocovat výsledky zkoušek


3. stupeň (Level 3) – zodpovídá za chod NDT v daném podniku a vytváří strukturu legislativního zabezpečení. Stejně tak zhotovuje postupy daných zkoušek a související dokumenty, školí a zkouší podniková NDT personál.



Obrázek 3 – certifikát kontrolora NDT

Stejně tak musí být proveden záznam o vyhodnocení vizuální kontroly svarů. V něm jsou kupříkladu uvedeny informace o zkoušeném výrobku, údaje o zkušební technice, údaje o zjištěných vadách, vyhodnocení zkoušky a údaje o zkoušejícím.

Tabulka 6 – protokol o vizuální kontrole(12)

 UNO Praha, spol. s r.o. - certifikační orgán č. 3035 Sídlo firmy : Šaldova 28, 186 00 Praha 8 - Karlín Plzeňská 221, 150 00 Praha 5 - Motol 257222027 / 028	
NDT Vizuální kontrola podle ČSN EN 13 100 - 1 Zkušební protokol číslo :	
A) ÚDAJE O ZKOUŠENÉM VÝROBKU	
1. Výrobce:	
2. Zkušební kus/výrobek:	
3. Postup svařování:	
4. Zkoušený materiál:	
5. Tloušťka materiálu:	
6. Přídavný materiál:	
7. Popis svaru:	
B) ÚDAJE O ZKUŠEBNÍ TECHNICE A ZPŮSOBU ZKOUŠKY	
8. Zkušební technika :	<i>Přímá</i> <input type="checkbox"/> / <i>Nepřímá</i> <input type="checkbox"/>
9. Druh zkoušení :	<i>Hledání vad</i> <input type="checkbox"/> <i>Kontrola povrchu</i> <input type="checkbox"/> <i>Kontrola sestavy</i> <input type="checkbox"/>
10. Zdroj osvětlení :	<i>Denní</i> <input type="checkbox"/> / <i>Umělé</i> <input type="checkbox"/>
11. Osvětlovací zařízení :	
12. Intenzita osvětlení :	
13. Přístroje a pomůcky :	
14. Použitá měřidla :	
15. Teplota vzduchu:	
16. Přílohy (náčrtky, fotografie, aj.):	
17. Kritéria přípustnosti podle (TP B 502 CWS ANB, DVS2202/1, jiné):	
18. Zkušební návodka:	
19. Náčrtek zkoušeného předmětu s vyznačením nalezených vad :	

**UNO Praha, spol. s r.o. - certifikační orgán č. 3035**

Sídlo firmy : Šaldova 28, 186 00 Praha 8 - Karlín

Plzeňská 221, 150 00 Praha 5 - Motol

257222027 / 028

C) ÚDAJE O ZJIŠTĚNÝCH VADÁCH

20. Svar	Klasifikace vady	Měření svaru		Rozsah vady	Výsledek (vyhovuje / nevyhovuje)	Poznámka / Jiné
		Přípustné	Naměřené			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

D) VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠKY

21. Počet vad s přípustnými indikacemi :	
22. Počet vad s nepřípustnými indikacemi :	
22. Celkové hodnocení :	<i>Vráceno k opravě</i> <input type="checkbox"/> / <i>Vyhovuje</i> <input type="checkbox"/>

E) ÚDAJE O ZKOUŠEJÍCÍM

23. Jméno a příjmení :	
24. Kvalifikace NDT :	
25. Místo:	
26. Datum :	
27. Podpis (razítko) :	

2.4.1.1.1 Zkouška těsnosti (LT)

Takovéto testování není shodné s tlakovými zkouškami, které jsou uvedeny níže, i když jsou si velmi podobné. Obecně lze tyto zkoušky rozdělit do několika dalších kategorií, a to podle užitého tlaku v systému.

- Zkouška s vodní náplní za normálního tlaku – systém je naplněn vodou, odvzdušněn, a je sledován úbytek kapaliny či průsaky ve svarech
- Zkouška s vodní náplní za přetlaku – stejně jako předchozí zkouška, je systém naplněn vodou a je zde navýšen tlak na požadovanou hodnotu, úbytek je pak sledován na tlakoměru
- Zkouška se vzdušnou náplní za přetlaku – systém je naplněn vzduchem s přetlakem. Je zapotřebí mít nainstalovaný přetlakový ventil, aby nedošlo k explozi. Ke zjištění netěsnosti je použit pěnotvorný roztok, kterým se postříkají všechny svary. V případném místě netěsnosti se začnou tvořit bublinky.

2.4.1.1.2 Kapilární zkoušky (PT)

Tyto zkoušky se také často nazývají penetrační. Jde o postup, kdy se nanese penetrační prostředek bez minerálních olejů a vývojky na vodní bázi. Tímto postupem se tak ověří případné povrchové necelistvosti, jako například póry, vruby či trhliny. Pro lepší viditelnost je také možno použití UV lampy, která více zviditelní místa s vadou, díky fluorescenčním schopnostem vývojky.

2.4.1.1.3 Zkoušení ultrazvukem (UT)

Zkoušení ultrazvukem představuje jednu z dalších možností nedestruktivních zkoušek, a to zejména k indikaci svarových vad vyskytujících se pod povrchem, jako například póry, vakuoly či vměstky a jiné.

2.4.1.1.4 Rentgenové zkoušení (RT)

Stejně jako zkoušení UT, rentgenová metoda nám odhaluje skryté vady uvnitř svarů. Při tomto zkoušení je třeba se mít na pozoru, jelikož rentgenové záření je nebezpečné pro člověka a je potřeba se dostatečně krýt. Paprsky RT jsou několika násobně silnější a odhalí vadu více pod povrchem než metoda UT.

2.4.1.2 Destruktivní zkoušky (DT)

Takto prováděné zkoušky svarových spojů už jsou zapotřebí vyhodnocovat ve schválených laboratořích a kvalifikovanými odborníky. Při každé z těchto metod dochází k destrukci svarů, a následnému vyhodnocení údajů, které při této destrukci byly zaznamenány, či teprve zaznamenány budou z dalšího zkoumání, po rozlomení.

2.4.1.2.1 Zkouška ohybem

Tato metoda se především používá pro zkoušení svarů termoplastických desek, kdy se zkušební těleso položí na dvě otočné opory v přesně dané vzdálenosti a následným tlakem ohýbacího trnu se svar prolomí. Zkoumá se tak použitá síla, a následně se vizuálně zkontroluje struktura svaru.

2.4.1.2.2 Zkouška tahem

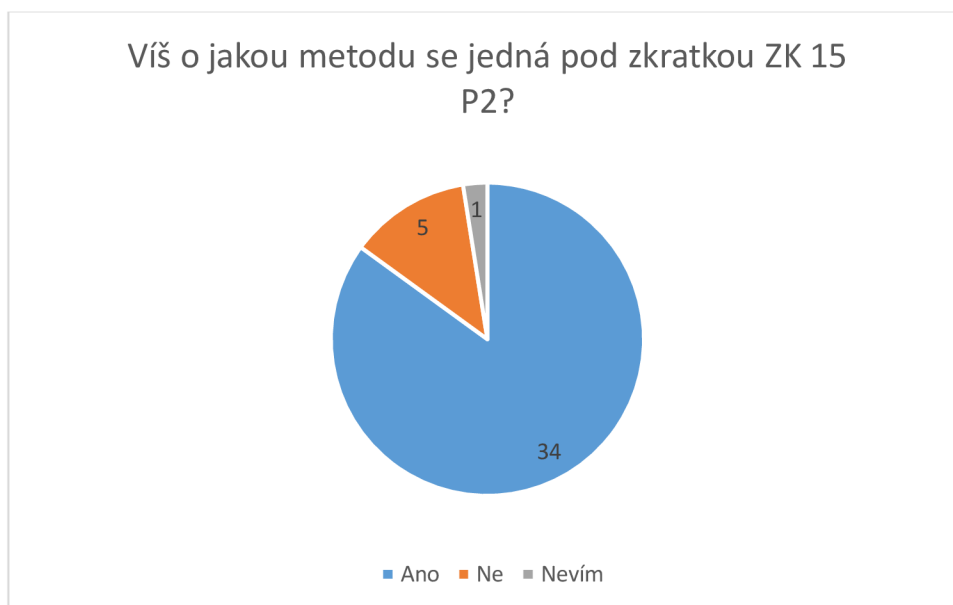
Zkušební vzorek se upevní do přístroje, který daný svar roztahuje v přímém směru podélné osy konstantní rychlostí. Je zaznamenávána síla, která je využita pro roztržení sváru. Vzhledem k přesnosti výsledků, je zapotřebí takovouto zkoušku vykonat co nejdříve, jelikož záleží na stáří materiálu. Ten časem začne měnit vlastnosti a křehne.

2.4.1.2.3 Odlupovací zkouška

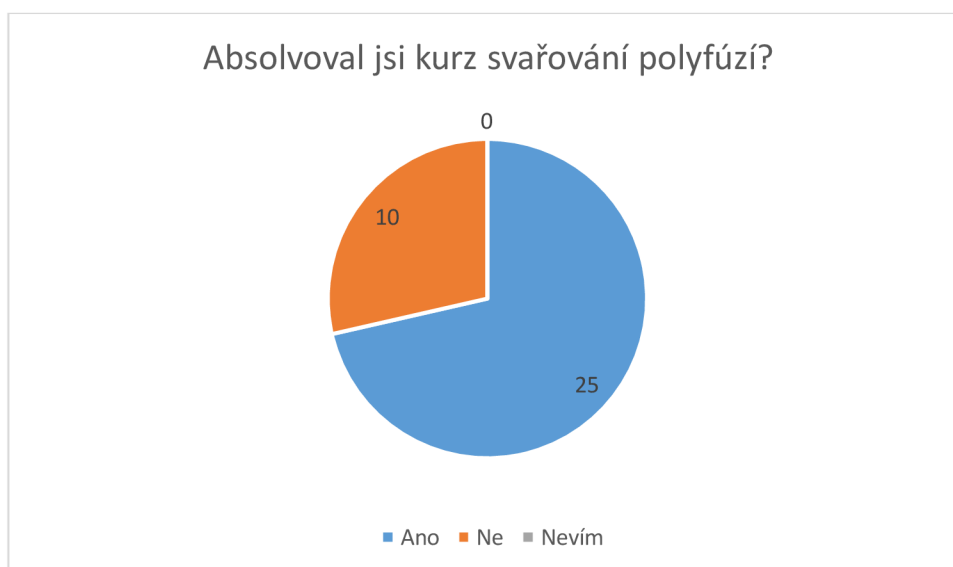
Princip zkoušky spočívá v podrobení zkušebního vzorku odlupování konstantní rychlostí až do porušení, odloupenutí nebo počátku tečení. (3)

3 Praktická část

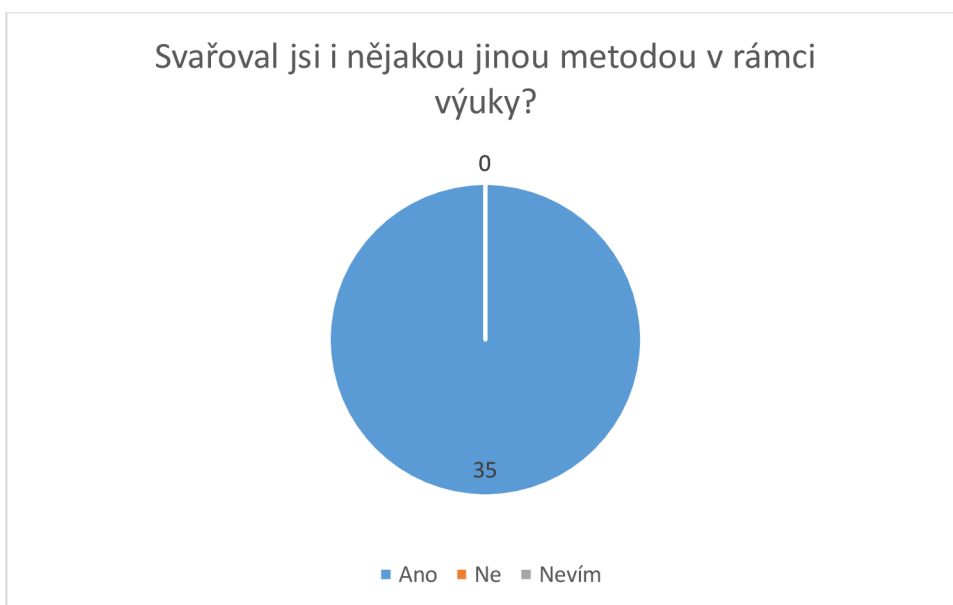
Součástí praktické části je vyhotovený dotazník a na jeho základě vypracován metodický pokyn ke svařování.



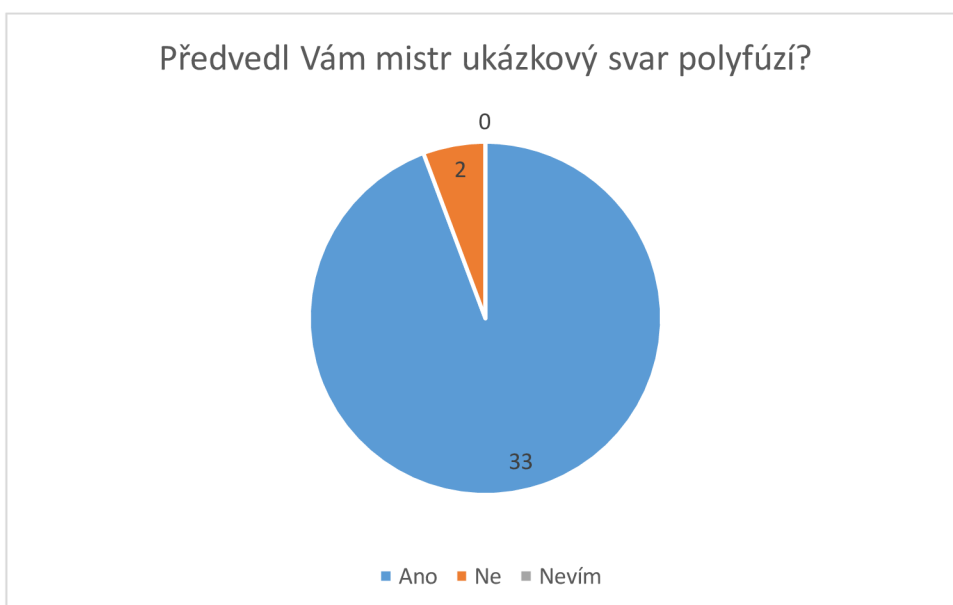
Žáci převážně odpověděli, že vědí a jsou seznámeni s názvem kurzu, který absolvovali. Jelikož někteří ještě kurz neabsolvovali, je pochopitelné, že takovouto zkratku neznají.



Jak bylo řečeno výše, ne všichni z dotazovaných kurz absolvovali.



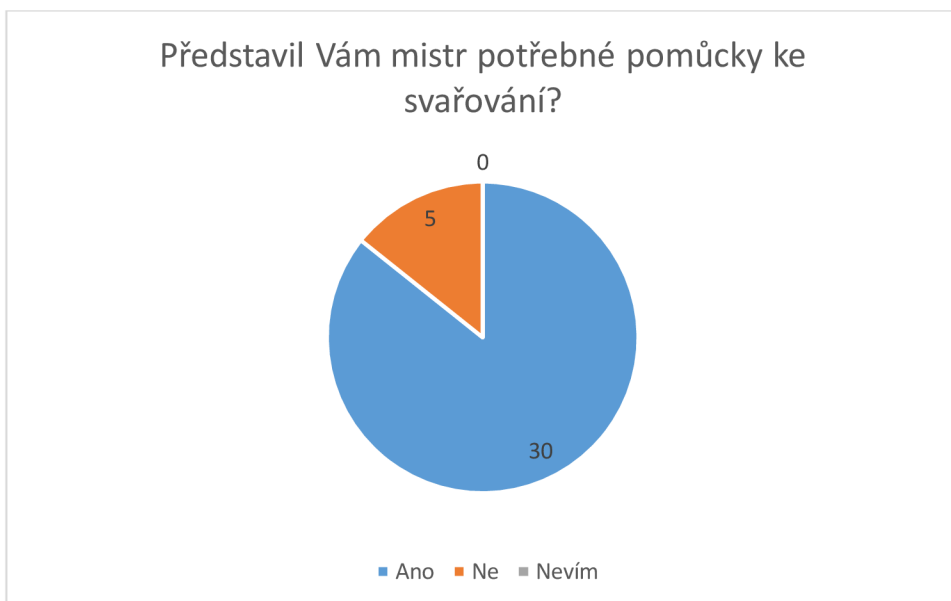
Každý z dotazovaných již nějaký kurz absolvoval, a to buď na svařování plastů nebo kovů kyslíko-acetylenovým plamenem.



Většina z dotazovaných uvedla, že mistr svar ukázal. Ačkoliv ne všichni kurz absolvovali, je tedy na místě, že se s touto metodou již v odborném výcviku setkali, ale kurz neabsolvovali.

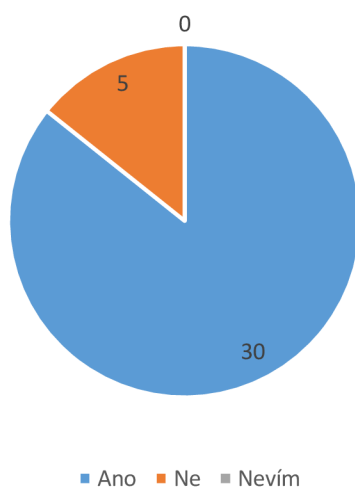


Dohled při svařování je vždy nezbytný, jelikož může dojít k popáleninám. Někteří z dotazovaných uvedli, že mistr na ně nedohlížel. Dozor je tedy potřeba zajistit a dodržovat.



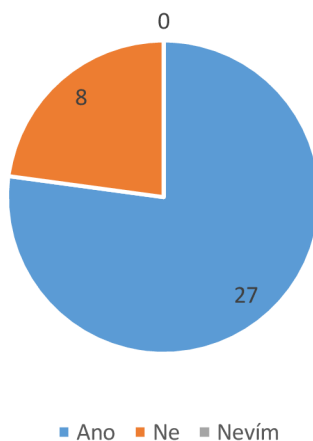
Někteří žáci se s pomůckami nesešli. To vše bude ukázáno před svařováním v kurzu.

Odměřil sis hloubku zasunutí při svařování?

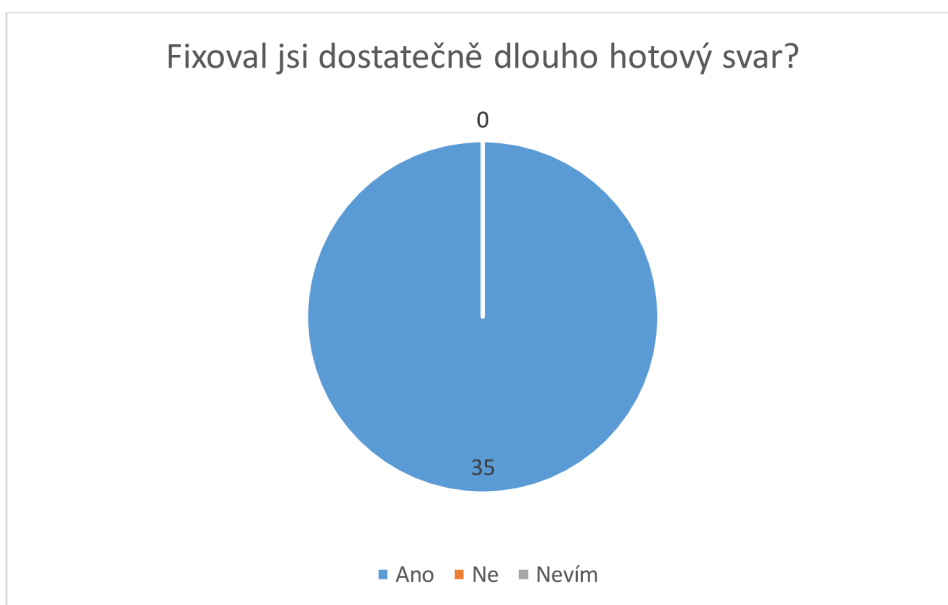


Hloubka zasunutí je nezbytná pro provedení kvalitního svaru. Jelikož se můžou při přetlačení trubky do tvarovky zbortit hrany nahřáté části trubky, je tento krok potřebný.

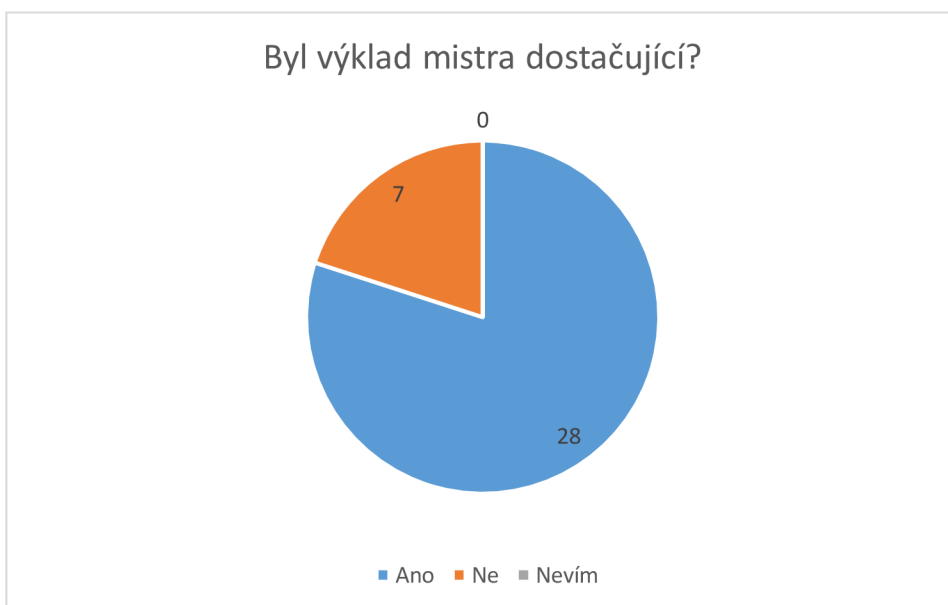
Použil jsi stopky nebo nějakou jinou časomíru při svařování?



Časomíra nebo stopky při tomto nejsou úplně potřeba, pokud umí žák počítat. U větších rozměrů nebo jiných metod je časomíra potřebná, jelikož nahřívací časy jsou delší.

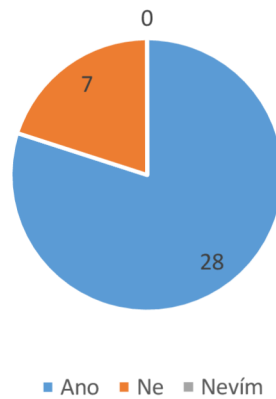


Fixaci svaru provedli všichni žáci.



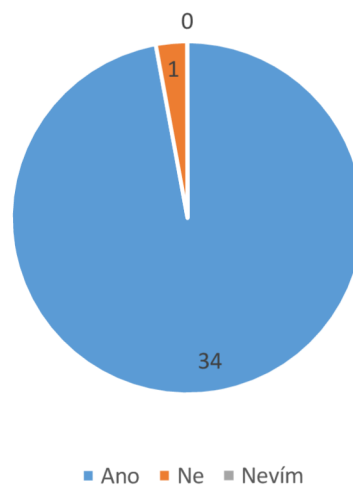
Někteří z respondentů uvedli, že výklad byl nedostačující. Může se tedy jednat o žáky, kteří kurz ještě neabsolvovali.

Dal Vám mistr nějakou písemnou podobu nebo návod, který můžeš využít při svařování jako malou nápovědu pracovního postupu?

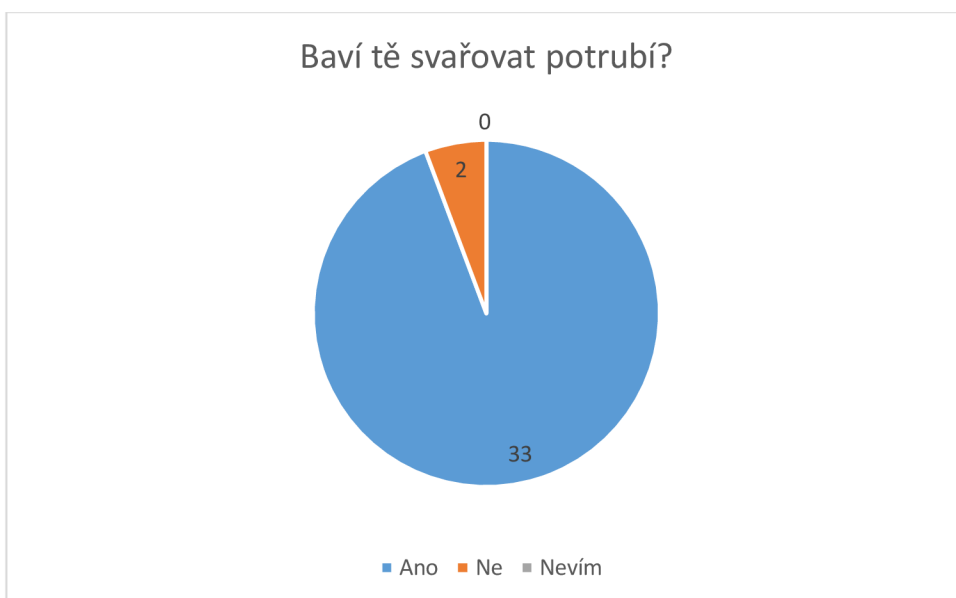


Žáci uvedli, že jim mistr předložil nějakou písemnou podobu svařování. Někteří také uvedli, že nedostali nic.

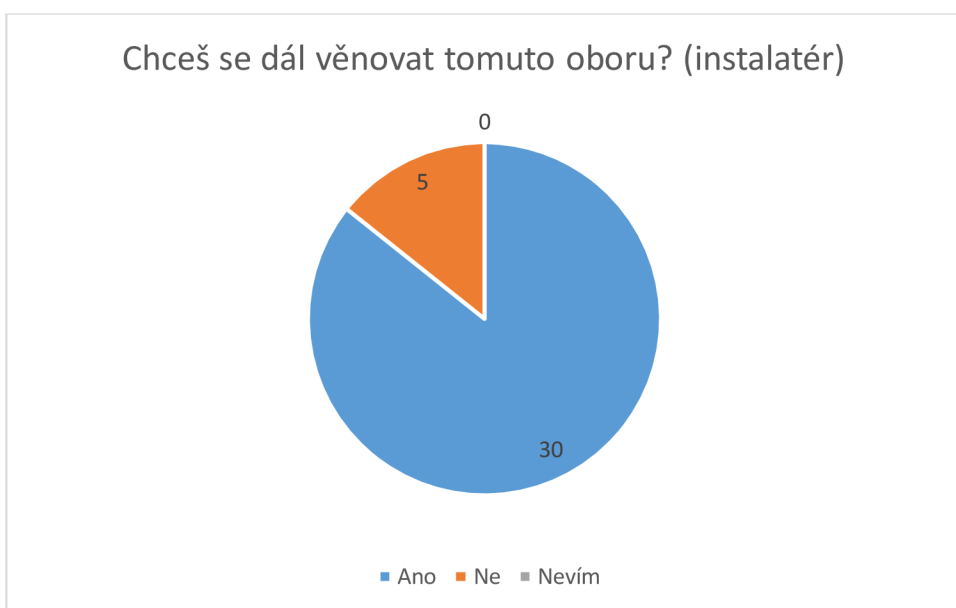
Přivítal by si takovou možnost?



Žáci uvádějí, že by přivítali možnost obdržet jednoduchý manuál nebo pomůcku ke svařování.



Většina z dotazovaných uvedla, že je svařovat baví.



Žáci uvádějí, že se chtějí dále věnovat řemeslu. Inu, je to až překvapivé, jelikož z předchozích ročníků to bylo právě naopak, kdy se řemeslu věnovalo pět a třicet zcela změnilo obor.

4 Závěr

V teoretické první části je popsána aktuální výuka odborného výcviku na naší škole, konkrétně v oboru instalatér. Dále je zde popsán denní harmonogram v odborném výcviku a je také uvedeno, odkud nebo z čeho se vychází při přípravě tematického plánu. Dále je podrobněji rozebrána technologie svařování polyfúzí, která patří mezi nejpoužívanější metody svařování plastového potrubí. Je zde uvedena výroba plastových materiálů, podrobný pracovní postup a hodnocení zhotoveného svaru.

Ve druhé části jsem vyhotovil dotazník, který byl předložen žákům na Střední škole řemesel ve Frýdku-Místku. Žáci v dotazníku uvedli, že se jim mistr nedostatečně nevěnuje, a přivítali by také nějaký jednoduchý návod či manuál k postupným krokům, které by je vedli ke správnému výsledku svařování čili kvalitnímu sváru.

Na základě tohoto vyhodnocení, jsem vypracoval metodický pokyn viz přílohy, nebo spíše návod na správný postup polyfúzního svařování. Použití tohoto pokynu by mělo žákům instalatérského oboru na naší škole pomoci při pochopení objemného a složitého učiva, kterým svařování bezpochyby je.

Seznam použité literatury

- (1) DOLEJSKÝ, Tomáš. *Učebnice pro základní kurz svařování tavící se elektrodou (MIG/MAG svařování)*. 3. aktualizované vydání. Ostrava: Zeross - svářečské nakladatelství, [2014]. Svařování. ISBN 978-80-85771-05-3.
- (2) RAAB, R. *Svařování a svarové spoje svařování termoplastů*. Ostrava, 2013. Bakalářská práce. Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta.
- (3) LOYDA, M. *Svařování termoplastů*. 2., dopl. a rozš. vyd. Praha: UNO Praha, 2011. ISBN 978-80-904949-0-9.
- (4) LOYDA, M. *Svařování termoplastů*. Praha: Uno, 2001. ISBN 80-238-6603-6.
- (5) GALÁSEK, R. *Svařování v ochranné atmosféře CO₂ - tenké plechy*. Ostrava, 2013. Bakalářská práce.
- (6) *Rozdělení technologií na zpracování plastů* [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/184/01.html>
- (7) STRATEGIE VZDĚLÁVACÍ POLITIKY ČR DO ROKU 2030+. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy* [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-2030>
- (8) RAŠOVSKÁ, A. *Model učebního textu pro odborný výcvik oboru kadeřník* [online]. Olomouc, 2017 [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://library.upol.cz/i2/i2.entry.cls?ictx=upol&plang=cs&pretty=csg&repo=upolrepo&key=82991584273>. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- (9) Vyučování a učení ve vyšším sekundárním vzdělávání. *EURYDICE* [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/teaching-and-learning-upper-secondary-education-4_cs
- (10) Instalatér. *Střední škola řemesel Frýdek-Místek, příspěvková organizace* [online]. Frýdek-Místek, 2022 [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.ssremesel.cz/vzdelavaci-nabidka/ucebni-obory---h/instalater.php#text>
- (11) MINAŘÍK, V. *Základní kurz svařování metodou 311*. 5. Ostrava: ZEROSS, 2020. ISBN 978-80-86698-09-0.
- (12) UNO Praha. *Formuláře pro zkoušky svářečského personálu v systému CWS ANB: Pracovní sešit*. Praha: Česká svářečská společnost ANB, 2012.

Seznam tabulek

Tabulka 1 – čas ohřevu v závislosti na průměru trubky	30
Tabulka 2 – údaje o svařovaném kusu	32
Tabulka 3 – svařovací parametry.....	33
Tabulka 4 – doplňující informace	33
Tabulka 5 – vady svarů u polyfuzního svařování	36
Tabulka 6 – protokol o vizuální kontrole	42

Seznam obrázků

Obrázek 1 – zešíkmení hrany trubky a délka zásunu.....	29
Obrázek 2 – náčrt a rozměry zkušebního kusu	33
Obrázek 3 – certifikát kontrolora NDT	41

Přílohy

Metodický list

SVAŘOVÁNÍ POLYFÚZÍ

Kdo může svařovat?

Děvčata a chlapci učebního oboru instalatér. Vzhledem k náročnosti a práci s horkým tělesem, je nezbytný nepřetržitý dozor učitele odborného výcviku. Dále musí splnit předpoklady pro svařování dle ČSN 050705.

Za jak dlouho se to stihne?

Svařování je dlouhodobý proces, tudíž bude přítomen po. Celou dobu studia oboru.

Kdo zpracoval námět a výrobek doporučuje?

Adam Papala, 3. ročník kombinovaně, UPVOV



Co se žáci naučí?



Očekávané výstupy učení:

- Při zpracování plastového materiálu žák využívá ručního nářadí a pod dozorem UOV i elektrické nářadí
- Dostane předem vybraný materiál, se kterým dál pracuje
- Při zhotovování výrobku (obrazce) dodržuje daný sled výrobních operací

Konkrétní dovednosti:

- Měření, rýsování, dělení (stříhání), čištění, svařování

Jaký materiál a pomůcky potřebujeme?



Pracovní prostory:

- Svářečská škola ATB č.17, školní dílny

Materiál:

- PP-R potrubí DN 20, PN16 – 2m, tvarovky PP-R DN 20 - 90° kolena, 45° kolena, T-Kusy

Pomůcky:

- Pracovní oděv, metr, tužka nebo fix, polyfúzní svářečka, teploměr, izopropylalkohol, ubrousky, nůžky na plasty, časomíru,

Pracovní postup



1. Začneme tím, že si zvolíme a upevníme nástavec svařování dle průměru materiálu. Očistíme svařovací plochy izopropylalkoholem před samotným zapojením do el. sítě.
2. Nastavíme na požadovanou teplotu. Teplotu poté ověříme nezávislým teploměrem.
3. Na jednom z konců trubky očistíme hrdlo, které budeme svařovat. Stejně tak očistíme požadovanou tvarovku.
4. Abychom věděli, kolik bude zásun trubky do tvarovky, odměříme si jej na samotné tvarovce a odečteme 1mm. ($X=Y-1$). Odměříme a nakreslíme rysku.
5. Opatrně uchopíme trubku a tvarovku, nasadíme na svařovací nástavec. Tlačíme stejnými silami proti sobě a s materiály nepootáčíme ani nekrotíme.
6. Po dostatečném zatlačení po rysku, odpočítáváme 5s. Toto je doba nahřívací.
7. Jakmile uplyne doba nahřívání, materiál vysadíme ze svářečky a následně trubku strčíme do tvarovky. Toto je doba přestavení
8. Po zasunutí si tvarovku můžeme ještě rychle porovnat, a necháme fixovat.
9. Jakmile spoj zatuhne, necháváme volně chladit.
10. Další spoj si odměříme od hotového spoje, vždy od středu trubky po další střed.
11. Orýsujeme si zasunutí, a zde poté připočteme onen zásun.
12. Zde odstříhneme a postupujeme následujícím způsobem.

Metodický pracovní postup



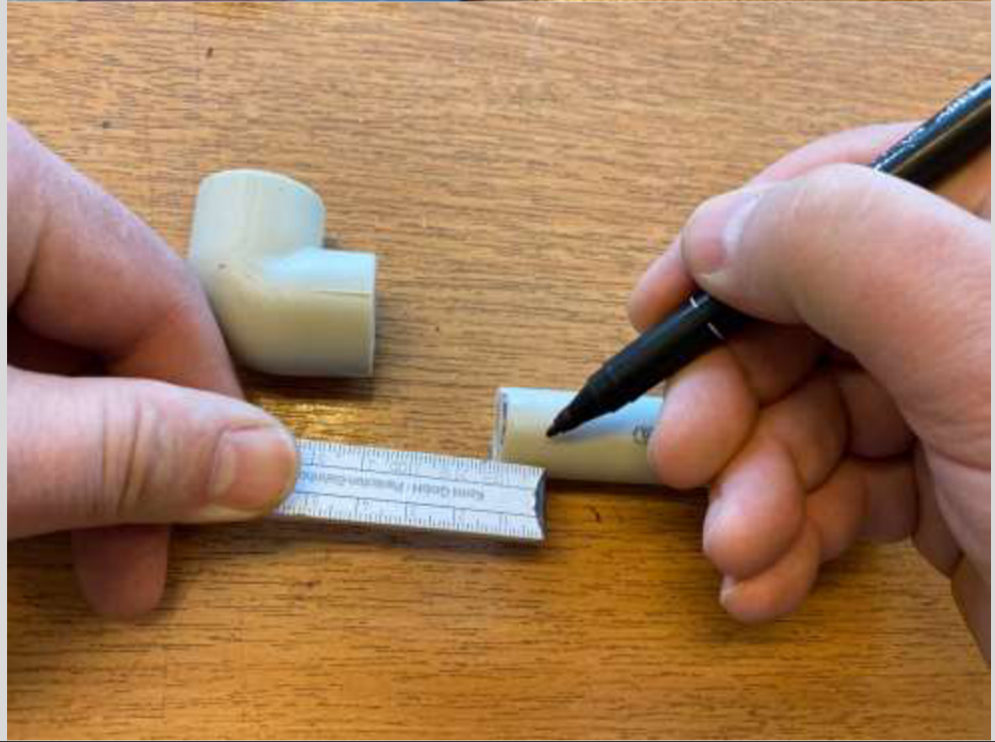














1. Výrobu si předem vyzkoušejte a vhodně rozplánujte. S žáky poustupujte jednotlivě po krocích.
2. Každou práci s elektrickým nářadím nejprve žákům názorně předvedte, poučte je o rizicích a zapište pokyn o práci na tomto zařízení.
3. Při prvotním svařování je nezbytný dozor UOV. Hrozí popálení a úrazy el.proudem.