SPOJOVÁNÍ MATERIÁLŮ

# Pájení

Měkké pájení páječkou a plamenem. Jak to funguje, jak na to a na co si dát pozor.






*Fotografie: neffk, CC BY 2.0, a Kevin Hadley, CC BY-SA 3.0, obě Wikimedia Commons, adresy v kapitole 12*

Učební materiál pro 1. ročník. Pájka a tavidlo, bezpečnost, postup páječkou i plamenem, dobrý a špatný spoj, dvacet situací z dílny, první pomoc, tvrdé pájení v přehledu, otázky a test s řešením.

**Odborný výcvik**
Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů

Zpracoval: Michl Ondřej, 2.OZ
Datum: 6. 11. 2026

# Obsah


**ZÁKLADY**

1 Co je pájení 3
2 Pájka a tavidlo 5

**BEZPEČNĚ A SPRÁVNĚ**

3 Než začneš 8
4 Pájení páječkou krok za krokem 12
5 Pájení plamenem 15

**KONTROLA A CHYBY**

6 Dobrý a špatný spoj 18
7 Na co si dát pozor 20
8 Typické chyby 26

**PRO PŘEDSTAVU**

9 Tvrdé pájení 27

**OVĚŘENÍ ZNALOSTÍ A ZÁVĚR**

10 Kontrolní otázky a test 29
11 Řešení 31
12 Karta, slovníček a zdroje 32


**JAK SE S MANUÁLEM UČIT**

1. Začni kapitolami 1 a 2. Vysvětlují, jak pájení funguje.
2. Kapitolu 3 si přečti dřív, než poprvé zapneš páječku.
3. Kapitoly 4 a 5 jsou postup. Kapitolu 7 o tom, na co si dát pozor, si projdi celou.
4. Na konci si ověř znalosti otázkami a testem. Řešení je až za nimi.
5. Kartu s nejdůležitějšími pravidly k pracovišti najdeš v kapitole 12.

Teploty a postupy jsou orientační. Přednost má návod výrobce, bezpečnostní list a pokyn učitele odborného výcviku, zkráceně UOV.

1

ZÁKLADY

# Co je pájení

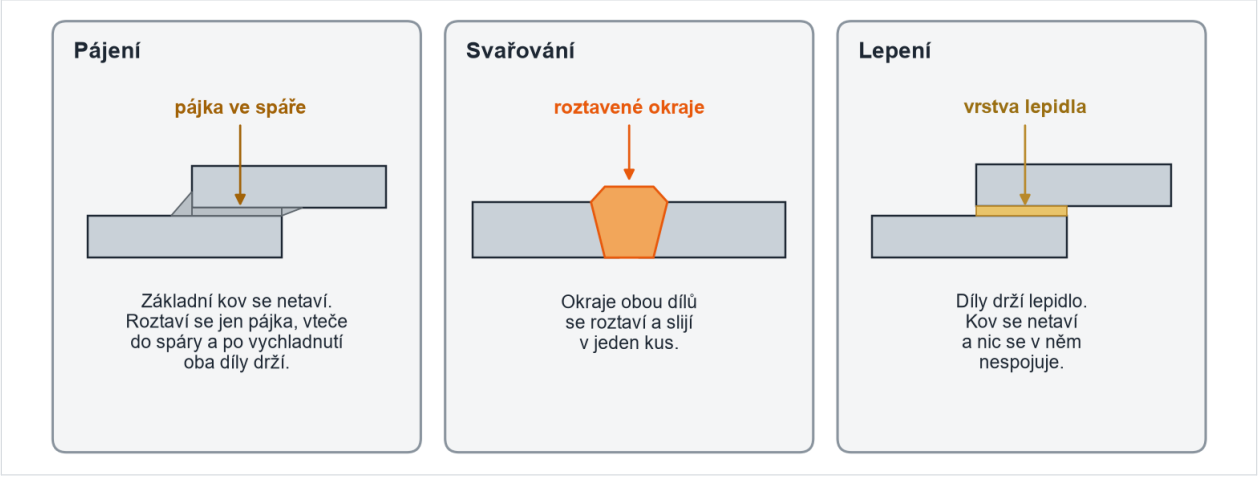
Co je pájení, čím se liší od svařování a lepení, kde leží hranice mezi měkkým a tvrdým pájením a kde se v praxi pájí.

Pájení spojuje kovové díly pomocí roztaveného kovu, kterému se říká **pájka**. Pájka se taví při nižší teplotě než spojované díly. Díly se proto jen zahřejí, ale neroztaví. Roztavená pájka vteče do úzké spáry mezi díly, přilne k nim a po vychladnutí ztuhne. Spoj pak drží a u elektrických vodičů vede proud.

V celém textu se setkáš se zkratkou **UOV**. Znamená učitel odborného výcviku. Pájet smíš jen tehdy, když ti to UOV dovolí a ukáže.

## Pájení, svařování a lepení

Všechny tři způsoby spojují díly natrvalo, ale každý jinak. Rozdíl poznáš podle toho, co se při práci taví.



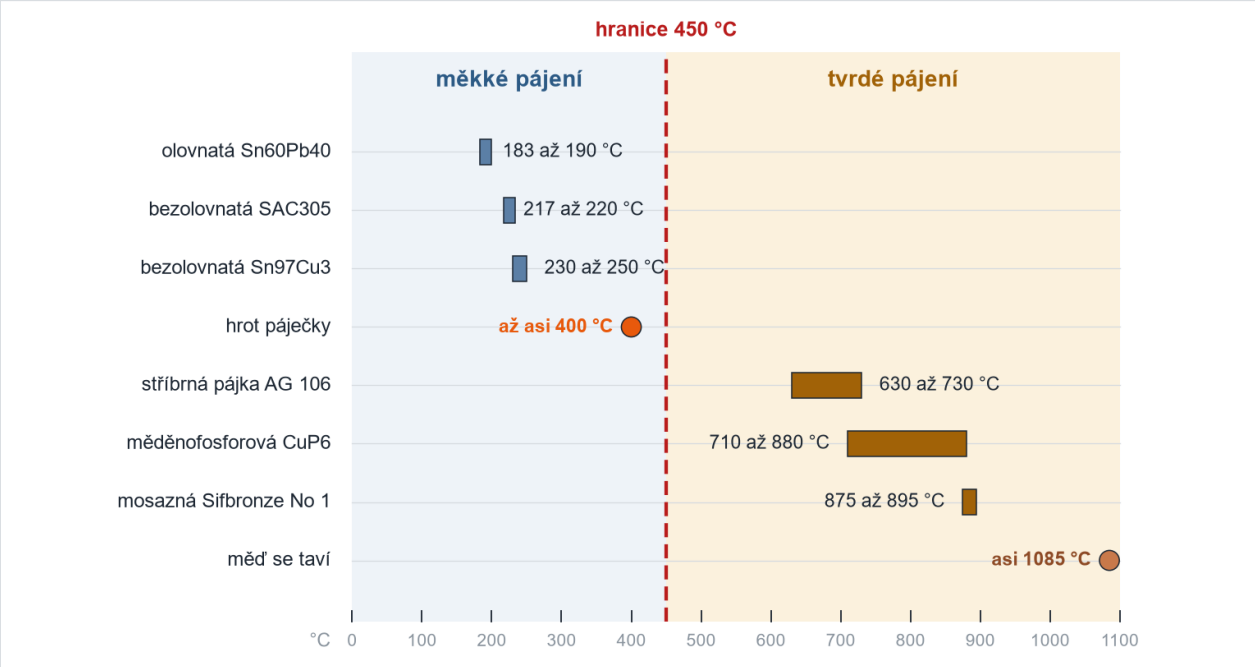

**Obr. 1.1** Při pájení se taví jen pájka. Při svařování se taví i okraje dílů. Lepidlo kov vůbec netaví.

| Způsob | Co se taví | Co drží spoj |
|---|---|---|
| **Pájení** | Jen pájka. Základní kov zůstává pevný. | Ztuhlá pájka, která smočila oba díly. |
| **Svařování** | Okraje obou dílů, často i přídavný drát. | Kov obou dílů slitý v jeden kus. |
| **Lepení** | Nic se netaví. | Vrstva lepidla mezi díly. |

## Měkké a tvrdé pájení

Pájení se dělí podle teploty, při které se pájka úplně roztaví. Hranice je **450 °C**. Tak ji uvádí mezinárodní norma ISO 857-2 se slovníkem pojmů pro pájení.

- **Měkké pájení** používá pájky, které se úplně roztaví nejvýš při 450 °C. Jsou to hlavně slitiny cínu. Stačí na ně páječka nebo menší plamen.
- **Tvrdé pájení** používá pájky, které se taví nad 450 °C. Jsou to slitiny mědi, stříbra a zinku. Potřebují silný plamen a díl při nich žhne.




**Obr. 1.2** Teploty tavení několika pájek. Měkké pájky se taví kolem 200 °C, tvrdé mezi 600 a 900 °C. Měď se taví až při asi 1085 °C, proto ji pájka spojí, aniž by se roztavila.

Tento materiál se věnuje hlavně **měkkému pájení** páječkou a plamenem. Tvrdé pájení najdeš jen krátce v kapitole 9.

## Kde se pájí

- **Elektrotechnika:** vodiče, konektory, součástky na deskách plošných spojů. Tady se pájí páječkou a trubičkovou pájkou.
- **Instalace:** měděné trubky na vodu a topení. Pájí se plamenem, měkkou i tvrdou pájkou podle druhu rozvodu.
- **Klempířina:** spoje plechů, například okapů.
- **Nástroje:** soustružnické nože s připájenou destičkou ze slinutého karbidu. Tady se pájí natvrdo.

**PAMATUJ**

Obráběč kovů nepájí každý den. Pájené nože ale používá a v dílně opravuje kabely, svítilny nebo drobné přípravky. Kdo ví, jak pájení funguje, udělá spoj, který drží, a hlavně se přitom nezraní.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Při pájení se taví jen pájka, základní kov se netaví.
- Hranice mezi měkkým a tvrdým pájením je 450 °C.
- Měkké pájky jsou hlavně slitiny cínu a taví se kolem 200 °C.
- Pájet smíš jen se svolením UOV.

2

ZÁKLADY

# Pájka a tavidlo

Z čeho je pájka, k čemu je tavidlo, proč se olovnatá pájka nahrazuje bezolovnatou a proč musí být povrch čistý.

K pájení potřebuješ dvě věci: pájku, která spoj vytvoří, a tavidlo, které připraví povrch. Bez tavidla pájka na kovu nedrží, i když je kov na pohled čistý.

## Pájka

Měkká pájka je slitina cínu s dalšími kovy. Dřív se nejčastěji používal cín s olovem. Dnes se víc používají bezolovnaté pájky, kde olovo nahrazuje měď nebo stříbro. Složení měkkých pájek popisuje norma ČSN EN ISO 9453.

| Pájka | Složení | Taví se | Poznámka |
|---|---|---|---|
| **Sn60Pb40** | 60 % cínu, 40 % olova | 183 až 190 °C | olovnatá, taví se nejníž |
| **SAC305** | 96,5 % cínu, 3 % stříbra, 0,5 % mědi | 217 až 220 °C | bezolovnatá, elektronika |
| **Sn97Cu3** | cín a asi 3 % mědi | 230 až 250 °C | bezolovnatá, měděné trubky |

Pájka se prodává jako drát na cívce, jako tyčinky nebo jako pasta. Pro práci s páječkou se nejčastěji používá **trubičková pájka**. Je to tenký drát, který má uvnitř jedno nebo více vláken tavidla. Při tavení se tavidlo uvolní samo přesně tam, kde je potřeba.

Na cívce je napsané, jestli pájka obsahuje olovo. Na této je nápis **LEAD FREE**, tedy bez olova, a **ROSIN CORE**, tedy s tavidlem z kalafuny uvnitř.

Na uříznutém konci drátu je uprostřed vidět tmavá tečka. To je právě vlákno tavidla.

Pájku si odviň z cívky jen tolik, kolik potřebuješ. Dlouhý volný konec se zachytí o ruku a cívka spadne.




**Obr. 2.1** Bezolovnatá trubičková pájka na cívce. Na konci drátu je vidět vlákno kalafuny. *Vlastník obrázku: Kevin Hadley, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rosin_core_solder.JPG*

## Olovnatá, nebo bezolovnatá

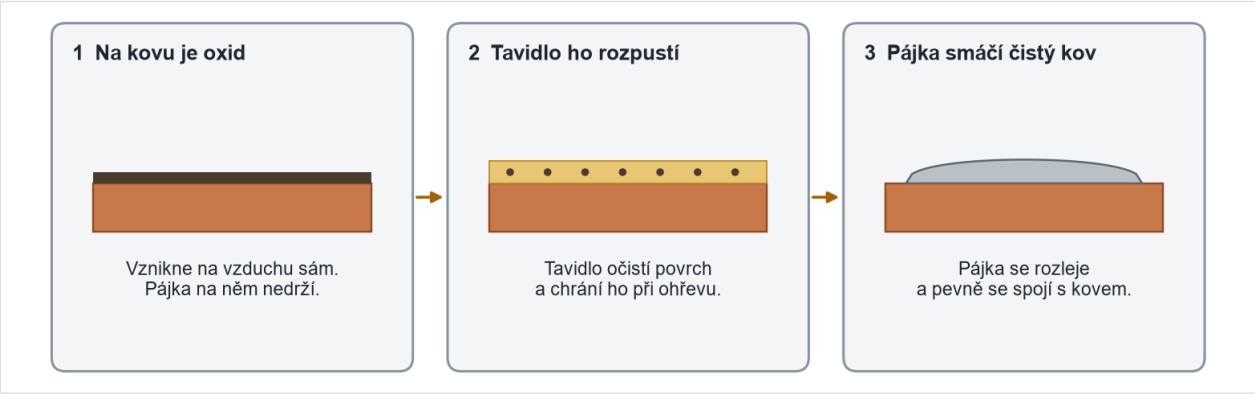
Olovnatá pájka se taví při nižší teplotě a dobře teče. Olovo je ale jed. Do těla se dostává hlavně rukama: zbytky pájky zůstanou na prstech a pod nehty a odtud se dostanou do jídla. Olovo se v těle hromadí a vylučuje se z něj jen velmi pomalu.

Proto se tam, kde to jde, používá bezolovnatá pájka. Taví se při vyšší teplotě, takže hrot musí být teplejší a spoj potřebuje o chvilku déle. Kterou pájku máš použít, ti řekne UOV.

> **POZOR**
> I s bezolovnatou pájkou si po práci umyj ruce. V tavidle a v kouři z něj jsou látky, které dráždí kůži, oči i dýchací cesty.

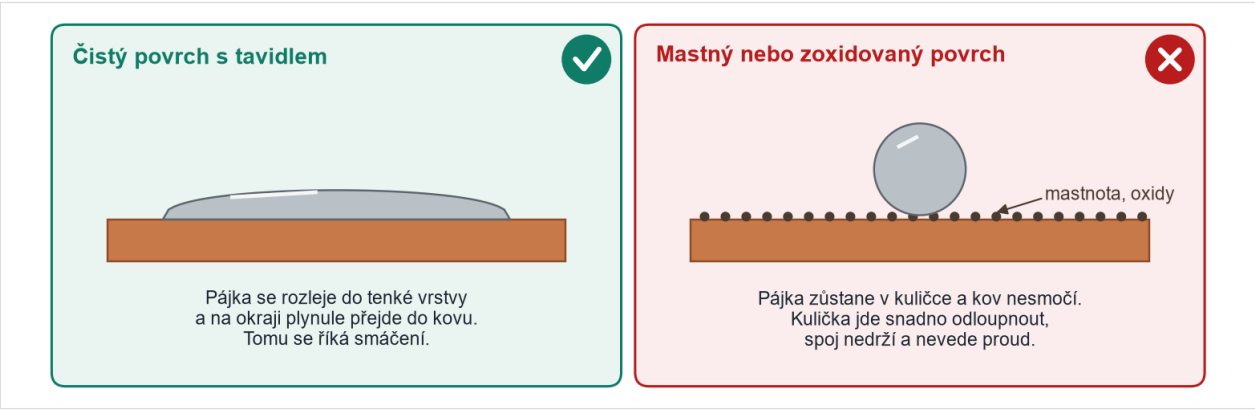
## Tavidlo

Každý kov se na vzduchu pokryje velmi tenkou vrstvou oxidu. Při zahřátí roste oxid ještě rychleji. Pájka na oxidu nedrží. Tavidlo oxid rozpustí, povrch očistí a během ohřevu ho chrání před vzduchem.




**Obr. 2.2** Co dělá tavidlo. Bez něj by pájka na oxidu zůstala ležet.

Když tavidlo funguje a povrch je čistý, pájka se po kovu rozleje do tenké vrstvy. Tomu se říká **smáčení**. Bez smáčení vznikne kulička, která na kovu jen leží.




**Obr. 2.3** Smáčení. Vlevo pájka kov smočila, vpravo zůstala v kuličce na mastném povrchu.

| Tavidlo | Kde se používá | Na co pozor |
|---|---|---|
| Kalafuna (pryskyřice) v trubičkové pájce | elektrotechnika, vodiče | Kouř dráždí oči a dýchací cesty a může způsobit astma. Pracuj s odsáváním. |
| Pájecí voda nebo pasta s chloridem zinečnatým | plechy, měděné trubky | Je žíravá. Poleptá kůži a těžce poškodí oči. Vždy brýle, nesahej na ni. |

## Proč musí být povrch čistý

Tavidlo zvládne jen tenký oxid. Mastnotu z prstů, olej, barvu, rez nebo silnou vrstvu oxidu neodstraní. Takový povrch musíš očistit sám ještě před pájením.

- Mechanicky: brusnou textilií, jemným smirkovým papírem nebo kartáčkem, až je kov lesklý.
- Odmaštěním: čistým hadříkem a prostředkem, který určí UOV.
- Očištěného místa se už nedotýkej prsty. Mastnota z kůže pájení znovu pokazí.

**POZOR**

Pájecí voda vypadá jako obyčejná voda, ale je žíravá. Bezpečnostní list ji označuje větou H314: způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. Pracuj v brýlích a lahvičku po použití hned zavři.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Měkká pájka je slitina cínu. Olovnatá se taví níž, ale olovo je jed.
- Trubičková pájka má tavidlo uvnitř drátu.
- Tavidlo odstraní oxid a umožní smáčení.
- Mastnotu a rez tavidlo nezvládne. Povrch musíš očistit sám.
- Pájecí voda je žíravá, vždy pracuj v brýlích.



# 3 Než začneš

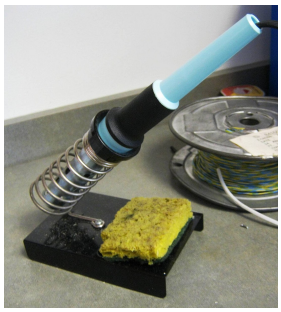
BEZPEČNĚ A SPRÁVNĚ

Pracoviště, ochranné pomůcky, výpary, olovo a hygiena. Kontrola, kterou uděláš ještě před zapnutím páječky.

Hrot páječky má až kolem 400 °C a stejně horký je za chvíli i díl, který pájíš. K tomu kouř z tavidla a horká pájka. Úrazu se dá skoro vždy předejít přípravou ještě před zapnutím páječky.

## Pracoviště

- Pevný stůl s nehořlavou podložkou.
- **Stojánek** na páječku a vlhká houbička nebo mosazná vlna na čištění hrotu.
- Zapnuté odsávání nebo dobré větrání.
- V okolí nic hořlavého: papíry, hadry, ředidla, plastové obaly.
- Hasicí přístroj na dosah a víš, kde je.
- Svěrák, kleště nebo držák na díly.



**Obr. 3.1** Páječka ve stojánku se spirálou. Dole je houbička na čištění hrotu.
*Vlastník obrázku: Rnewkirk7954, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solderingiron.JPG*

## Ochranné pomůcky a oblečení

| Pomůcka | Proč |
|---|---|
| **Ochranné brýle** | Chrání oči před odstříknutou pájkou, tavidlem a pájecí vodou. |
| **Pracovní oděv** | Zakryje ruce a tělo před kapkami pájky. Rukávy zapnuté. |
| **Svázané vlasy** | Dlouhé vlasy se nesmí dostat k hrotu ani k plameni. |
| **Rukavice odolné teplu** | Při pájení plamenem a při práci s horkými trubkami. Určí UOV. |

Brýle nos po celou dobu pájení, ne jen ve chvíli, kdy ti to připadá nebezpečné. Kapka pájky nebo tavidla odstříkne nečekaně.

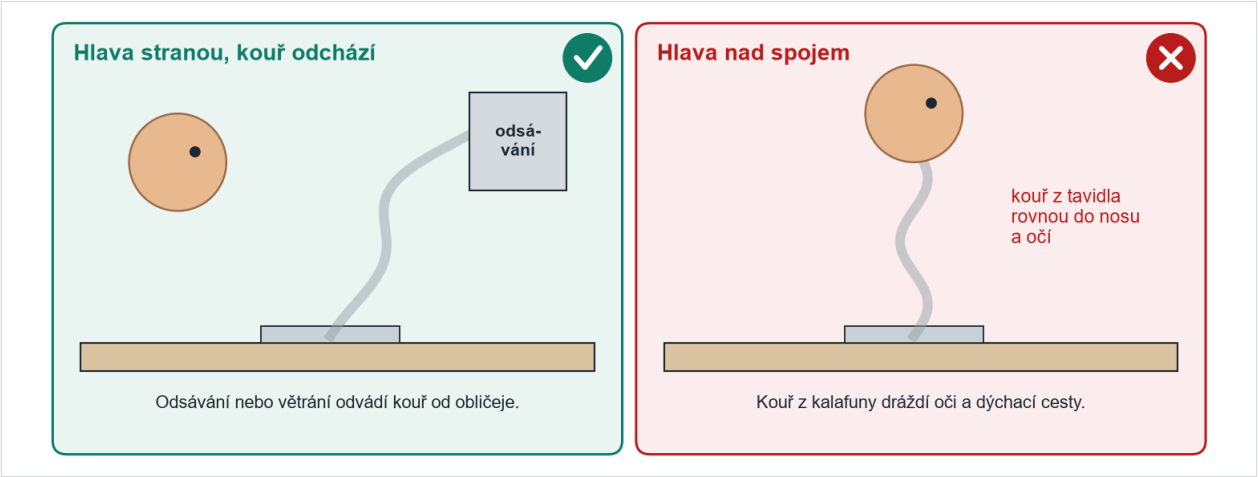
Při pájení plamenem přidej rukavice odolné teplu. Jestli máš mít rukavice i při pájení páječkou, rozhodne UOV.



**Obr. 3.2** Ochranné brýle. Při pájení je máš na očích celou dobu.
*Vlastník obrázku: Jacek Halicki, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2023_Okulary_ochronne_(1).jpg*

## Výpary z tavidla

Při pájení stoupá z místa spoje bílý kouř. Je to hlavně tavidlo. Kouř z kalafuny dráždí oči, nos a krk. Při dlouhém a opakovaném vdechování může způsobit astma z povolání. Proto se pájí jen s odsáváním nebo v dobře větrané místnosti.

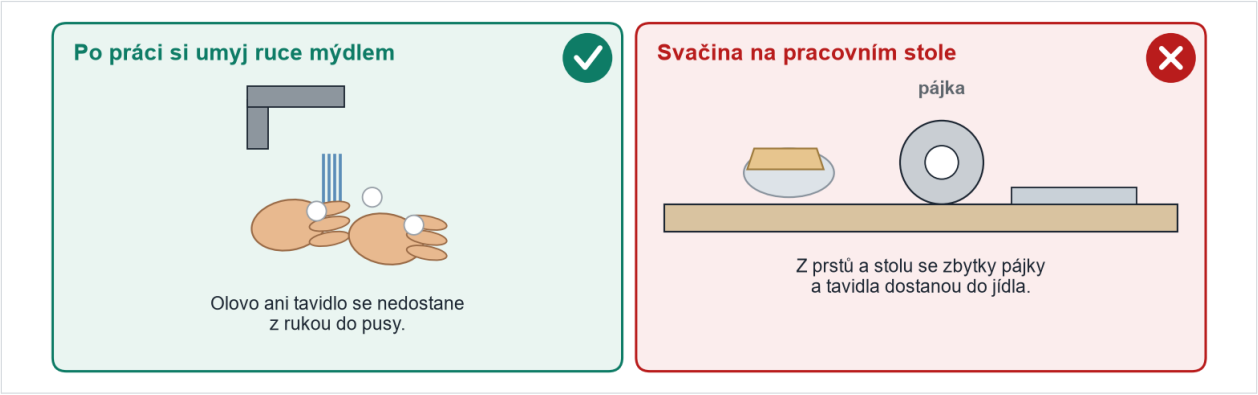



**Obr. 3.3** Hlavu drž stranou od spoje, ne nad ním. Kouř stoupá přímo nahoru.

## Olovo a hygiena

Olovo se do těla nedostane kůží, ale pusou. Stačí, když po pájení sáhneš na svačinu nebo si okusuješ nehty. Proto platí jednoduchá pravidla:

- Na pracovišti nejez, nepij a nežvýkej.
- Po pájení a před jídlem si umyj ruce mýdlem a vodou.
- Nekousej si nehty a nesahej si rukama do pusy.
- Pracovní stůl po práci otři vlhkým hadříkem, ať na něm nezůstanou zbytky pájky.




**Obr. 3.4** Svačina nepatří na pracovní stůl. Ruce si umyj ještě předtím, než sáhneš na jídlo.

## Kontrola před zapnutím

1. Šňůra páječky není naříznutá, natavená ani roztřepená. Zástrčka je celá.
2. Hrot je pevně v páječce a páječka leží ve stojánku.
3. Houbička je vlhká, ne mokrá. Voda z ní nesmí kapat.
4. Na stole a kolem není nic hořlavého.

5. Odsávání je zapnuté ještě před tím, než začneš pájet.
6. Brýle máš na očích, vlasy svázané, díl máš čím upnout.

**POZOR**

Poškozenou šňůru nebo páječku nepoužívej a hned ji ukaž UOV. Natavená izolace odhalí vodič pod napětím.



## Značky, které uvidíš

Bezpečnostní značky mají jednotný vzhled. Modrý kruh přikazuje, červený kruh zakazuje, žlutý trojúhelník varuje a zelený obdélník ukazuje záchranu. Červený čtverec označuje požární výbavu.




**Obr. 3.5** Značky, které se týkají pájení. Které přesně platí u vás, určuje značení pracoviště.
*Vlastník obrázku: značky podle ISO 7010, Wikimedia Commons, volné dílo (public domain), například https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO_7010_M004.svg*

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Hrot páječky má až kolem 400 °C.
- Páječka patří vždy do stojánku, hořlaviny pryč, hasicí přístroj na dosah.
- Brýle po celou dobu pájení.
- Hlava stranou od kouře, odsávání zapnuté.
- Na pracovišti nejez a po práci si umyj ruce.

4

BEZPEČNĚ A SPRÁVNĚ

# Pájení páječkou krok za krokem

Osm kroků od čistého hrotu po vychladlý spoj. Hlavní pravidlo: ohříváš díl, ne pájku.



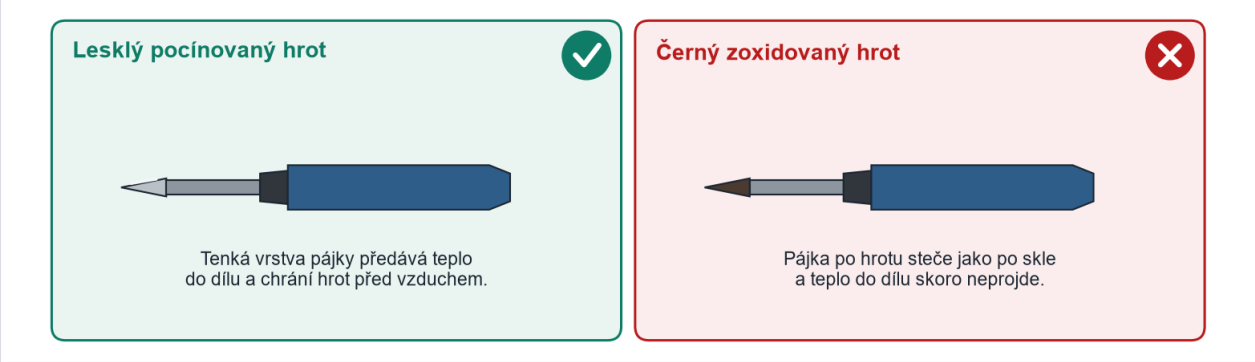
Dobrý spoj vznikne, když je hrot čistý, díly čisté a horké a pájka se taví o díl. Nejčastější chyba začátečníků je opačná: roztaví pájku na hrotu a kapku přenesou na studený díl. Takový spoj drží jen naoko.




**Obr. 4.1** Osm kroků pájení páječkou. Žluté kroky jsou samotné pájení a trvají jen několik sekund.

## Krok 1 a 2: čistý a pocínovaný hrot

Zapni páječku a počkej, až se nahřeje. Hrot otři o vlhkou houbičku nebo o mosaznou vlnu. Pak na špičku přilož trochu pájky, aby se pokryla tenkou lesklou vrstvou. Tomu se říká **pocínování**. Pocínovaný hrot předává teplo do dílu a sám je chráněný před vzduchem.



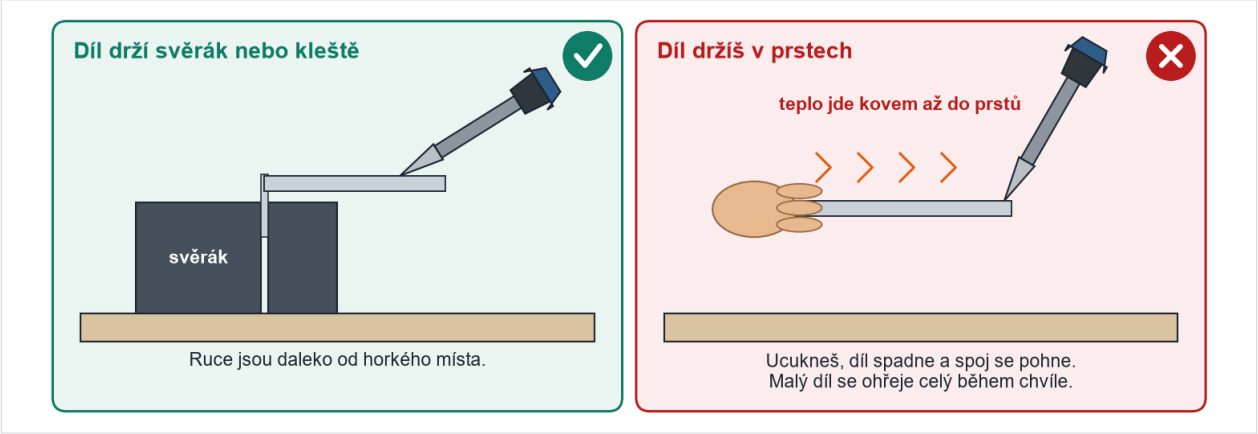

**Obr. 4.2** Vlevo pocínovaný hrot, vpravo zoxidovaný. Na černém hrotu pájka nedrží a teplo do dílu skoro neprojde.

Když je hrot černý a pájka po něm steče, nepiluj ho a neškrab nožem. Řekni UOV. Zničený hrot se vyměňuje.

## Krok 3 a 4: čisté a upnuté díly

Místa, která chceš spojit, očisti do lesku a odmasti. Drát před pájením zbav izolace jen v délce spoje. Díly upni do svěráku, do držáku nebo je drž kleštěmi. Malý kovový díl se během několika sekund ohřeje celý a v prstech by tě popálil.

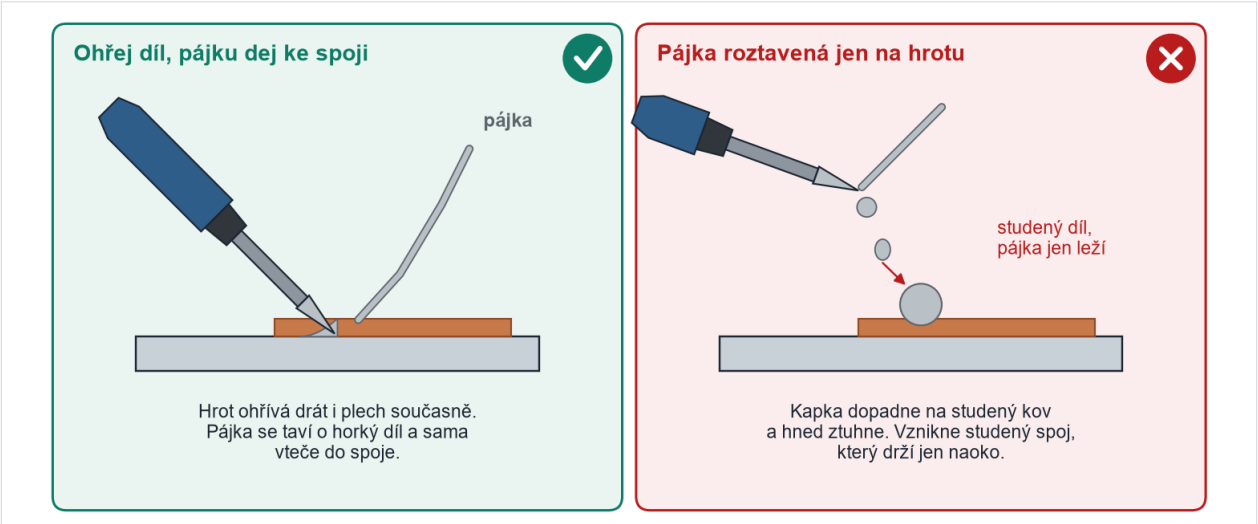





**Obr. 4.3** Díl drží svěrák nebo kleště. Ruka je daleko od horkého místa.

## Krok 5 a 6: ohřej díl, pájku přilož ke spoji

Přilož hrot tak, aby se dotýkal obou dílů najednou, tedy drátu i plošky nebo plechu. Počkej jednu až dvě sekundy. Pak přilož pájku **ke spoji**, ne na hrot. Když je díl dost horký, pájka se o něj roztaví a sama vteče do spoje. Když se netaví, ohřívej ještě chvilku a zkus to znovu.



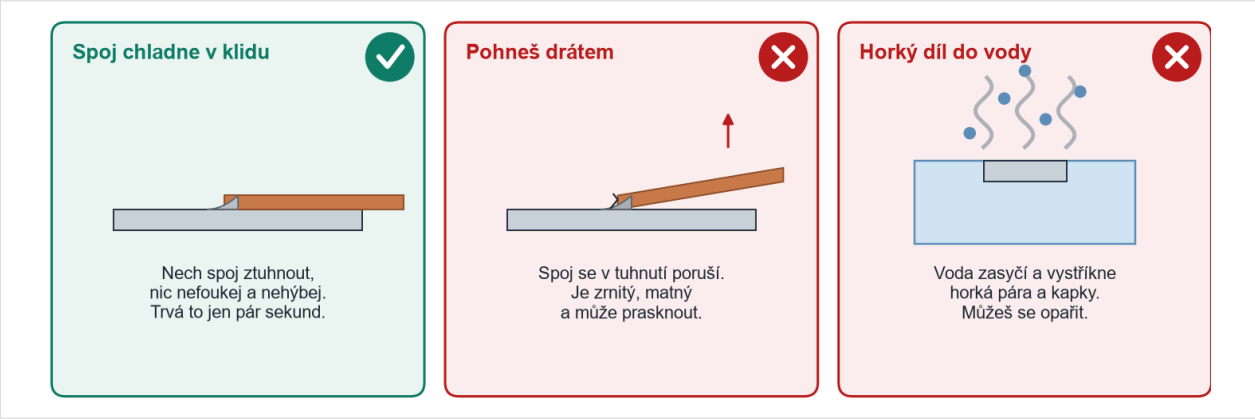

**Obr. 4.4** Vlevo správně: pájka se taví o horký díl. Vpravo špatně: pájka roztavená na hrotu kape na studený díl.

## Krok 7: nech zatéct a odtáhni

Když pájka obteče celý spoj, odtáhni nejdřív drát pájky a hned potom hrot. Pájky stačí málo. Spoj má mít tvar nízkého lesklého kopečku s boky prohnutými dovnitř, ne koule. Takovému tvaru se říká vydutý.

## Krok 8: nehýbej

Ztuhnutí trvá jen pár sekund. Celou tu dobu se spojem ani s drátem nehýbej a nefoukej na něj. Když se díly pohnou ve chvíli, kdy pájka tuhne, vznikne zrnitý a křehký spoj.




**Obr. 4.5** Spoj nech ztuhnout v klidu. Pohyb při tuhnutí spoj poruší a horký díl ve vodě vystříkne páru.

## Po práci

1. Hrot očisti a nech na něm trochu pájky. Chrání ho před oxidací, než ho příště použiješ.
2. Páječku vypni a nech ji vychladnout ve stojánku.
3. Ukliď zbytky pájky a otři stůl.
4. Umyj si ruce mýdlem a vodou.

> **TIP**
> Když spoj nedrží nebo vypadá špatně, neohřívej ho donekonečna. Nech ho vychladnout, hrot očisti a pocínuj, přidej tavidlo a zkus to znovu.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Čistý a pocínovaný hrot, čisté a upnuté díly.
- Hrotem ohříváš díl, pájku přikládáš ke spoji, ne na hrot.
- Nejdřív odtáhni pájku, potom hrot.
- Při tuhnutí se spojem nehýbej.
- Po práci hrot pocínuj, páječku vypni a umyj si ruce.



# 5

BEZPEČNĚ A SPRÁVNĚ

# Pájení plamenem

Pájecí lampa a propanový hořák na měděné trubky. Jen se svolením a pod dohledem učitele.

Větší díly, například měděné trubky, páječka neohřeje. Používá se pájecí lampa nebo propanový hořák. Princip je stejný: ohříváš díl a pájka se taví o něj. Plamen je ale mnohem silnější a nebezpečnější než hrot páječky.

**POZOR**

Plamenem pájíš jen se svolením UOV a pod jeho dohledem. Hořák sám nezapaluješ, nepůjčuješ a neodkládáš hořící.



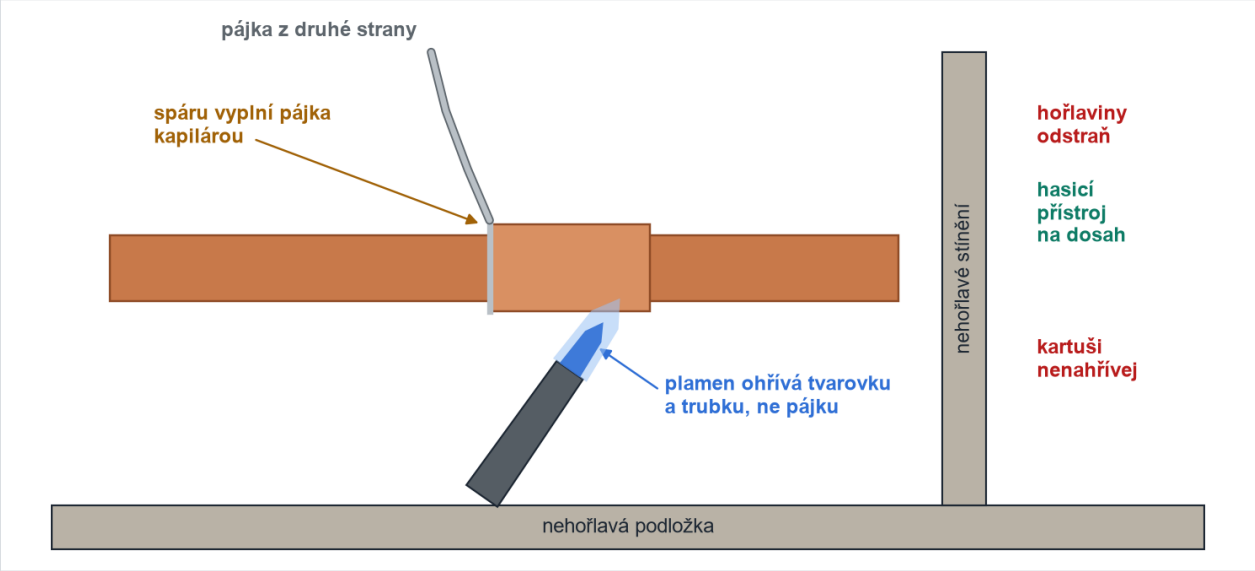
**Obr. 5.1** Pájení měděné trubky propanovým hořákem. Modrý plamen ohřívá místo spoje.
*Vlastník obrázku: neffk, Wikimedia Commons, licence CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Propane_torch_soldering_copper_pipe.jpg*

## Než zapálíš

- Odstraň z okolí všechno hořlavé. Za díl dej nehořlavé stínění, pokud je za ním dřevo, plast nebo izolace.
- Hasicí přístroj musí být na dosah.
- Pracuj v dobře větraném prostoru. Hořák spotřebovává kyslík a v nevětrané místnosti hrozí otrava oxidem uhelnatým.
- Plynovou kartuši nenahřívej. Výrobce uvádí, že ji nesmíš vystavit teplotě nad 50 °C ani přímému slunci.
- Brýle a rukavice odolné teplu. Rukávy zapnuté, vlasy svázané.

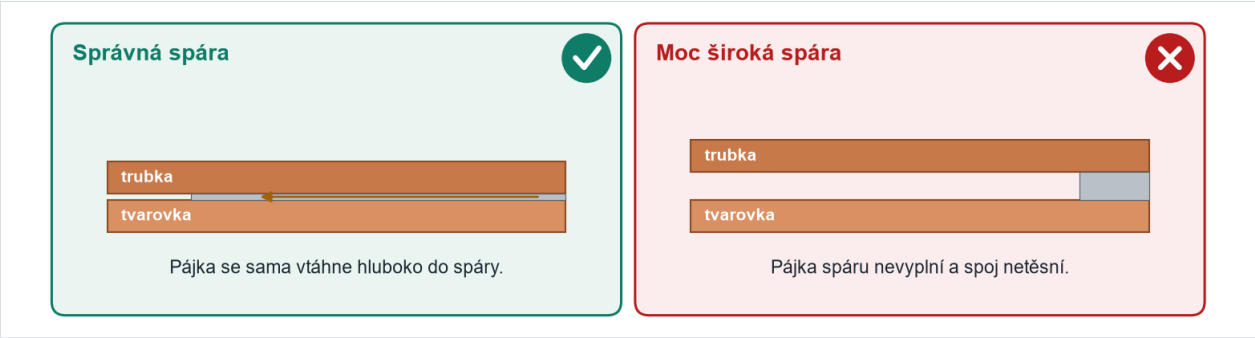
## Postup u měděné trubky

1. Konec trubky a vnitřek tvarovky očisti brusnou textilií nebo kartáčkem do lesku.
2. Natři tenkou vrstvu tavidla na trubku i do tvarovky. Bez tavidla pájka nedrží.
3. Trubku zasuň do tvarovky až na doraz.
4. Plamenem ohřívej spoj a pohybuj jím kolem dokola, aby se ohřál rovnoměrně. Když tavidlo začne bublat, spoj je skoro dost horký.
5. Pájku přilož ke spáře na **opačné straně**, než je plamen. Horký spoj si ji sám vtáhne dovnitř.
6. Přidávej pájku, až je vidět po celém obvodu spoje. Pak plamen odtáhni.
7. Nech spoj vychladnout v klidu. Dokud je pájka měkká, s trubkou nehýbej.




**Obr. 5.2** Pájení trubky plamenem. Plamen ohřívá tvarovku, pájka se přikládá z druhé strany a spáru vyplní kapilárou.

Pájka vteče do spáry díky **kapilaritě**. Stejný jev způsobí, že kostka cukru nasaje vodu. Funguje jen v úzké spáře. Když je trubka v tvarovce volně, pájka spáru nevyplní a spoj nebude těsný.




**Obr. 5.3** Úzká spára se vyplní sama. Široká zůstane z větší části prázdná.



## Po práci

1. Hořák zhasni a zavři ventil úplně. Odlož ho jen vyhaslý.
2. Nech vychladnout hořák i díl. Trubka pálí ještě dlouho po zhasnutí.
3. Zkontroluj okolí, jestli nic nedoutná.
4. Zbytky tavidla odstraň podle pokynů UOV a umyj si ruce.

> **PAMATUJ**
> Pájecí lampa a hořák mají vlastní návod výrobce. Způsob zapálení, nastavení plamene a výměnu kartuše ti ukáže UOV podle návodu k tomu, co máte v dílně.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Plamenem jen se svolením a pod dohledem UOV.
- Hořlaviny pryč, hasicí přístroj na dosah, kartuše dál od tepla.
- Ohříváš trubku a tvarovku, pájku přikládáš z druhé strany.
- Pájka vteče do úzké spáry kapilaritou.
- Hořák vždy zhasni, než ho odložíš.

6

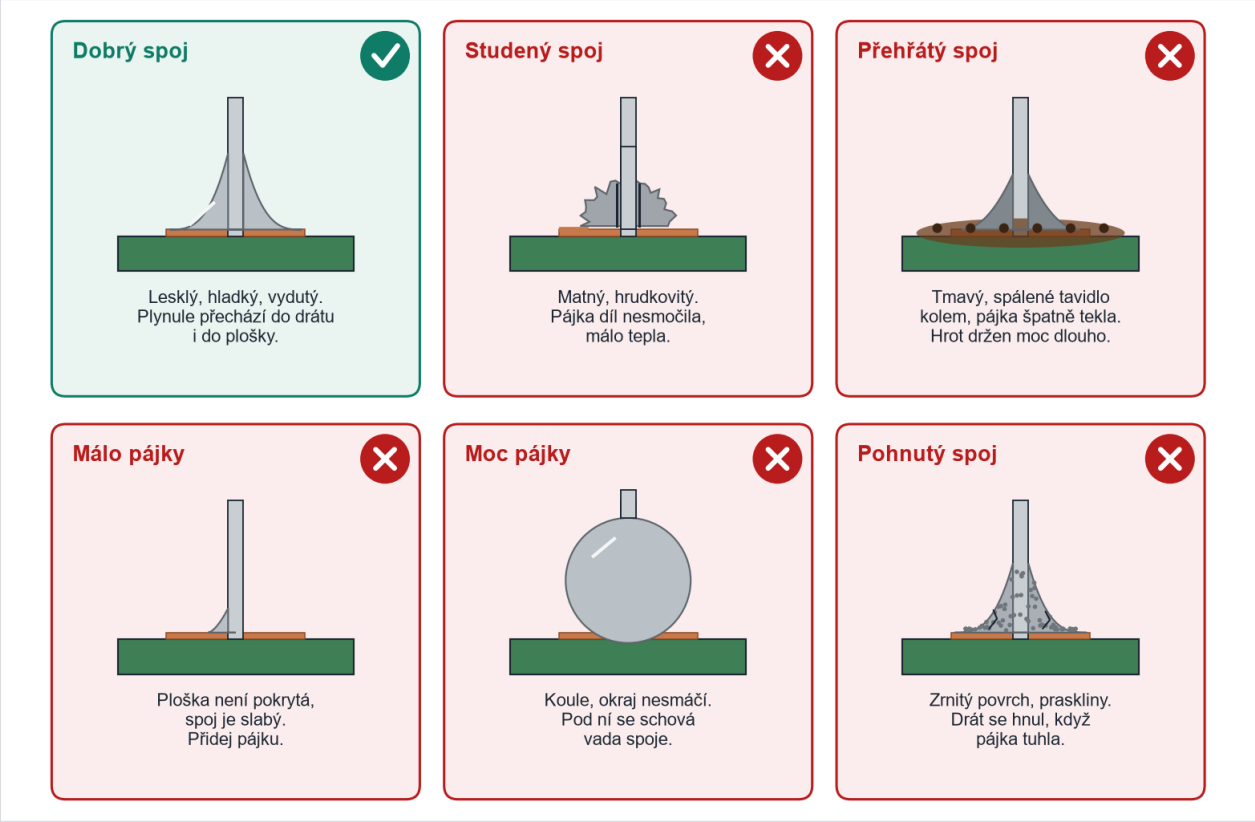
KONTROLA A CHYBY

# Dobrý a špatný spoj

Jak vypadá dobrý spoj a jak poznáš studený, přehřátý, pohnutý nebo nedotečený spoj.



Spoj se kontroluje hlavně očima. Dobrý spoj má charakteristický tvar a lesk. Každá chyba se na něm projeví jinak a podle vzhledu poznáš, co se pokazilo.




**Obr. 6.1** Šest spojů v řezu. Jen první je správně. Ostatní je potřeba opravit.

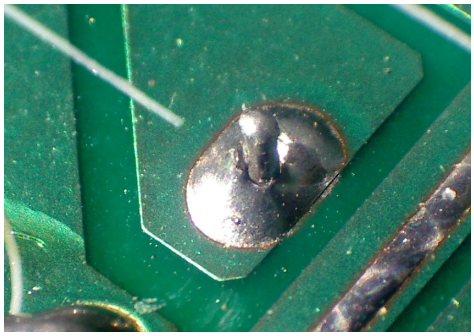
| Spoj | Jak vypadá | Proč vznikl | Co udělat |
|---|---|---|---|
| **Dobrý** | Lesklý a hladký, vydutý tvar, plynulý přechod do obou dílů. | Čisté díly, dost tepla, správné množství pájky. | Nic, tak to má být. |
| **Studený** | Matný, hrudkovitý, pájka jen leží. | Málo tepla, slabá nebo neprohřátá páječka. | Znovu prohřej horkým hrotem, až pájka steče. |
| **Přehřátý** | Tmavý, kolem spálené tavidlo, pájka špatně tekla. | Hrot na spoji moc dlouho. | Nech vychladnout, očisti, přidej tavidlo, prohřej krátce. |

| Spoj | Jak vypadá | Proč vznikl | Co udělat |
|---|---|---|---|
| **Málo pájky** | Ploška nebo drát nejsou celé pokryté. | Pájky bylo málo nebo nestihla zatéct. | Prohřej a přidej pájku. |
| **Moc pájky** | Koule, okraj kov nesmáčí. | Přidáno příliš pájky. | Přebytek odeber horkým hrotem. |
| **Pohnutý** | Zrnitý, matný, praskliny. | Díly se pohnuly, když pájka tuhla. | Prohřej znovu a nech chladnout v klidu. |
| **Nesmáčený** | Pájka na jednom dílu, druhý suchý. | Hrot ohříval jen jeden díl, špinavý povrch. | Očisti, hrot na oba díly naráz. |



Na fotografii je spoj, který autor snímku označil jako studený. Pájka je matná a nemá hladký přechod do plošky.

Takový spoj může chvíli fungovat a pak při otřesu nebo ohřátí přestat vést proud. Hledá se potom velmi těžko.



**Obr. 6.2** Studený spoj na desce plošných spojů. *Vlastník obrázku: Coronium, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cold_solder_joint2.jpg*

## Jak spoj zkontrolovat

1. Podívej se na tvar. Pájka má plynule přecházet do obou dílů a mít vydutý povrch.
2. Podívej se na lesk. Matný nebo zrnitý povrch znamená studený nebo pohnutý spoj.
3. Zkontroluj okolí. Kapky pájky a spálené tavidlo kolem spoje nepatří.
4. U trubky obejdi očima celý obvod. Pájka musí být vidět po celém okraji tvarovky.
5. Pevnost a těsnost zkoušej jen tak, jak ukáže UOV. Na horký spoj nesahej.

> **TIP**
> Špatný spoj oprav hned. Nech ho vychladnout, očisti a pocínuj hrot, přidej tavidlo a spoj znovu krátce prohřej. Když se to dvakrát nepovede, zavolej UOV.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Dobrý spoj je hladký, vydutý a plynule přechází do obou dílů.
- Studený spoj je matný a hrudkovitý, chybělo teplo.
- Přehřátý spoj je tmavý se spáleným tavidlem.
- Pohnutý spoj je zrnitý, díly se hnuly při tuhnutí.

7

KONTROLA A CHYBY

# Na co si dát pozor

Dvacet situací z dílny. Co uděláš, co se stane a jak to udělat správně. Na konci první pomoc.



Tady jsou situace, které se v dílně opravdu stávají. U každé si nejdřív přečti, co žák udělá, a zkus sám odhadnout, co se stane. Pak si přečti správný postup. Při pájení ti hrozí hlavně popálení, vdechnutí kouře a zasažení očí.

## Horký hrot a horký díl

| **Situace 1** | **Sáhneš na hrot, jestli už hřeje** |
|---|---|
| Co uděláš | Chceš zjistit, jestli je páječka nahřátá, a krátce se dotkneš hrotu nebo kovové trubičky pod ním. |
| Co se stane | Hrot má až kolem 400 °C. Spálí kůži dřív, než stihneš ucuknout. Spálenina bolí a hojí se dlouho. |
| Jak správně | **Nahřátí ověř tak, že ke hrotu přiložíš pájku. Když se taví, páječka je připravená. Na kovovou část páječky nesahej nikdy, ani po vypnutí.** |

| **Situace 2** | **Chytneš díl hned po pájení** |
|---|---|
| Co uděláš | Spoj je hotový a ty díl hned zvedneš prsty, abys ho prohlédl. |
| Co se stane | Díl i pájka jsou ještě horké. Popálíš se, ucukneš a díl upustíš. Teplo se navíc šíří kovem daleko od spoje. |
| Jak správně | **Díl nech chvíli vychladnout v držáku. Když s ním musíš pohnout, vezmi ho kleštěmi.** |

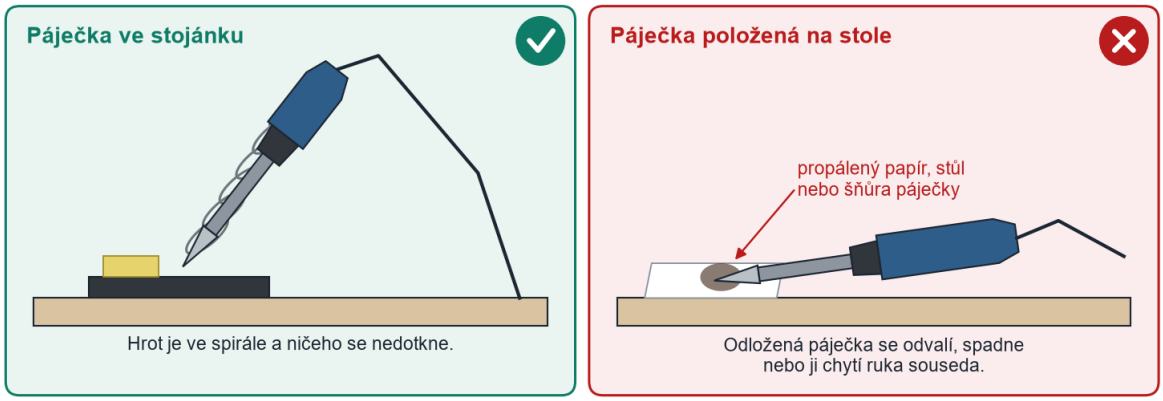
### Situace 3 Držíš malý díl v prstech

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Pájíš krátký drátek a držíš ho prsty těsně u spoje. |
| Co se stane | Kov vede teplo až do prstů. Ucukneš, díl se pohne a spoj je pohnutý. Navíc se spálíš. |
| Jak správně | **Díl upni do svěráku, držáku nebo ho drž kleštěmi či pinzetou.** |

### Situace 4 Odložíš páječku na stůl

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Na chvíli potřebuješ volnou ruku a položíš páječku vedle sebe na stůl. |
| Co se stane | Páječka se odvalí, propálí stůl, papír nebo vlastní šňůru. Spadne na zem nebo ji chytí soused za hrot. |
| Jak správně | **Páječka patří vždy do stojánku, i když ji pouštíš z ruky jen na pár sekund.** |






**Obr. 7.1** Páječka ve stojánku a páječka odložená na stole. Odložená páječka propálí, na co sáhne.

### Situace 5 Necháš zapnutou páječku a odejdeš

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Odejdeš na chvíli pryč a páječku necháš zapnutou ve stojánku. |
| Co se stane | Někdo jiný o ní neví a sáhne na ni. Zapomenutá páječka hřeje celé hodiny a může způsobit požár. |
| Jak správně | **Když nepájíš, páječku vypni. Když odcházíš, vypni ji vždy a řekni to UOV.** |

### Situace 6 Hodíš horký díl do vody

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Chceš díl rychle zchladit a ponoříš ho do kelímku s vodou. |
| Co se stane | Voda prudce zasyčí, vystříkne horká pára a kapky. Můžeš se opařit. Když pájka ještě není tuhá, spoj se pohne. |
| Jak správně | **Nech díl vychladnout sám na nehořlavé podložce. Jestli se smí chladit jinak, rozhodne UOV.** |

# Kapky pájky a tavidlo

## Situace 7 Oklepeš páječku

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Na hrotu je moc pájky, tak páječkou máchneš nebo jí ťukneš o stůl. |
| Co se stane | Kapka roztavené pájky odletí. Roztavená pájka má přes 180 °C a spálí kůži tobě nebo spolužákovi. Kapka v oku je vážný úraz. |
| Jak správně | **Přebytek pájky setři o vlhkou houbičku nebo mosaznou vlnu ve stojánku.** |




**Obr. 7.2** Přebytek pájky patří na houbičku, ne do vzduchu.

## Situace 8 Pájíš bez brýlí

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Je to jen malý spoj, tak si brýle nevezmeš. |
| Co se stane | Tavidlo nebo pájka při ohřevu občas prskne. Kapka letí přímo k obličeji, protože se díváš zblízka. |
| Jak správně | **Brýle máš na očích po celou dobu pájení, i u nejmenšího spoje.** |

## Situace 9 Pájecí voda vystříkne do oka

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Natíráš pájecí vodu štětečkem rychle a bez brýlí. Kapka odstříkne do oka. |
| Co se stane | Pájecí voda obsahuje chlorid zinečnatý a je žíravá. Může těžce poškodit oko. |
| Jak správně | **Pracuj v brýlích. Když se to stane, začni ihned vyplachovat oko vodou, víčka drž otevřená. Zavolej UOV, vyplachuj dál a jdi k lékaři. Tak to uvádí bezpečnostní list výrobce.** |

## Situace 10 Necháš lahvičku s pájecí vodou otevřenou

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Lahvičku necháš otevřenou na stole nebo přelitou v láhvi bez nápisu. |
| Co se stane | Lahvička se převrhne a vyteče na stůl, na ruce nebo na nářadí. V láhvi bez nápisu si ji někdo splete s vodou. |
| Jak správně | **Lahvičku po použití hned zavři a ulož na místo, které určí UOV. Pájecí vodu nikdy nepřelévej do jiné nádoby.** |

## Kouř, olovo a hygiena

### Situace 11 Skloníš se nad spoj

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Chceš dobře vidět, a tak máš obličej přímo nad místem, kde pájíš. |
| Co se stane | Kouř z tavidla stoupá rovnou do nosu a do očí. Dráždí je a opakovaně vdechovaný může způsobit astma. |
| Jak správně | **Hlavu drž stranou, odsávání zapni ještě před pájením. Když špatně vidíš, použij lupu nebo lepší světlo.** |

### Situace 12 Svačíš u pracovního stolu

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Mezi dvěma spoji si dáš svačinu nebo napiješ, ruce si nemyješ. |
| Co se stane | Zbytky pájky z prstů se dostanou do jídla. Olovo se v těle hromadí a vylučuje se jen velmi pomalu. |
| Jak správně | **Na pracovišti nejez a nepij. Před jídlem a po práci si umyj ruce mýdlem a vodou.** |

### Situace 13 Koušeš si nehty

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Při přemýšlení si dáš prst do pusy nebo okusuješ nehet. |
| Co se stane | Pod nehty se drží prach a zbytky pájky. Tak se olovo dostane do těla nejsnáz. |
| Jak správně | **Ruce drž od pusy. Po pájení si důkladně umyj ruce a vyčisti nehty.** |

## Špatný spoj

### Situace 14 Pájíš mastný nebo zoxidovaný díl

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Díl jen otřeš rukou a hned pájíš. |
| Co se stane | Pájka zůstane v kuličce a kov nesmočí. Začneš přidávat teplo a pájku a spoj přehřeješ. |
| Jak správně | **Díl očisti do lesku a odmasti. Na očištěné místo už nesahej prsty.** |

### Situace 15 Necháš hrot dlouho na spoji

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Pájka neteče, tak hrot držíš na spoji pořád dál. |
| Co se stane | Tavidlo se spálí a spoj ztmavne. Na drátu se natavuje izolace, na desce se může odlepit ploška. Hrot rychleji oxiduje. |
| Jak správně | **Když pájka neteče do pár sekund, přestaň. Nech díl vychladnout, očisti a pocínuj hrot, přidej tavidlo a zkus to znovu.** |

### Situace 16 Hneš drátem, když pájka tuhne

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Hned po odtažení hrotu zkusíš, jestli drát drží. |
| Co se stane | Pájka ještě není tuhá. Spoj se poruší, je zrnitý a může prasknout. |
| Jak správně | **Pár sekund počkej a se spojem nehýbej. Pevnost zkoušej až po vychladnutí a podle pokynu UOV.** |

## Elektřina a oheň

### Situace 17 Šňůra vede přes hrot

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Šňůra páječky leží přes stůl a pod hrotem, nebo ji máš omotanou kolem ruky. |
| Co se stane | Hrot šňůru natají. Odhalí se vodič pod napětím a hrozí úraz elektřinou. O šňůru můžeš zavadit a páječku strhnout. |
| Jak správně | **Šňůru veď za sebe mimo pracovní místo. Natavenou nebo poškozenou šňůru hned ukaž UOV a páječku nepoužívej.** |

### Situace 18 Hořlaviny vedle pájení

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Na stole necháš papíry, hadr s ředidlem nebo plastovou krabičku od dílů. |
| Co se stane | Horký hrot, kapka pájky nebo plamen je zapálí. Malý ohník se rychle rozšíří. |
| Jak správně | **Před začátkem ukliď z okolí všechno hořlavé. Víš, kde je hasicí přístroj.** |

### Situace 19 Ohříváš plamenem trubku u dřevěné stěny

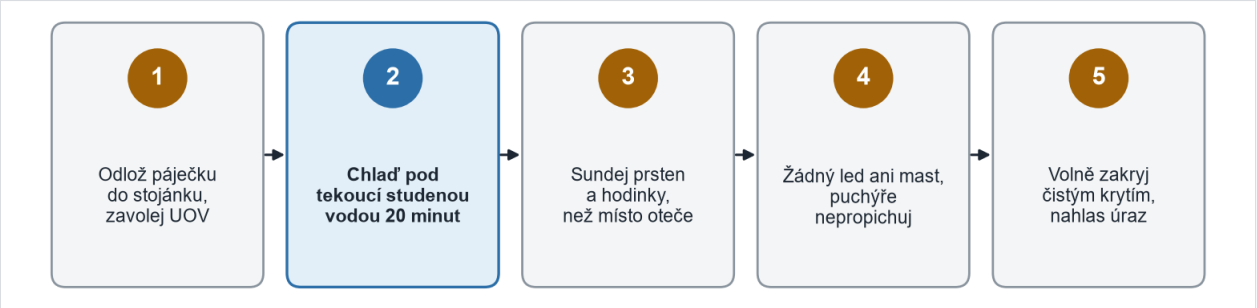
| | |
|---|---|
| Co uděláš | Pájíš trubku, za kterou je dřevo nebo izolace, a plamen míří přímo na ni. |
| Co se stane | Plamen jde dál než díl. Dřevo za trubkou začne doutnat a může chytit až po odchodu. |
| Jak správně | **Za díl dej nehořlavé stínění. Po práci zkontroluj, jestli nic nedoutná.** |

### Situace 20 Odložíš hořící hořák

| | |
|---|---|
| Co uděláš | Potřebuješ obě ruce, a tak položíš hořící hořák na stůl nebo ho otočíš ke spolužákovi. |
| Co se stane | Plamen popálí člověka nebo zapálí, co je v jeho dosahu. Hořák se může překulit. |
| Jak správně | **Ve školní dílně hořák před odložením zhasni a zavři ventil, pokud UOV neurčí jinak. Plamen nikdy nemiř na lidi.** |

## První pomoc při popálení

Při pájení ti hrozí hlavně malá spálenina. I tu je potřeba ošetřit správně. Postup podle doporučení britského Červeného kříže a nemocnic NHS:




**Obr. 7.3** První pomoc při popálení. Nejdůležitější je dlouhé chlazení tekoucí vodou.

- Chlaď spáleninu pod tekoucí studenou vodou **20 minut**. Chlazení zmírní bolest a otok.
- Nepoužívej led, máslo, krém ani zubní pastu.
- Puchýře nepropichuj.
- Sundej prsten a hodinky z popálené ruky, než oteče. Co je přilepené k ráně, nestrhávej.
- Volně zakryj čistým krytím nebo potravinovou fólií, ne náplastí, která by se přilepila.



**Obr. 7.4** Nástěnná lékárnička. Kde je ta vaše, si zjisti hned první den v dílně. *Vlastník obrázku: Leigh Blackall from Dunedin, New Zealand, Wikimedia Commons, licence CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First_aid_kit_on_wall.jpg*

Volej záchrannou službu na **155** nebo **112**, když je spálenina velká, je na obličeji nebo si nejsi jistý. Při zasažení oka pájecí vodou nebo tavidlem vyplachuj oko vodou a hned vyhledej lékaře.

> **PAMATUJ**
> Každý úraz, i malou spáleninu, nahlas UOV. Zapisuje se do knihy úrazů. Nahlas i situaci, kdy se nic nestalo, ale stát se mohlo.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Na hrot ani na čerstvý spoj nesahej. Díl drž kleštěmi nebo ve svěráku.
- Páječka patří do stojánku, když nepájíš, vypni ji.
- Přebytek pájky setři o houbičku, nikdy neoklepávej.
- Hlava stranou od kouře, na pracovišti nejez, po práci si umyj ruce.
- Popáleninu chlaď 20 minut tekoucí studenou vodou a nahlas ji UOV.

KONTROLA A CHYBY

# 8 Typické chyby

Rychlá tabulka chyb: co vidíš, proč to vzniklo a jak to opravit.



Tabulka shrnuje nejčastější chyby, které se při pájení dělají. Najdi, co vidíš, a podívej se na příčinu a řešení. Když si nevíš rady, zavolej UOV.

| Co vidíš | Pravděpodobná příčina | Jak to opravit |
|---|---|---|
| **Pájka se netaví o díl** | Díl je studený, hrot je malý nebo špinavý. | Očisti a pocínuj hrot, přilož ho k oběma dílům, počkej. |
| **Pájka steče z hrotu a nedrží na něm** | Hrot je zoxidovaný. | Očisti a pocínuj. Když to nepomůže, řekni UOV. |
| **Pájka zůstane v kuličce** | Mastný nebo zoxidovaný povrch, málo tavidla. | Očisti do lesku, odmasti, použij tavidlo. |
| **Spoj je matný a hrudkovitý** | Studený spoj, málo tepla. | Prohřej znovu horkým hrotem, až pájka steče. |
| **Spoj je zrnitý, s prasklinkami** | Díl se pohnul při tuhnutí. | Prohřej a nech chladnout v klidu, díl upni. |
| **Kolem spoje je černé spálené tavidlo** | Hrot byl na spoji moc dlouho. | Nech vychladnout, očisti, pájej kratší dobu. |
| **Koule pájky místo kopečku** | Moc pájky. | Přebytek odeber horkým hrotem. |
| **Drát nebo ploška nejsou pokryté** | Málo pájky, ohřátý jen jeden díl. | Hrot na oba díly, přidej pájku. |
| **Natavená izolace drátu** | Moc tepla nebo hrot moc dlouho u izolace. | Kratší ohřev, odizoluj tak, aby izolace nebyla u spoje. |

| Co vidíš | Pravděpodobná příčina | Jak to opravit |
|---|---|---|
| **Pájka nevteče do trubky** | Špinavý povrch, málo tavidla, spoj málo prohřátý. | Očisti, natři tavidlo, prohřej celý obvod. |
| **Pájka je jen na jedné straně trubky** | Ohřátá jen strana u plamene. | Pohybuj plamenem kolem dokola. |
| **Tavidlo zčerná a pájka neteče** | Plamen mířil přímo na tavidlo, přehřátí. | Nech vychladnout, očisti a začni znovu. |
| **Spoj trubky netěsní** | Široká spára, nevyplněný obvod, nečistota. | Řeší UOV. Spoj se rozebírá a dělá znovu. |

**TIP**

Když se chyba opakuje, hledej příčinu od začátku: je hrot čistý a pocínovaný, je díl čistý, je dost horký a stojí v klidu? Většinou pomůže první kontrola.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Pájka nedrží: špinavý povrch nebo zoxidovaný hrot.
- Matný hrudkovitý spoj: málo tepla.
- Spálené tavidlo: moc dlouho.
- Zrnitý spoj: pohyb při tuhnutí.



# 9 Tvrdé pájení

PRO PŘEDSTAVU

Tvrdé pájení jen jako přehled: k čemu je, jaké pájky používá a proč patří jen do rukou zkušených.

Tvrdé pájení používá pájky, které se taví nad 450 °C. Spoj je pevnější a vydrží vyšší teplotu než spoj měkkou pájkou. Díl se při něm rozžhaví a pracuje se se silným plamenem. Proto tuhle práci v prvním ročníku jen pozoruješ, nebo ji děláš s UOV.

Natvrdo se pájí hlavně soustružnické nože s destičkou ze slinutého karbidu, měděné trubky, kde musí spoj vydržet vyšší teplotu nebo tlak, a spoje oceli, mědi a mosazi, které musí unést větší sílu.

## Tvrdé pájky

| Pájka | Hlavní kovy | Taví se |
|---|---|---|
| **Stříbrná, například AG 106** | stříbro, měď, zinek, cín | 630 až 730 °C |
| **Stříbrná, například AG 104** | stříbro, měď, zinek, cín | 640 až 680 °C |
| **Měděnofosforová CuP6** | měď a fosfor | 710 až 880 °C |
| **Mosazná, například Sifbronze No 1** | 60 % mědi, zbytek zinek | 875 až 895 °C |

I tvrdé pájení potřebuje tavidlo. Jsou to jiná tavidla než pro měkké pájení, která vydrží vysokou teplotu, často na bázi boraxu. Výrobce vždy uvádí, pro jaké teploty je tavidlo určené.

| | Měkké pájení | Tvrdé pájení |
|---|---|---|
| **Teplota pájky** | do 450 °C, běžně kolem 200 °C | nad 450 °C, běžně 600 až 900 °C |
| **Zdroj tepla** | páječka, pájecí lampa | silný hořák, díl žhne |
| **Pevnost spoje** | menší | větší |
| **Typické použití** | elektro, vodovod, plechy | nože s destičkou, trubky, ocel |
| **Kdo pájí v 1. ročníku** | žák se svolením UOV | jen UOV nebo žák pod jeho přímým dohledem |

**POZOR**

Při tvrdém pájení díl žhne a zůstává horký velmi dlouho. Nesahej na něj ani na stůl pod ním. Vypadá chladný dávno předtím, než skutečně vychladne.

**CO SI ZAPAMATOVAT**

- Tvrdé pájky se taví nad 450 °C.
- Stříbrné, měděnofosforové a mosazné pájky, teploty asi 600 až 900 °C.
- Spoj je pevnější, ale díl žhne a práce je nebezpečnější.
- Tvrdé pájení jen s UOV.

10

OVĚŘENÍ ZNALOSTÍ A ZÁVĚR

# Kontrolní otázky a test

Kontrolní otázky a test. Zkus je nejdřív sám, řešení je v další kapitole.

Odpověz vlastními slovy. Pak vyplň test, u každé otázky je správná jen jedna odpověď. Řešení je v kapitole 11. Nejdřív to zkus bez listování zpět.

## Kontrolní otázky

1. Čím se pájení liší od svařování?
2. Kde leží hranice mezi měkkým a tvrdým pájením?
3. K čemu slouží tavidlo?
4. Co je trubičková pájka?
5. Proč se olovnatá pájka nahrazuje bezolovnatou?
6. Proč se hrot páječky pocínuje?
7. Co ohříváš hrotem páječky a kam přikládáš pájku?
8. Jak vypadá studený spoj a proč vznikne?
9. Co uděláš s páječkou, když ji na chvíli pouštíš z ruky?
10. Proč držíš hlavu stranou od spoje?
11. Na kterou stranu trubky přikládáš pájku při pájení plamenem?
12. Jak ošetříš malou spáleninu?

## Test

1. **Při pájení se taví:**
   a) jen pájka
   b) oba spojované díly
   c) pájka i okraje dílů

2. **Hranice mezi měkkým a tvrdým pájením je:**
   a) 183 °C
   b) 900 °C
   c) 450 °C

3. **Olovnatá pájka Sn60Pb40 se taví přibližně při:**
   a) 183 až 190 °C
   b) 450 °C
   c) 630 až 730 °C

4. **Tavidlo:**
   a) chladí spoj
   b) zvyšuje teplotu hrotu
   c) rozpustí oxid a umožní smáčení

**5. Na mastném povrchu pájka:**
a) se neroztaví
b) zůstane v kuličce
c) teče lépe

**6. Pájku při pájení páječkou přikládáš:**
a) ke spoji ohřátému hrotem
b) na hrot a pak ji neseš na díl
c) na studený díl před ohřevem

**7. Po zatečení pájky:**
a) hned spoj ofoukneš
b) drátem zkusíš, jestli drží
c) nejdřív odtáhneš pájku, potom hrot

**8. Matný, hrudkovitý spoj je:**
a) dobrý spoj
b) studený spoj
c) spoj s velkou pevností

**9. Zrnitý spoj s prasklinkami vznikne, když:**
a) spoj chladne v klidu
b) použiješ tavidlo
c) se díly pohnou při tuhnutí

**10. Páječku, kterou pouštíš z ruky, dáš:**
a) do stojánku
b) na stůl vedle sebe
c) do svěráku

**11. Přebytek pájky z hrotu:**
a) oklepeš o stůl
b) setřeš o vlhkou houbičku
c) setřepeš do vzduchu

**12. Hlavu při pájení držíš:**
a) co nejblíž, abys dobře viděl
b) přímo nad spojem
c) stranou od spoje

**13. Olovo se do těla dostává hlavně:**
a) rukama do pusy, například s jídlem
b) kůží
c) očima

**14. Pájecí voda s chloridem zinečnatým je:**
a) obyčejná voda
b) žíravá
c) neškodná pro oči

**15. Při pájení trubky plamenem přikládáš pájku:**
a) do plamene
b) na studenou trubku
c) na opačnou stranu spoje, než je plamen

**16. Spáleninu chladíš tekoucí studenou vodou:**
a) 20 minut
b) 10 sekund
c) vůbec, namažeš ji krémem

**17. Tvrdé pájky se taví:**
a) pod 200 °C
b) nad 450 °C
c) při stejné teplotě jako měkké

**18. Hořák, který odkládáš:**
a) necháš hořet
b) otočíš plamenem ke zdi
c) zhasneš a zavřeš ventil

**TIP**

Test si můžeš udělat dvakrát: hned po přečtení a znovu za týden. Co si pamatuješ i po týdnu, to opravdu umíš.

11

OVĚŘENÍ ZNALOSTÍ A ZÁVĚR

# Řešení

Odpovědi na kontrolní otázky a správná řešení testu.

Odpověď vlastními slovy je správná, když obsahuje to podstatné. Chyba u bezpečnosti je důležitější než chyba u teplot. Když jsi chyboval v otázkách o stojánku, kouři, olovu nebo spálenině, projdi si znovu kapitoly 3 a 7.

## Správné odpovědi v testu

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **a** | c | a | c | b | a | c | b | c | a | b | c | a | b | c | a | b | c |

## Odpovědi na kontrolní otázky

| Č. | Odpověď |
|---|---|
| **1** | Při pájení se taví jen pájka, základní kov se netaví. Při svařování se taví i okraje spojovaných dílů. |
| **2** | Při 450 °C. Měkké pájky se úplně roztaví nejvýš při 450 °C, tvrdé nad touto teplotou. |
| **3** | Rozpustí oxid na povrchu kovu, očistí ho a chrání před vzduchem při ohřevu. Bez něj pájka nesmáčí kov. |
| **4** | Pájecí drát, který má uvnitř vlákno tavidla. |
| **5** | Olovo je jed. Do těla se dostává hlavně rukama a jídlem a hromadí se v něm. |
| **6** | Pocínovaný hrot dobře předává teplo do dílu a je chráněný před oxidací. |
| **7** | Hrotem ohříváš díl, oba spojované díly naráz. Pájku přikládáš ke spoji, ne na hrot. |
| **8** | Je matný a hrudkovitý, pájka na dílu jen leží. Vznikne, když je díl málo prohřátý. |
| **9** | Dám ji do stojánku. Když nepájím delší dobu nebo odcházím, vypnu ji. |
| **10** | Kouř z tavidla stoupá nahoru. Dráždí oči a dýchací cesty a opakovaně vdechovaný může způsobit astma. |
| **11** | Na opačnou stranu, než je plamen. Horký spoj si pájku vtáhne do spáry. |
| **12** | Chladím ji 20 minut pod tekoucí studenou vodou, nic na ni nemažu, puchýře nepropichuji, volně ji zakryji a nahlásím UOV. |

12

OVĚŘENÍ ZNALOSTÍ A ZÁVĚR

# Karta, slovníček a zdroje

Karta s nejdůležitějšími pravidly k pracovišti, vysvětlení pojmů, použité zdroje a vlastníci obrázků.

## Karta k pracovišti

Nejdůležitější pravidla z celého materiálu na jednom místě. Kartu si můžeš vytisknout a mít ji u pracoviště.

| Před pájením | Při pájení | Po pájení |
|---|---|---|
| **Svolení UOV, brýle, svázané vlasy.** | Hrot ohřívá díl, pájku přikládáš ke spoji. | Hrot očisti a nech na něm trochu pájky. |
| **Šňůra a páječka jsou bez poškození.** | Hlava stranou od kouře. | Páječku vypni a nech vychladnout ve stojánku. |
| **Stojánek a vlhká houbička.** | Páječku pouštíš z ruky jen do stojánku. | Ukliď zbytky pájky a otři stůl. |
| **Hořlaviny pryč, hasicí přístroj na dosah.** | Díl drží svěrák nebo kleště. | Lahvičku s tavidlem zavři a ulož. |
| **Zapnuté odsávání nebo větrání.** | Při tuhnutí se spojem nehýbej. | Umyj si ruce mýdlem a vodou. |
| **Díly očištěné do lesku a upnuté.** | Přebytek pájky jen o houbičku. | Úraz nebo závadu nahlas UOV. |

## Slovníček

| Pojem | Vysvětlení | Pojem | Vysvětlení |
|---|---|---|---|
| **Hrot** | pracovní špička páječky | **Pohnutý spoj** | zrnitý spoj, díly se hnuly při tuhnutí |
| **Kalafuna** | pryskyřičné tavidlo v trubičkové pájce | **Přehřátý spoj** | tmavý spoj se spáleným tavidlem |
| **Kapilarita** | jev, kterým kapalina vnikne do úzké spáry | **Smáčení** | pájka se rozlije po kovu a přilne k němu |

| Pojem | Vysvětlení | Pojem | Vysvětlení |
|---|---|---|---|
| **Odsávání** | zařízení, které odvádí kouř od spoje | **Spára** | úzká mezera mezi spojovanými díly |
| **Oxid** | tenká vrstva na kovu, vzniká na vzduchu | **Studený spoj** | matný spoj, díl byl málo prohřátý |
| **Pájecí voda** | žíravé tavidlo s chloridem zinečnatým | **Tavidlo** | látka, která odstraní oxid a chrání povrch |
| **Pájka** | kov, který se taví a vytvoří spoj | **Trubičková pájka** | pájecí drát s tavidlem uvnitř |
| **Páječka** | elektrický nástroj s horkým hrotem | **Tvarovka** | spojka, do které se zasouvá trubka |
| **Pocínování** | pokrytí hrotu nebo dílu tenkou vrstvou pájky | **UOV** | učitel odborného výcviku |

# Zdroje


- ISO 857-2:2005, Svařování a příbuzné procesy, slovník, část 2: pájení. Hranice 450 °C mezi měkkým a tvrdým pájením, https://cdn.standards.iteh.ai/samples/29995/822030c0cb8b468a94ecbcea87d31530/ISO-857-2-2005.pdf
- ČSN EN ISO 9453, Měkké pájky, chemické složení a tvary. Uvedeno jen jako zmínka, https://www.iso.org/standard/78822.html
- TZB-info, Pájky a tavidla pro pájení měděných trubek (I). Pájky Sn97Cu3, AG 106, AG 104, CuP6 a jejich teploty tavení, https://www.tzb-info.cz/12496-pajky-a-tavidla-pro-pajeni-medenych-trubek-i
- LCSC, Solder melting point guide. Sn60Pb40 asi 183 až 190 °C, https://www.lcsc.com/blog/solder-melting-point-guide/
- AIM Solder, SAC305. Složení 96,5 % Sn, 3 % Ag, 0,5 % Cu, taví se 217 až 220 °C, https://aimsolder.com/de/products/sac305-lead-free-solder-alloy
- Weldability Sif, Product information Sifbronze No 1. Mosazná pájka, 60 % Cu, zbytek Zn, teplota tavení 875 až 895 °C, https://plymovent.rapidwelding.com/files/RO01165.pdf
- Superior Flux, Brazing flux. Tavidla pro tvrdé pájení na bázi boraxu, https://superiorflux.com/brazing-flux/
- Engineering ToolBox, Metals and alloys, melting temperatures. Měď asi 1085 °C, https://www.engineeringtoolbox.com/melting-temperature-metals-d_860.html
- Carnegie Mellon University, Soldering Safety Guideline, 2025. Hrot až 400 °C, stojánek, vypínání, kleště a pinzeta, hlava stranou, odsávání, hořlaviny, hasicí přístroj, olovo a mytí rukou, nehty, kouř z kalafuny, https://www.cmu.edu/ehs/Laboratory-Safety/chemical-safety/documents/ehs-guideline---soldering-safety.pdf
- Health and Safety Executive, Solderers and occupational asthma. Kouř z kalafuny jako příčina astmatu z povolání, https://www.hse.gov.uk/asthma/solderers.htm
- STANNOL, Bezpečnostní list Lötwasser, pájecí voda, revize 2017. Chlorid zinečnatý, H314, H335, první pomoc při zasažení očí, https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/cs/000588583SD01/varnostni-list-588583-stannol-114033-spajkalna-tekocina-vsebina-50-ml-f-sw-12.pdf
- Weller, Tips on the tips, péče o hrot: stálé pocínování, oxidovaný hrot nesmáčí, https://connectorsupplier.com/?p=3311

- Adafruit, Guide to excellent soldering: Making a good solder joint a Common problems. Postup a vady spojů, https://learn.adafruit.com/adafruit-guide-excellent-soldering/common-problems
- This Old House, How to cut and solder copper pipe. Čištění, tavidlo, ohřev, pájka z opačné strany, https://www.thisoldhouse.com/plumbing/how-to-cut-and-solder-copper-pipe
- Meva a.s., Návod k obsluze pájecí lampy POOL Piezo KP01001P. Větrání, spotřeba kyslíku a oxid uhelnatý, kartuše do 50 °C, hasicí přístroje, hořlaviny, https://www.buildex.cz/data/uploaded-files/navod-pool-piezo.pdf
- British Red Cross, First aid for burns. Chlazení 20 minut, bez krémů a ledu, volné zakrytí, https://www.redcross.org.uk/first-aid/learn-first-aid/burns
- Queen Victoria Hospital NHS Foundation Trust, Burns first aid. Sundat šperky, nepoužívat led ani krémy, https://www.qvh.nhs.uk/?p=804
- Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Poškození teplem a chladem, poleptání. Puchýře nepropichovat, https://is.muni.cz/el/med/podzim2022/MRPP0111p/um/Poskozeni_teplem_a_chladem__poleptani.pdf
- Skutečné obrázky mají vlastníka uvedeného pod obrázkem a v tabulce níže. Schémata bez uvedeného vlastníka jsou vlastní zpracování.

| Kde | Vlastník a zdroj obrázku |
|---|---|
| **Obálka** | neffk, Wikimedia Commons, licence CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Propane_torch_soldering_copper_pipe.jpg |
| **Obálka** | Kevin Hadley, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rosin_core_solder.JPG |
| **Obr. 2.1** | Kevin Hadley, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rosin_core_solder.JPG |
| **Obr. 3.1** | Rnewkirk7954, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solderingiron.JPG |
| **Obr. 3.2** | Jacek Halicki, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2023_Okulary_ochronne_(1).jpg |
| **Obr. 3.5** | značky podle ISO 7010, Wikimedia Commons, volné dílo (public domain), například https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO_7010_M004.svg |
| **Obr. 5.1** | neffk, Wikimedia Commons, licence CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Propane_torch_soldering_copper_pipe.jpg |
| **Obr. 6.2** | Coronium, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cold_solder_joint2.jpg |
| **Obr. 7.4** | Leigh Blackall from Dunedin, New Zealand, Wikimedia Commons, licence CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First_aid_kit_on_wall.jpg |

**PAMATUJ**

Tento materiál vysvětluje obecné zásady pájení pro výuku. Nenahrazuje školení, návod výrobce páječky, hořáku a pájky, bezpečnostní listy ani pokyny UOV. Obrázky jsou použité podle licencí uvedených u každého z nich a patří svým vlastníkům.