

TECHNOLOGIE HYBRIDNÍHO SPOJOVÁNÍ

Přednášející:

Ing. Jaroslav Kubíček

VUT FSI Brno, Technická 2

Mail: kubicek@fme.vutbr.cz

Mob. 737122464

Výhody lepení

- ▶ Rovnoměrné rozložení napětí kolmo ke směru zatížení
- ▶ Žádné tepelné ovlivnění struktury
- ▶ Žádná deformace konstrukčních dílů vlivem tepla
- ▶ Možnost vzájemného spojování odlišných materiálů
- ▶ Možnost spojování velmi tenkých konstrukčních dílů
- ▶ Úspora hmotnosti, lehká konstrukce
- ▶ Možnost spojování materiálů velmi citlivých vůči teple
- ▶ Možnost spojování kovů s odlišnými elektrochemickými vlastnostmi
- ▶ Zvýšení pevnosti spoje v kombinaci se šrouby, nýty, bodovými svary
- ▶ Vysoká dynamická pevnost; velké tlumení chvění
- ▶ Možnost automatizace

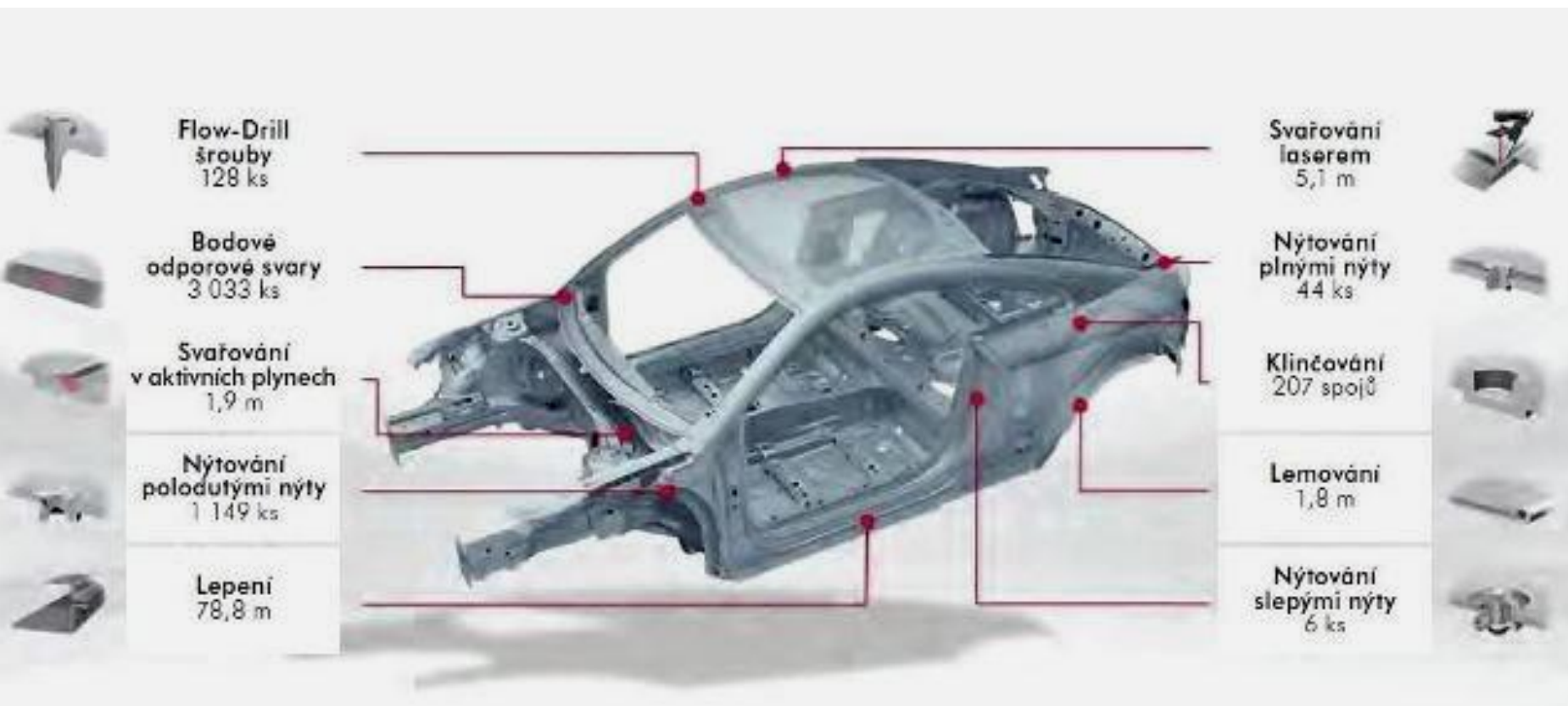
Nevýhody lepení

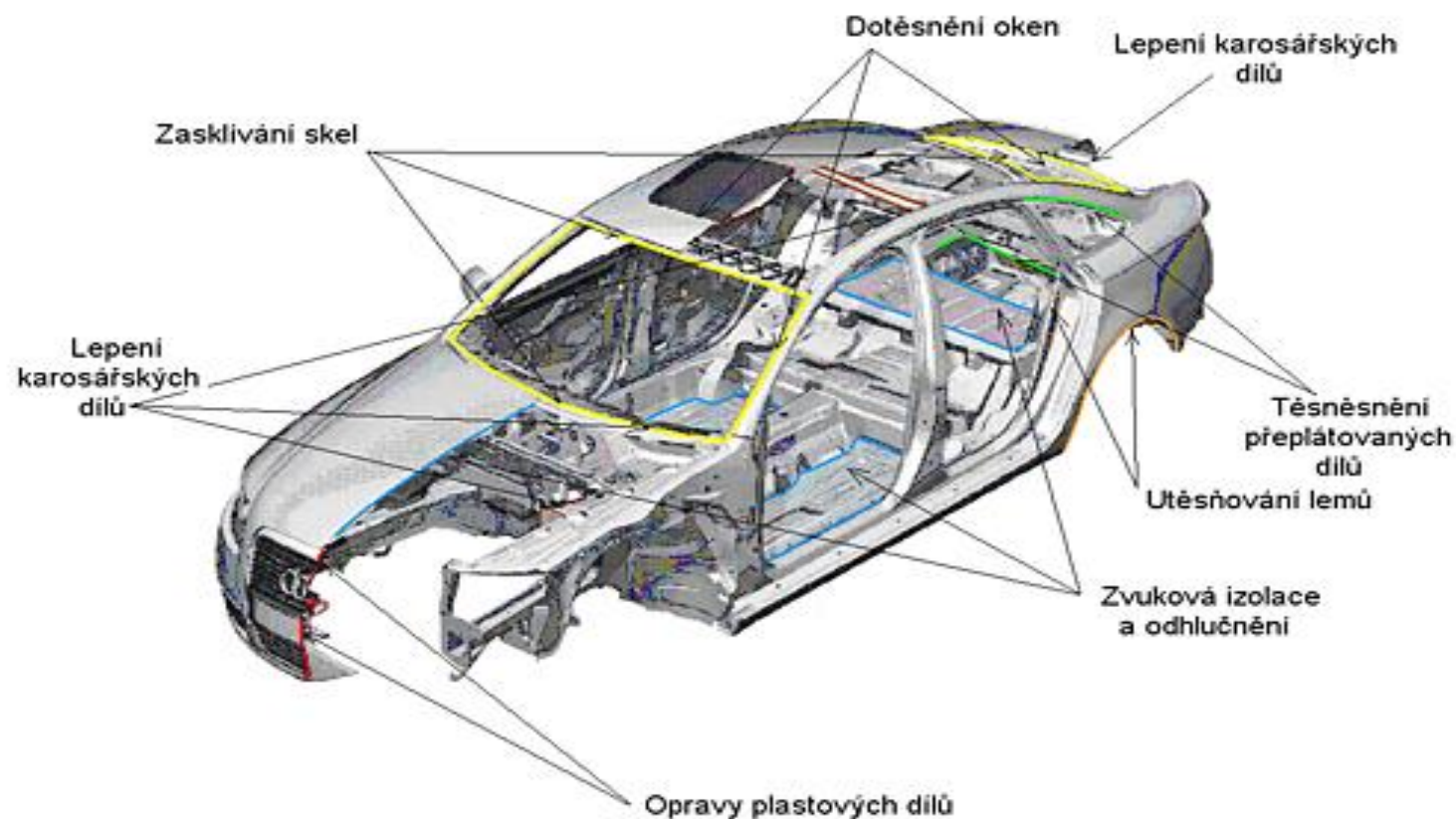
- ▶ Vliv času na průběh procesu vytvrzování
- ▶ Povrchová předúprava spojovaných dílů
- ▶ Omezená tvarová stálost za tepla
- ▶ Pečlivá procesní kontrola
- ▶ Závislost lepené spáry a vrstvy rozhraní na stárnutí
- ▶ Náročné kontroly
- ▶ Nízké hodnoty odporu v odlupu, náchylnost k plastickému tečení
- ▶ Kompenzace nízkých pevnostních hodnot lepených spár velikostí spojovaných ploch
- ▶ Omezené možnosti opravy
- ▶ Náročné výpočty pevnosti
- ▶ Demontáž lepených spojů

Výhody kombinace lepení + jiné spojovací metody - HYBRIDNÍ SPOJOVÁNÍ

- ▶ Sloučení pevnosti mechanického spoje s pevností lepeného spoje
- ▶ Vyloučení vlivu času na průběh procesu vytvrzování – mechanické spoje jsou pevnostní okamžitě
- ▶ Dobrá tvarová stálost kombinovaného spoje za tepla
- ▶ Výborné tlumící účinky mechanických spojů s lepidlem
- ▶ Výborná korozní odolnost kombinovaných spojů
- ▶ Vyloučení destrukce kombinovaných spojů v odlupu a náchylnosti k plastickému tečení
- ▶ Kompenzace nízkých pevnostních hodnot lepených spojů
- ▶ Konstrukce nových typů spojů
- ▶ Možnost dodatečného zpevnění mechanických spojů nízkoviskózním lepidlem

Komplexnost spojovací techniky u smíšených konstrukcí





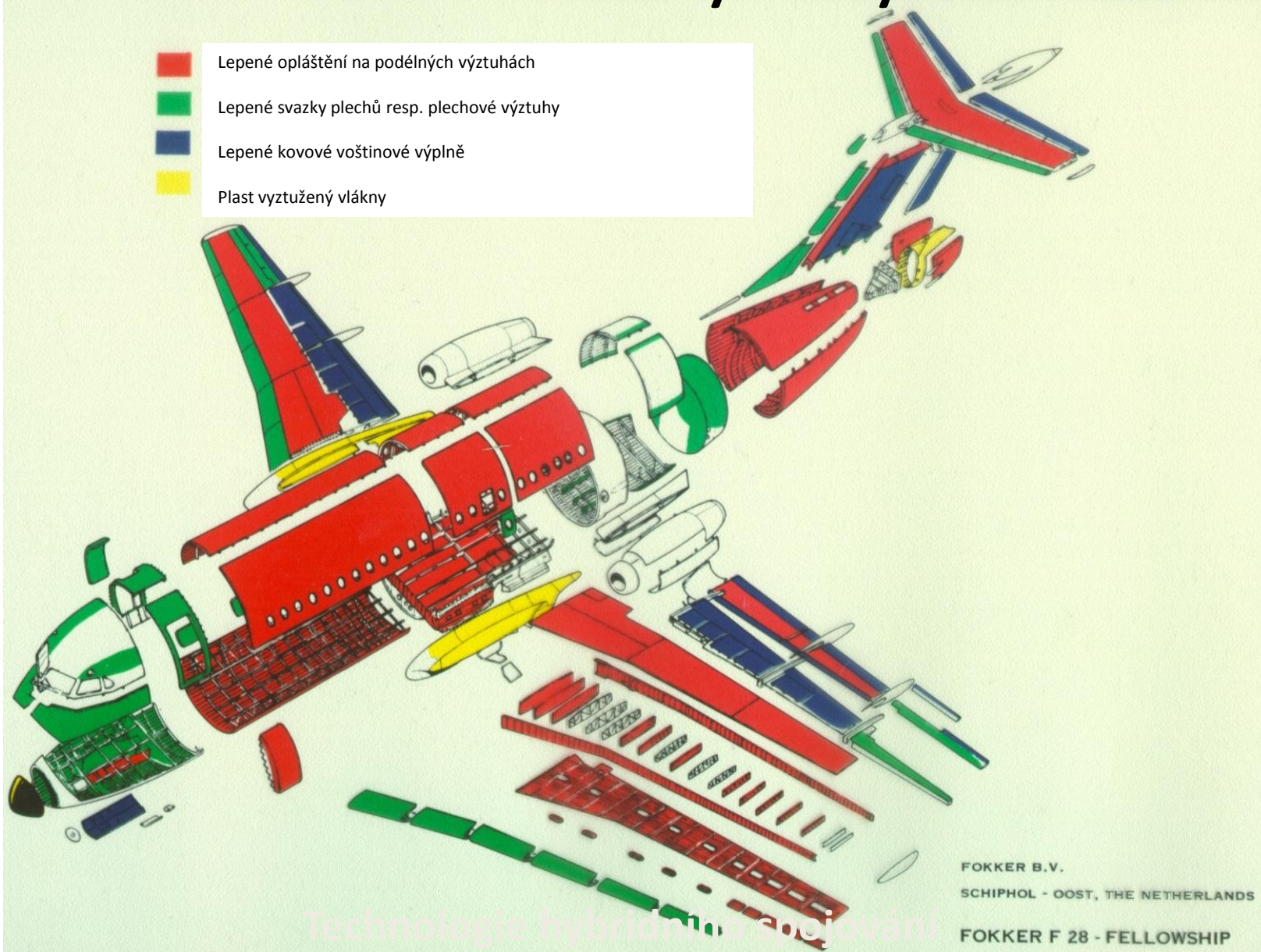
Příklady lepených spojů ve stavbě karosérie

Kombinace hliníku a vysokopevnostní oceli na karoserii



Použití v oblasti výroby letadel

-  Lepené opláštění na podélných výztuhách
-  Lepené svazky plechů resp. plechové výztuhy
-  Lepené kovové voštinové výplně
-  Plast vyztužený vlákny



Technologie hybridního spojování

Sendvičový lepený plášť A380



Hybridní spojování v automobilním a leteckém průmyslu

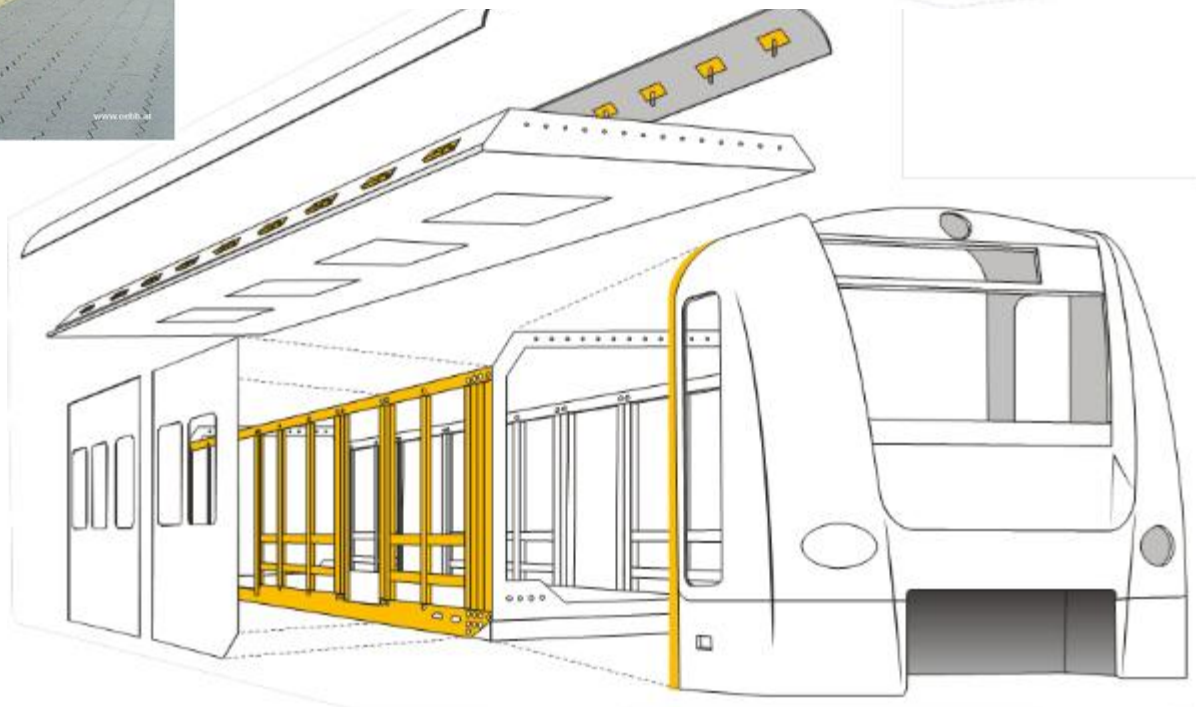
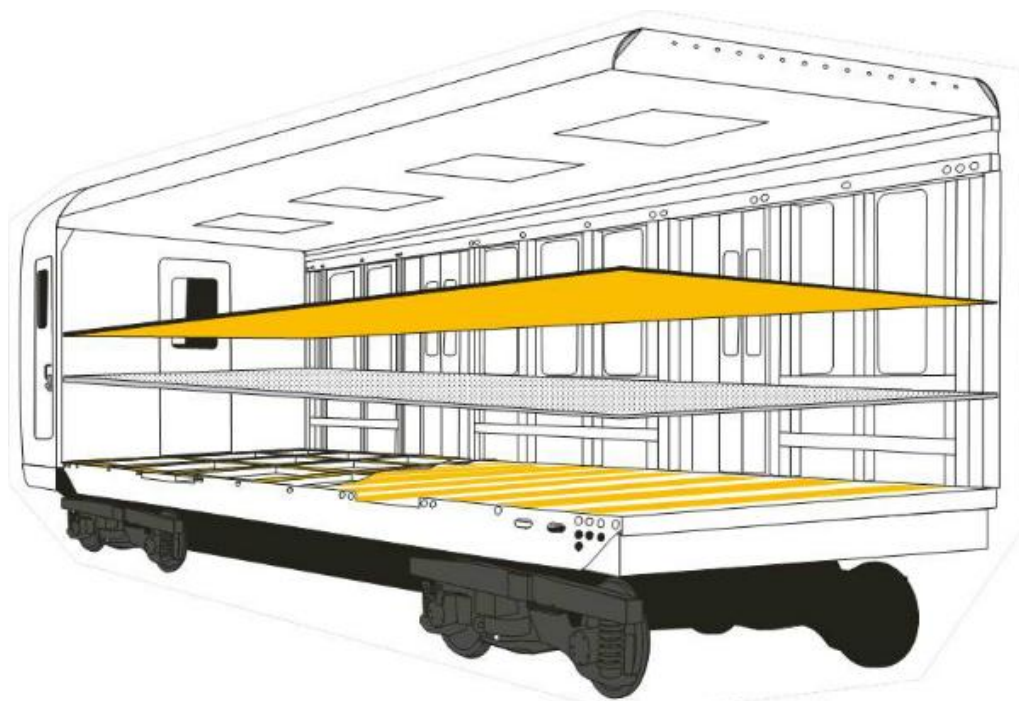


Lepení kolejových vozidel



OBB
Bahn wirkt.

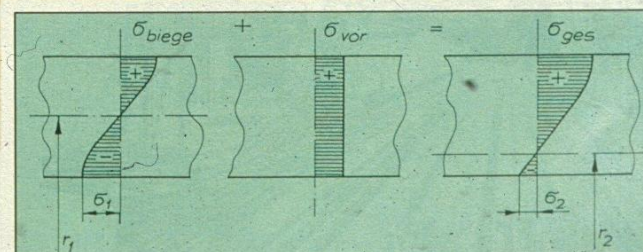
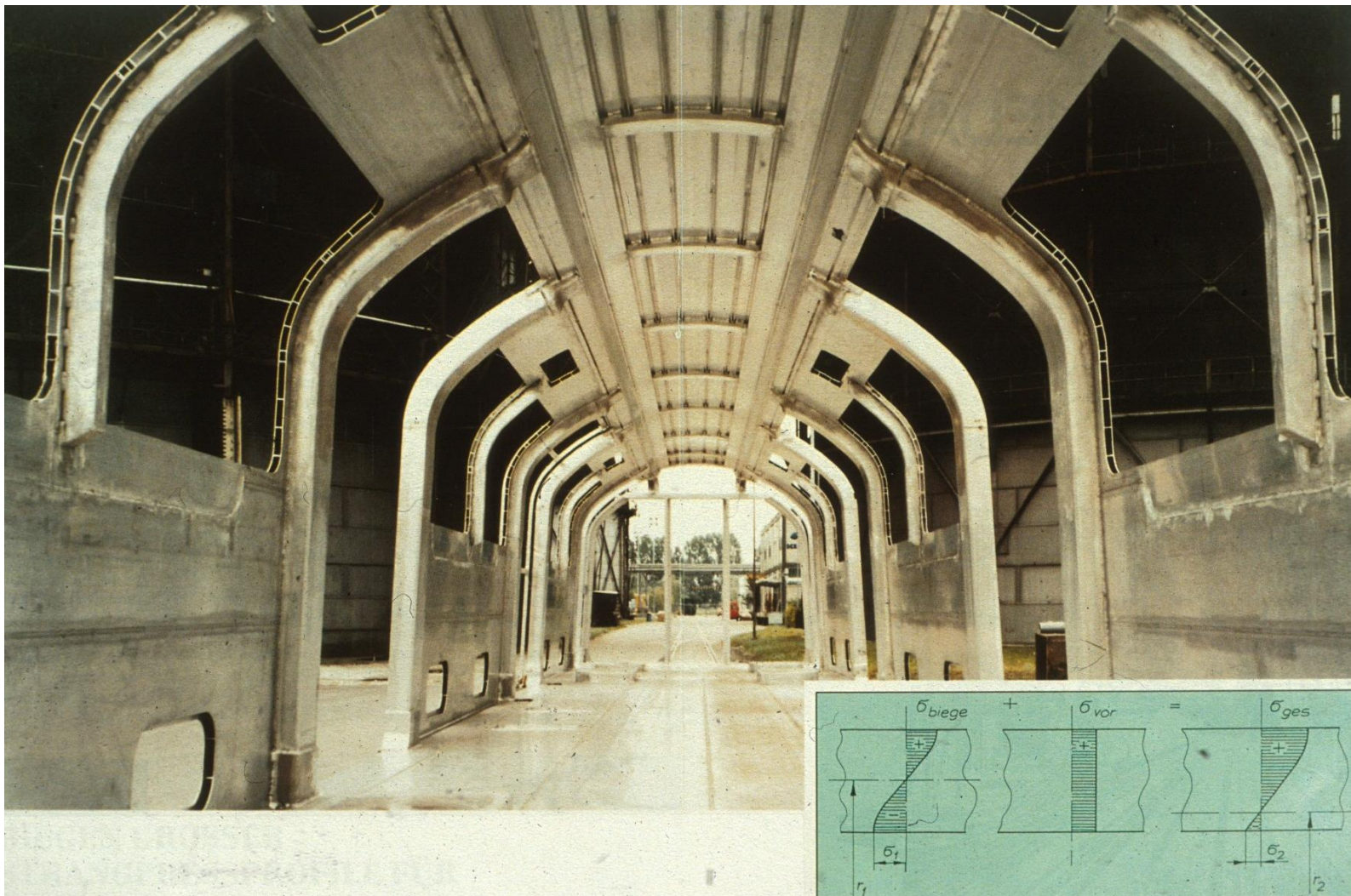
Die neue Nahverkehrsflotte.



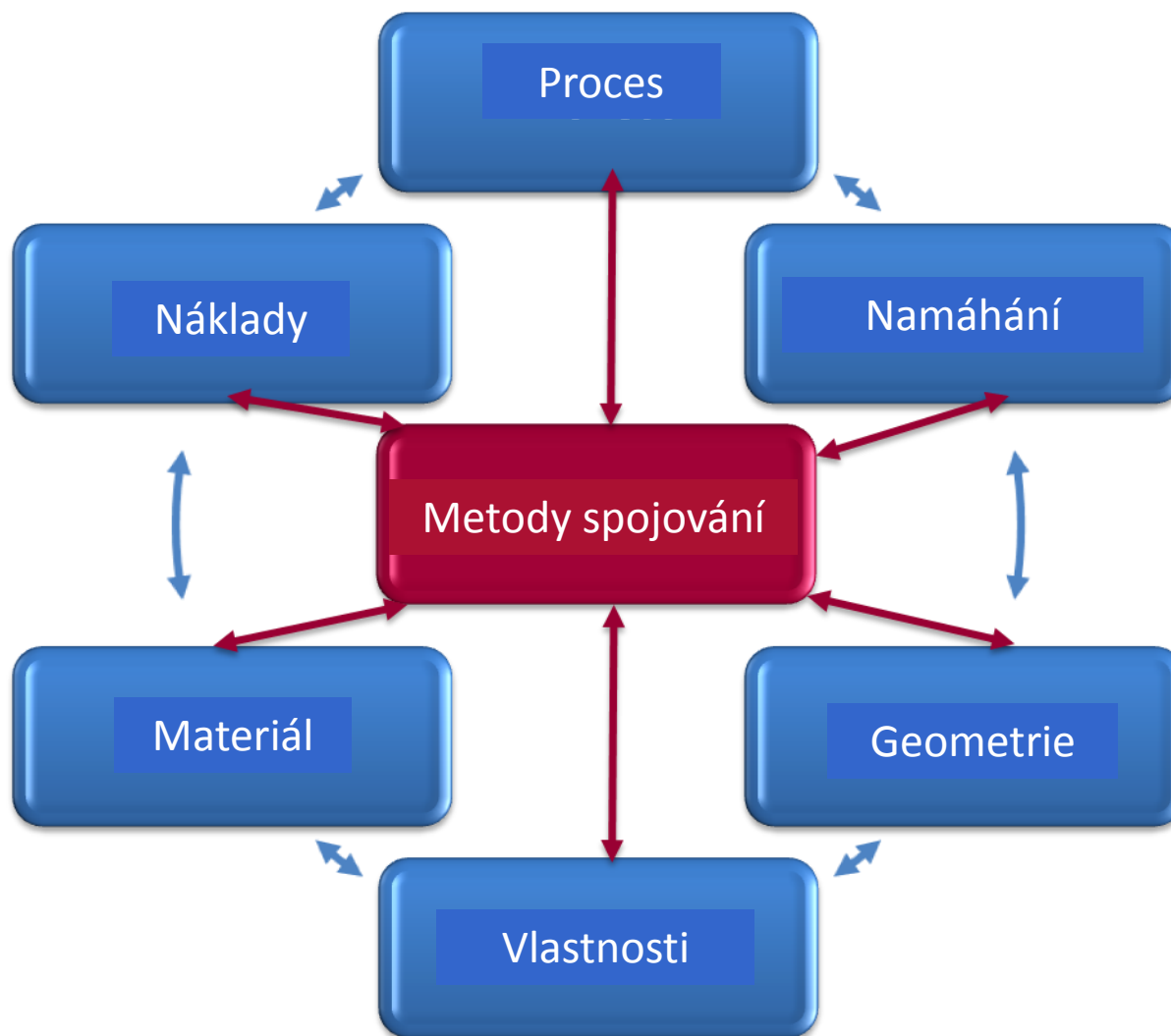




Konstrukce kolejových vozidel



Metody spojování



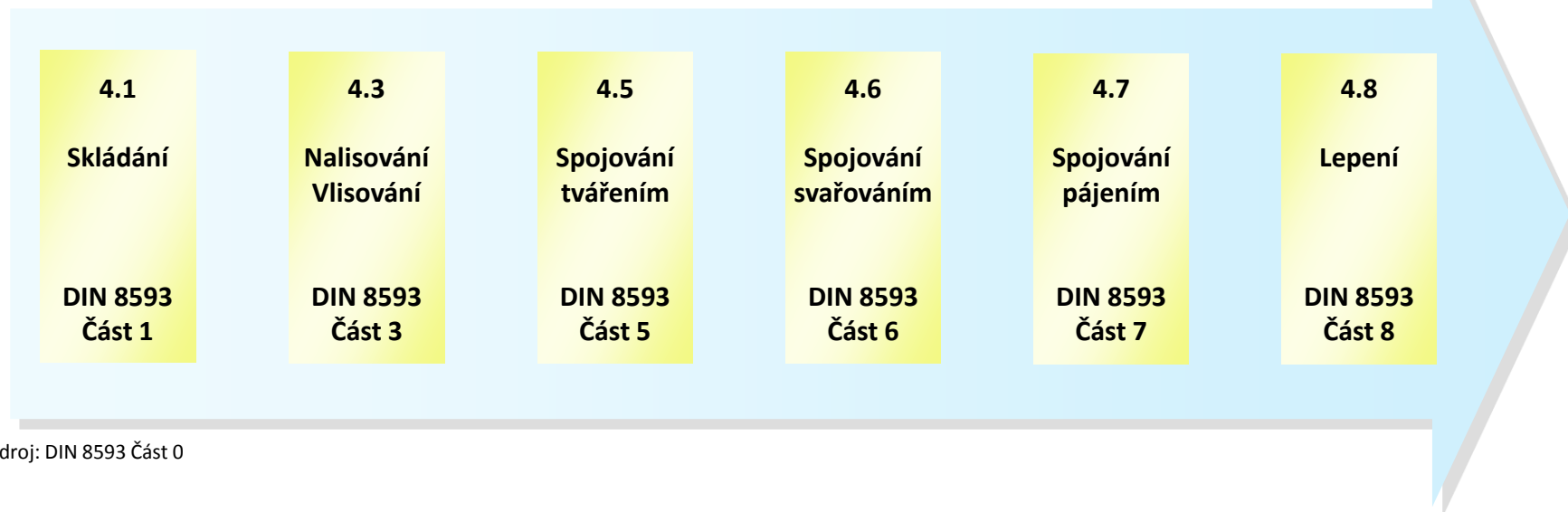
Požadavky na lehkou konstrukci



Problém:
Hospodárná
výroba

Metody spojování

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
Skládání	Vyplňování	Nalisování Vlisování	Spojování prvotním tvářením	Spojování tvářením	Spojování svařováním	Spojování pájením	Lepení	Spojování textilií
DIN 8593 Část 1	DIN 8393 Část 2	DIN 8593 Část 3	DIN 8593 Část 4	DIN 8593 Část 5	DIN 8593 Část 6	DIN 8593 Část 7	DIN 8593 Část 8	



Metody spojování

4.1

Skládání

DIN 8593
Část 1

4.2

Vyplňování

DIN 8393
Část 2

4.3

Nalisování
Vlisování

DIN 8593
Část 3

4.4

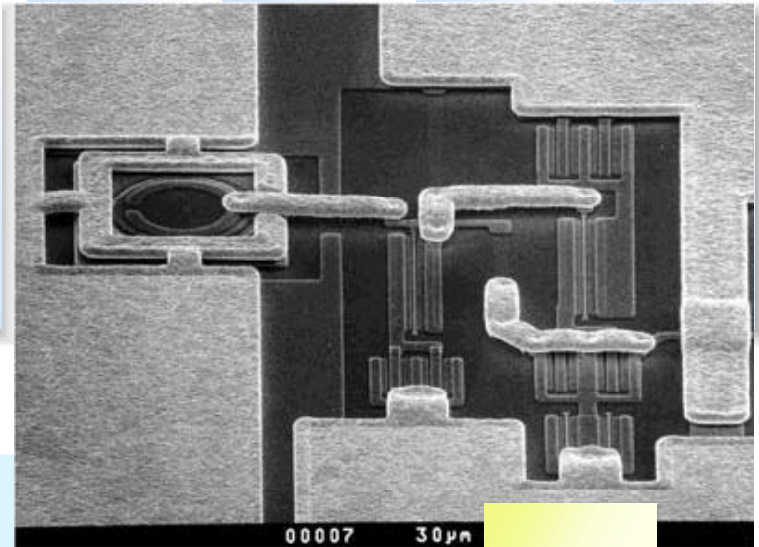
Spojování
prvotním
tvářením

DIN 8593
Část 4

4.5

Spojování
tvářením

DIN 8593
Část 5



4.1

Skládání

DIN 8593
Část 1

4.3

Nalisování
Vlisování

DIN 8593
Část 3

4.5

Spojování
tvářením

DIN 8593
Část 5

4.6

Spojování
svařováním

DIN 8593
Část 6

Spojování
pájením

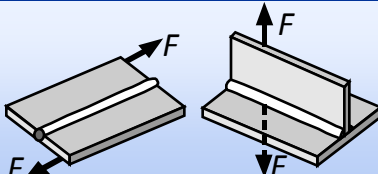
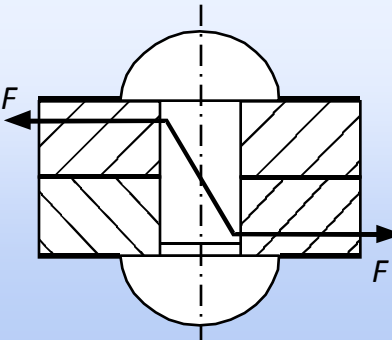
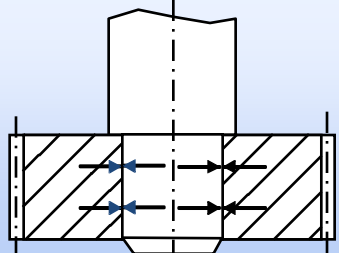
DIN 8593
Část 7

Lepení

DIN 8593
Část 8

Mikro-
spojování

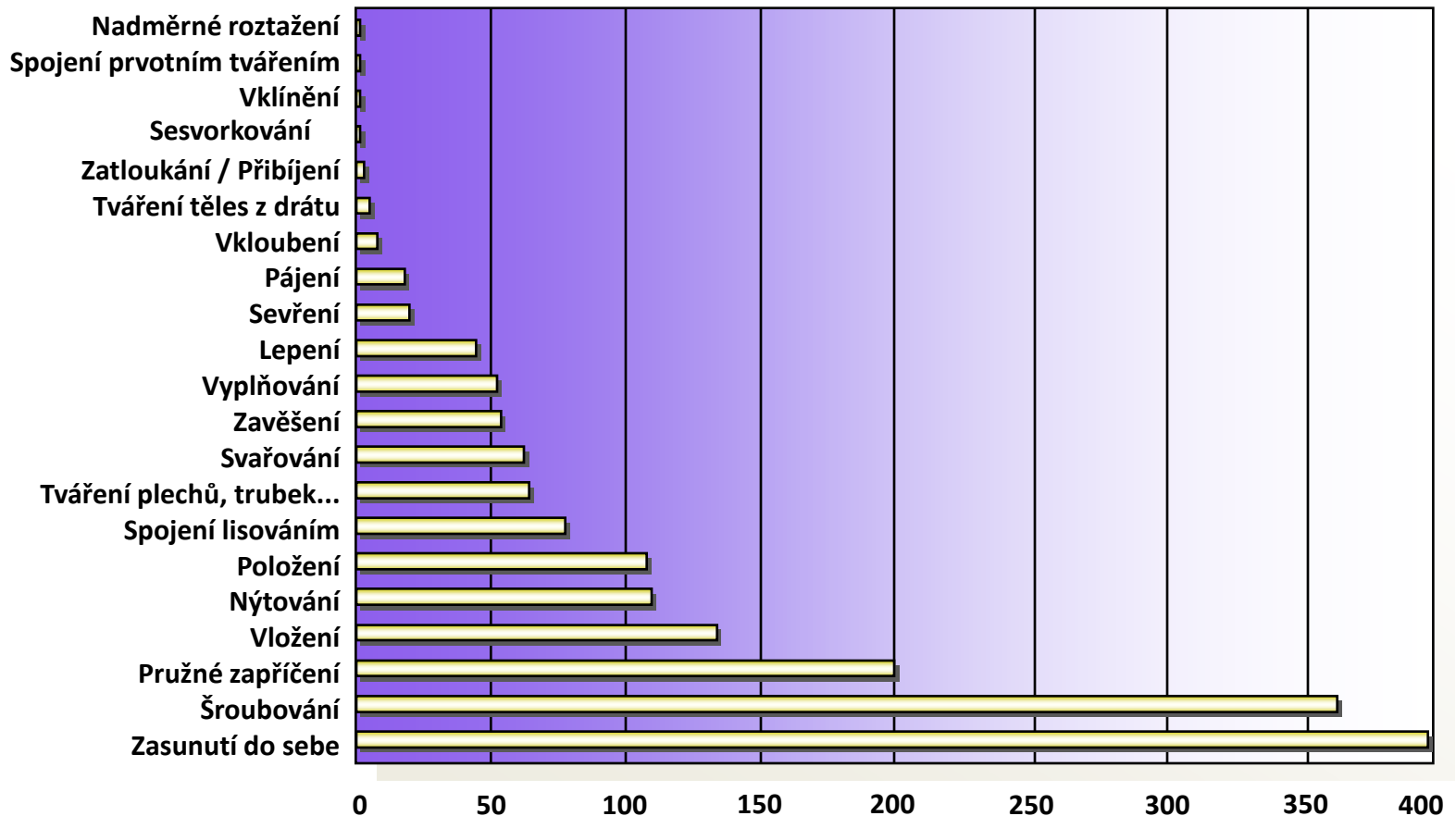
Princip funkce spojů (druhy spojů)

	Druh zajištění		Vzniká				Druh spojení		
	Materiálový spoj	Koheze	pomocí vlastního		materiálu	Svařování	-		
		Adheze	pomocí cizího			Zatavení	-		
	Tvarový spoj	Vytvoření dvojice elementů	plastickým	přetvářením	po	spojení/spojením	Nýtování	o	
							Pertlování	o	
							Vroubkování	o	
			Falcování				o		
			Zavinutí				o		
			Jazýčkový spoj, zkřížení				o -		
Stehování plechů	+								
	Silový spoj	Tření	elastickým	přetvářením	při	spojení/spojením	Zapuštění	-	
			plastickým				před	Zapříčení	+ o
							elastickým	při	Vlisování
								po	Slisování, stlačení
								Zaklínění	+
								Šroubování	+
		Sevření	+						
		Vkloubení	+						
		Navinutí	o						

Spoj rozebíratelný (+), podmíněčně rozebíratelný(o), nerozebíratelný (-)

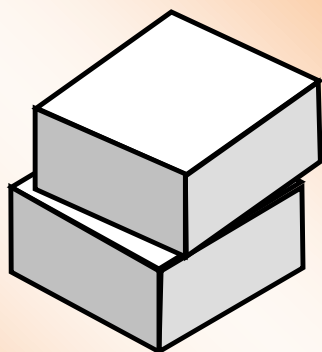
Analýza četnosti

Zohlednění 4000 různých montážních procesů
ve spotřebním průmyslu (1997/ 98)



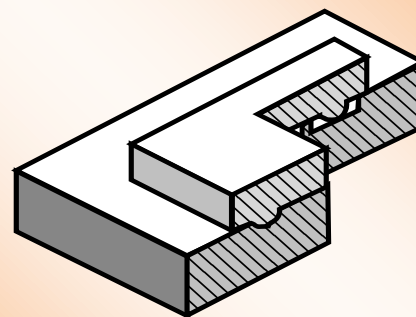
Skládání – Nasazení, položení

Spojení navzájem pasujících dílů využitím tíhové síly, obecně v kombinaci s tvarovým spojem



1 x translace
2 x rotace

Přídavné tvarové prvky



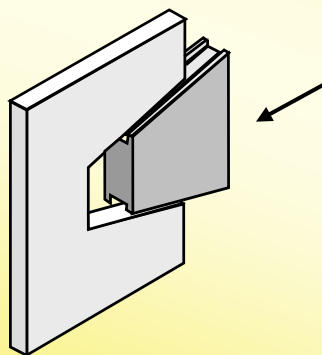
3 x translace
3 x rotace

- Jednoduché spojení s předem danou přesností
- Ustavení polohy možné ještě po spojení
- Dobré vyrovnání výrobních tolerancí

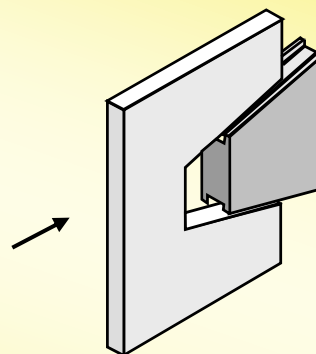
Skládání – Zasunutí do sebe

Spojení, při kterém se jeden spojovaný díl zasune do druhého dílu nebo nasune na druhý díl

Zasunutí vnitřního dílu



Nasunutí vnějšího dílu



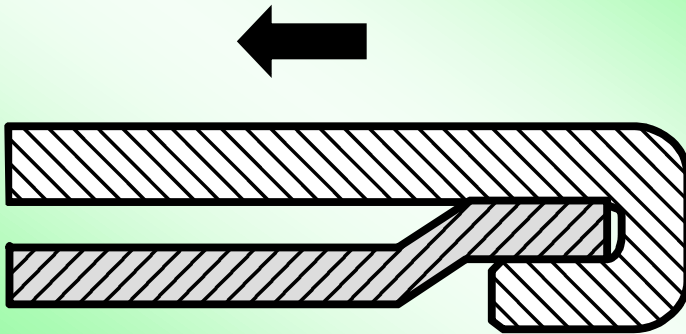
- Lícování určuje orientaci konstrukčních dílů v průběhu spojování (na rozdíl od vložení)
- Vynaložení malé síly (na rozdíl od vlisování)

- Provozní síly jsou přenášeny jen tvarovým spojem
- Jednoosý, většinou přímočarý spojovací pohyb
- Přesnost je závislá na vůli lícování

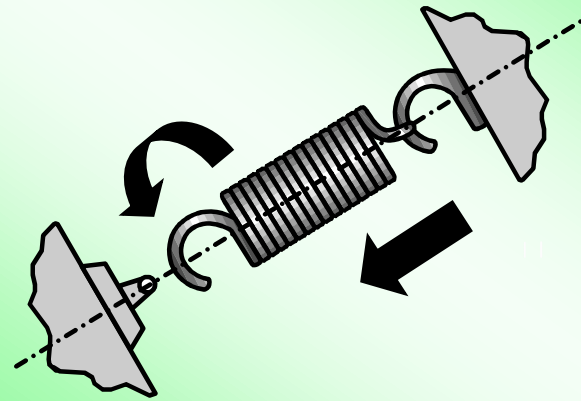
Skládání – Zavěšení

Spojení, při kterém se jeden spojovaný díl zavěší do druhého dílu, přičemž spoj je **zajištěn tahovou silou**

Lineární spojovací pohyb



Spojovací pohyb ve dvou směrech

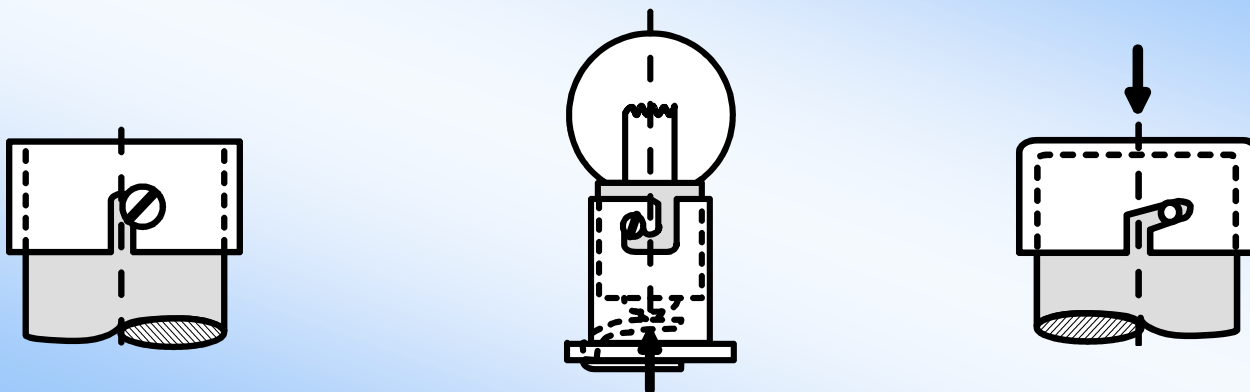


- Malá montážní náročnost
- Přenášení velkých sil
- Pevné (např. kryty) nebo pohyblivé spojení (např. pružiny)

Skládání – Vkloubení

Spojení vzájemným zasunutím dvou spojovaných dílů do sebe, přičemž spoj je **zajištěn tlakovou silou**

Bajonetové spojení

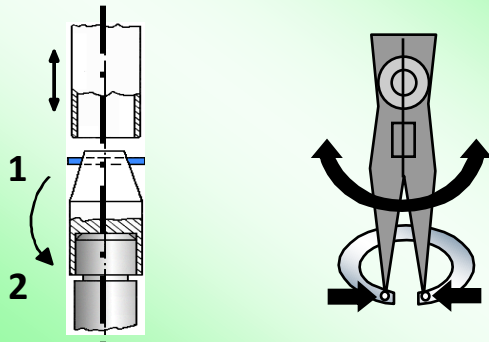


- Spojovací pohyb složený z translace a rotace
- Rychlá rozpojitelnost
- Rychlé obnovení spoje
- Nejrozšířenější provedení

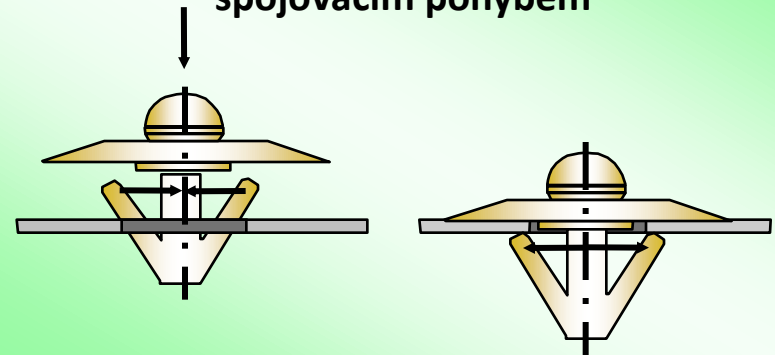
Skládání – Pružné zapříčení

Spojení pomocí předchozí elastické deformace, aby spojovaný díl po vložení nebo nasunutí a následném zpětném pružení držel díky tvarovému spoji

Deformace odděleně
od spojovacího pohybu



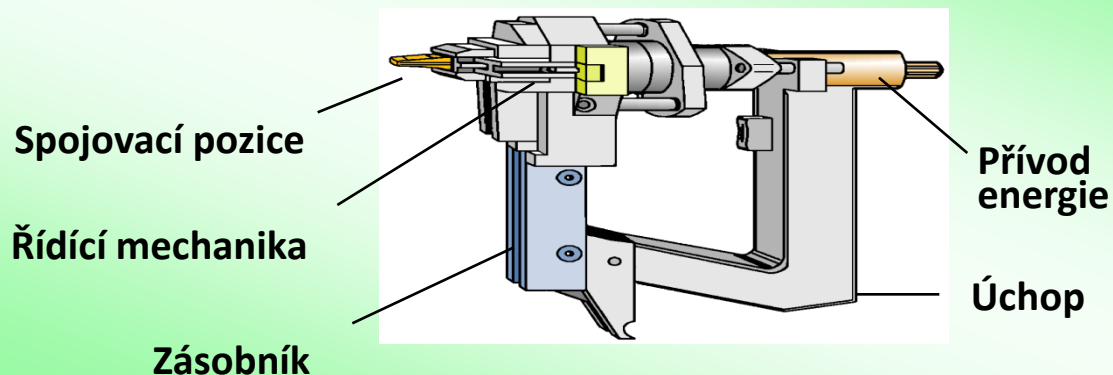
Deformace spolu se
spojovacím pohybem



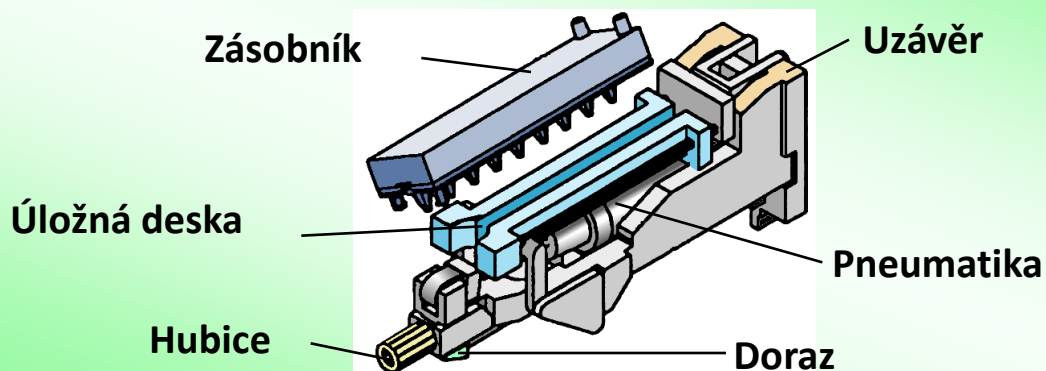
- Deformace kolmo ke spojovacímu pohybu
- Integrace spojovacích prvků
- Jednoduchá a krátká spojovací dráha

Skládání – Pružné zapříčení, nástroje

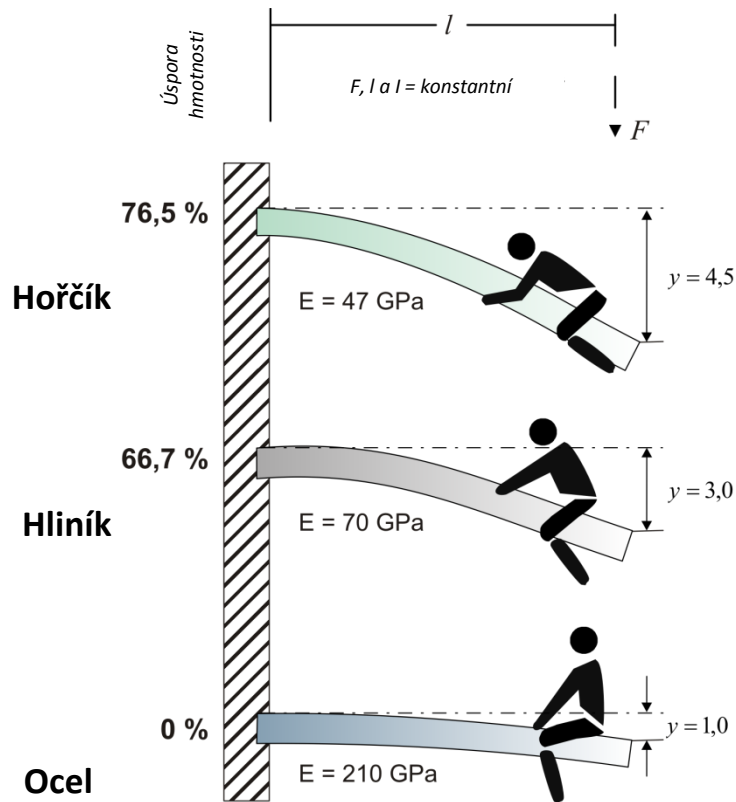
Ruční nástroj



Robotický nástroj



Tuhost materiálů



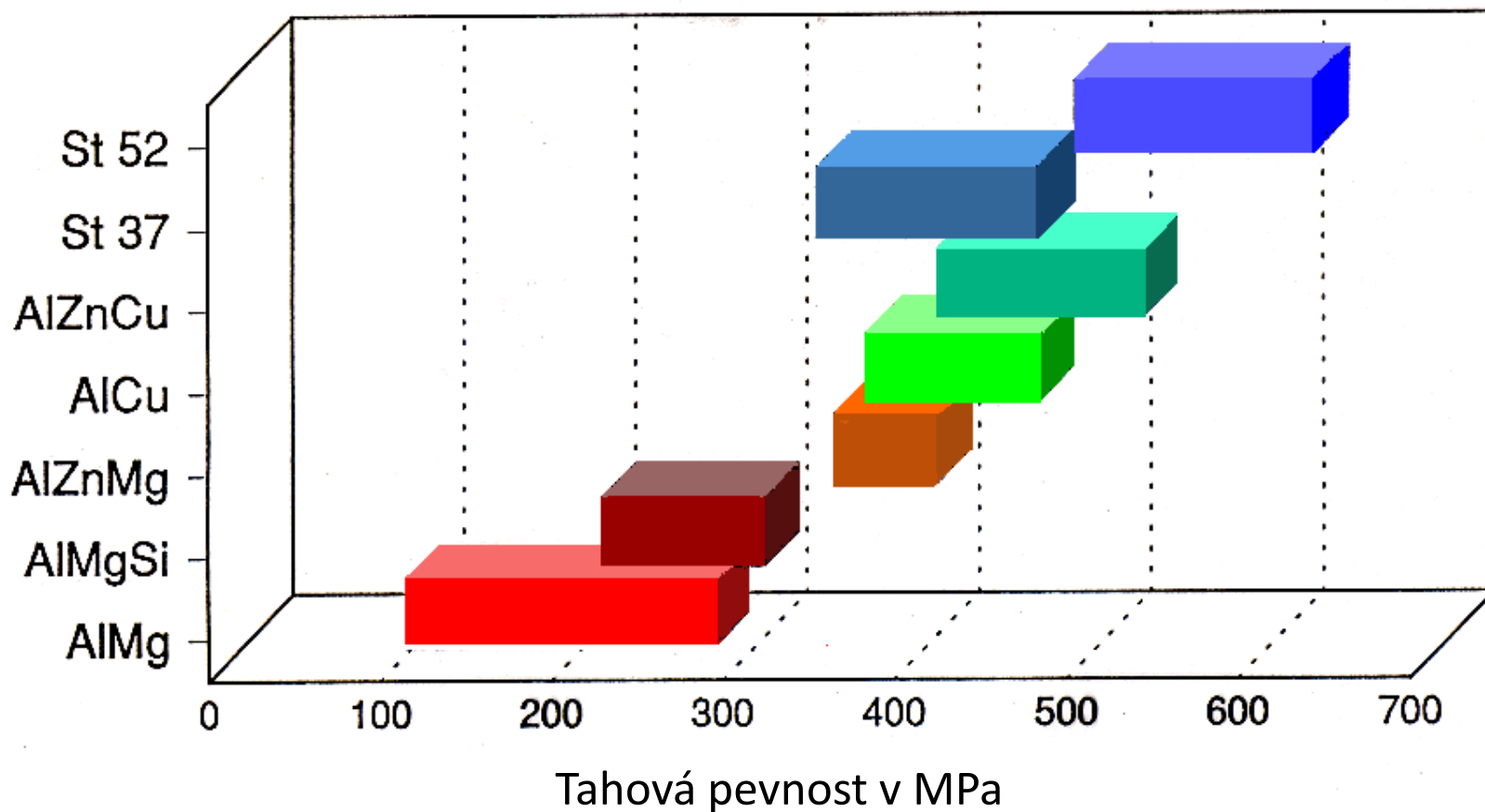
$$y = \frac{F \cdot l^3}{3EI} = f(E)$$

Porovnání prohnutí trávu z oceli, Al a Mg, vždy se stejným průřezem.

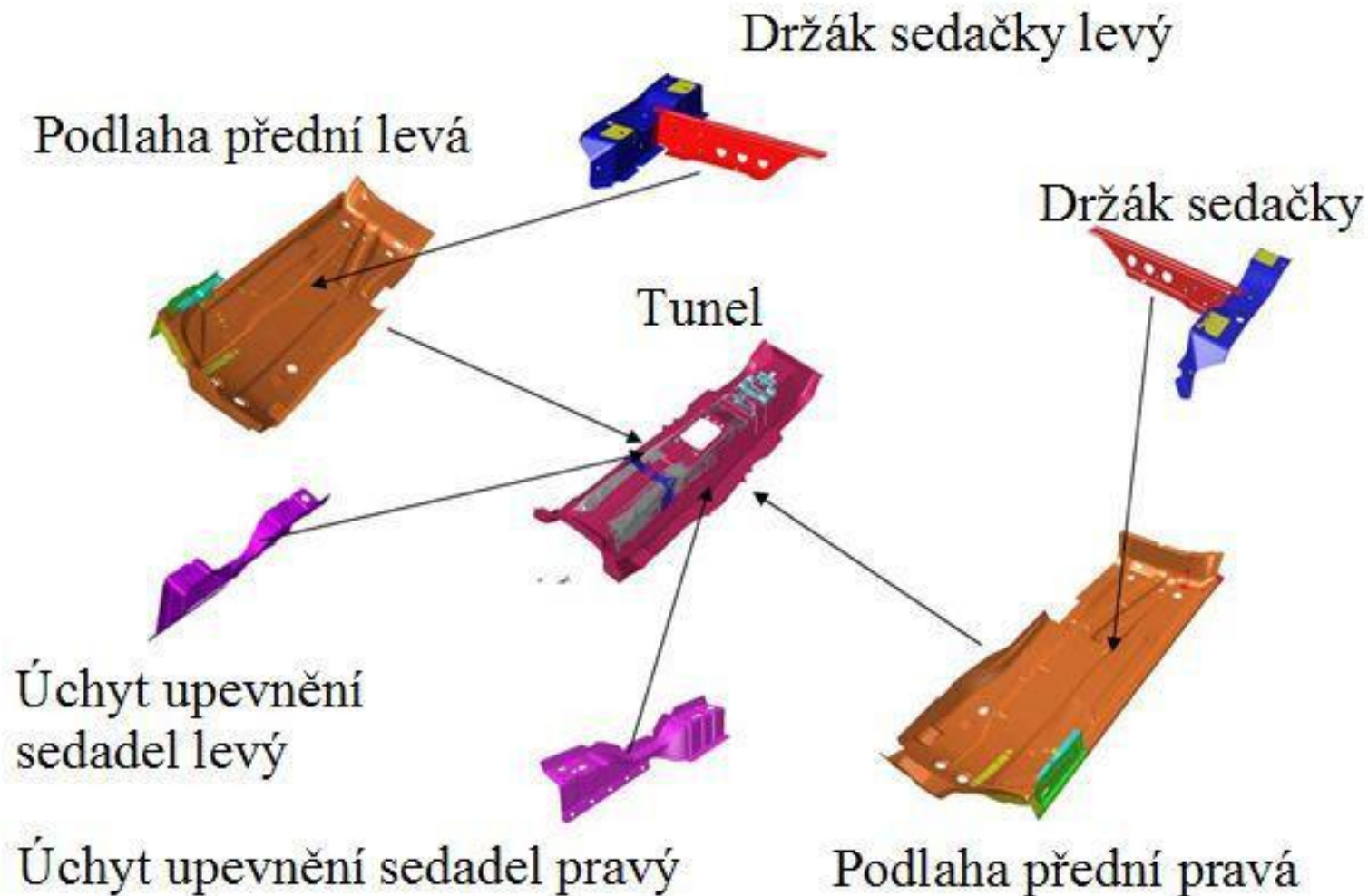
Při stejném zatížení je prohnutí nepřímo úměrné E-modulu!

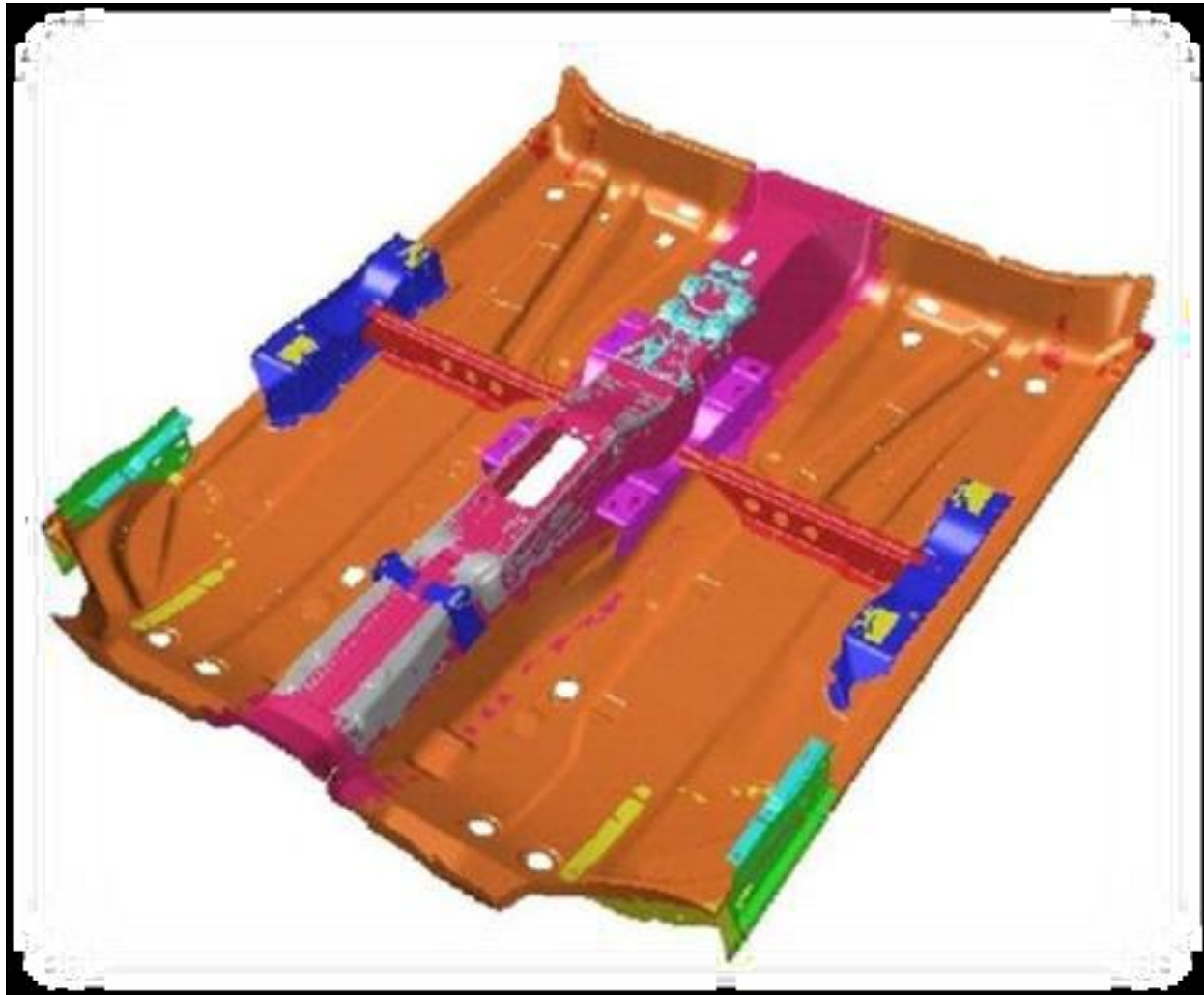
To je nutno mít na mysli bez ohledu na pevnostně správné dimenzování konstrukce!

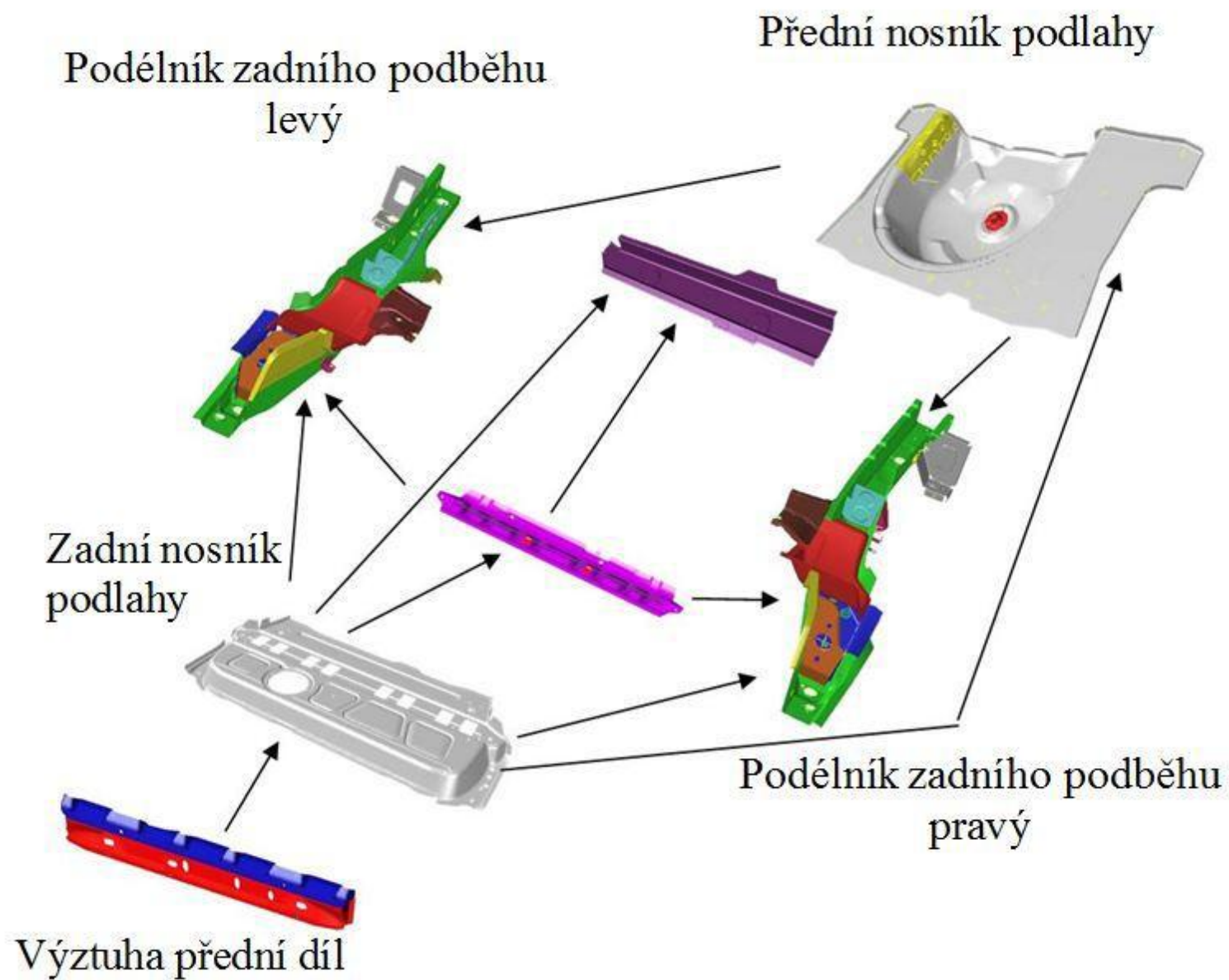
Vlastnosti materiálů na karoserie

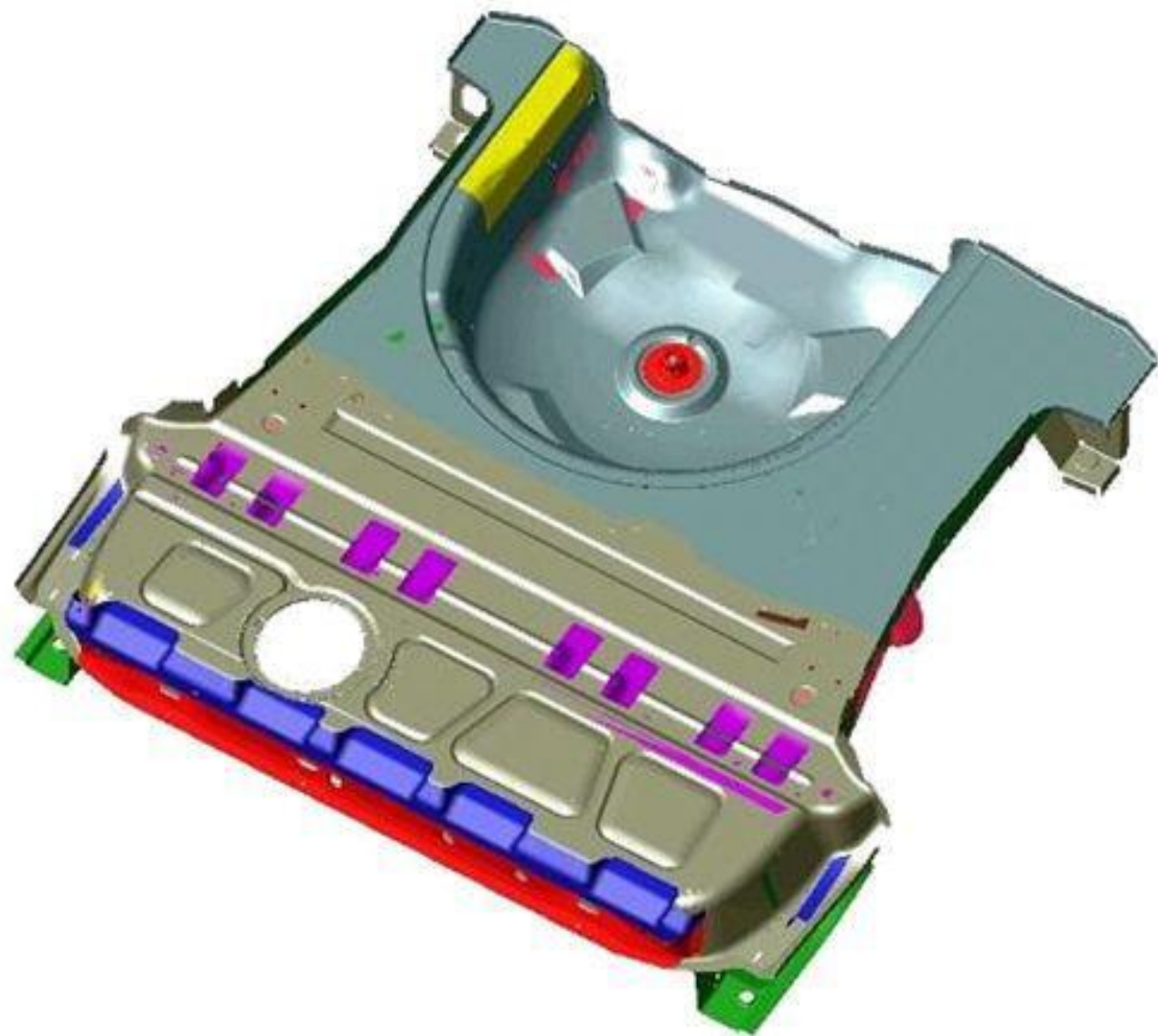


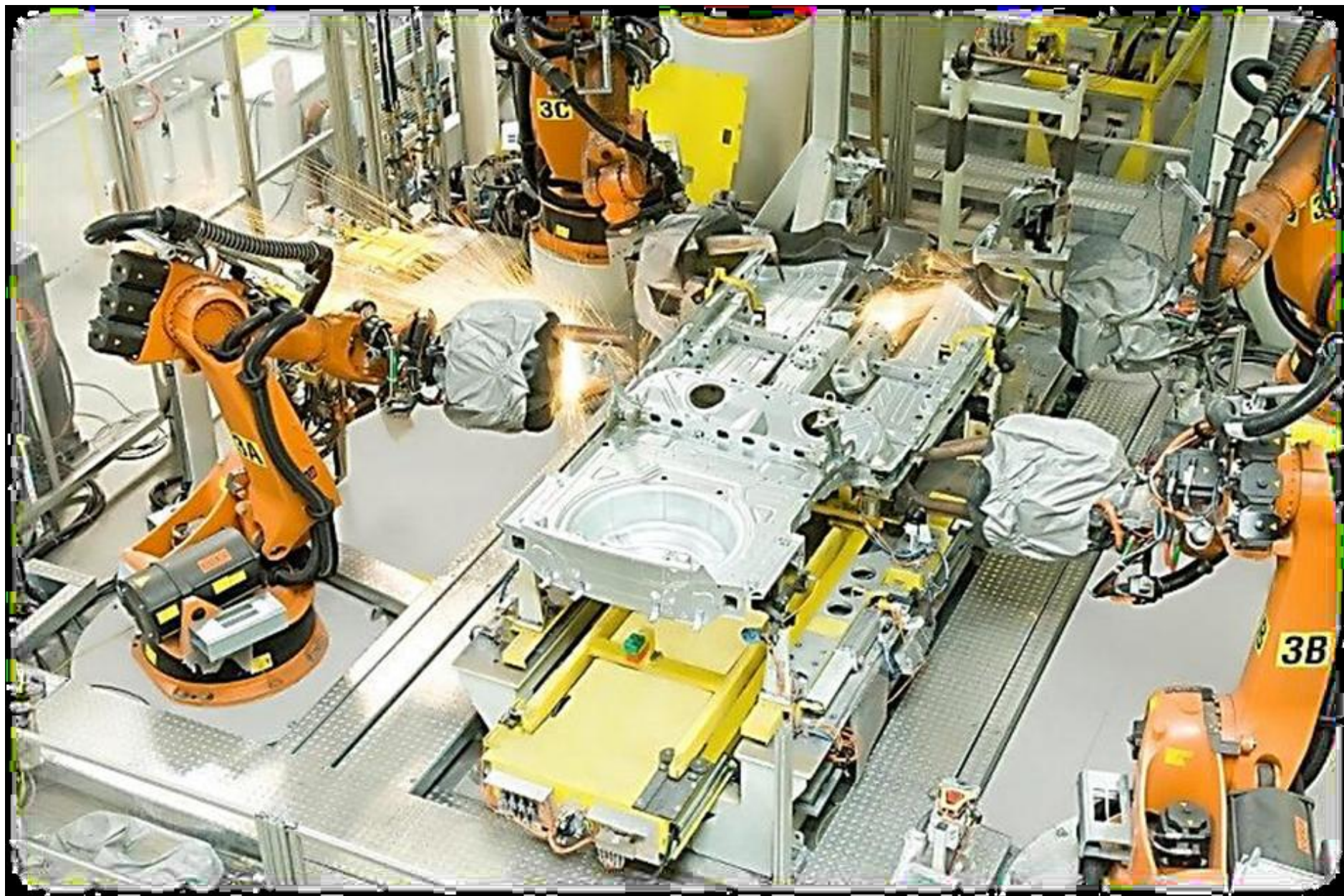
Stavba platformy automobilu











Statická torzní tuhost

I-DEAS Visualizer

Frame 1 of 4

Display 1

Fem1

B.C. 0.TIME = 2.0, STRESS_3

ABAQUS 5.8-14 : *STATIC

STRESS Von Mises (without Beams) Unaveraged Top shell

Min: 6.63E-19 mN/mm² Max: 6.07E-03 mN/mm²

B.C. 0.TIME = 2.0, DISPLACEMENT_4

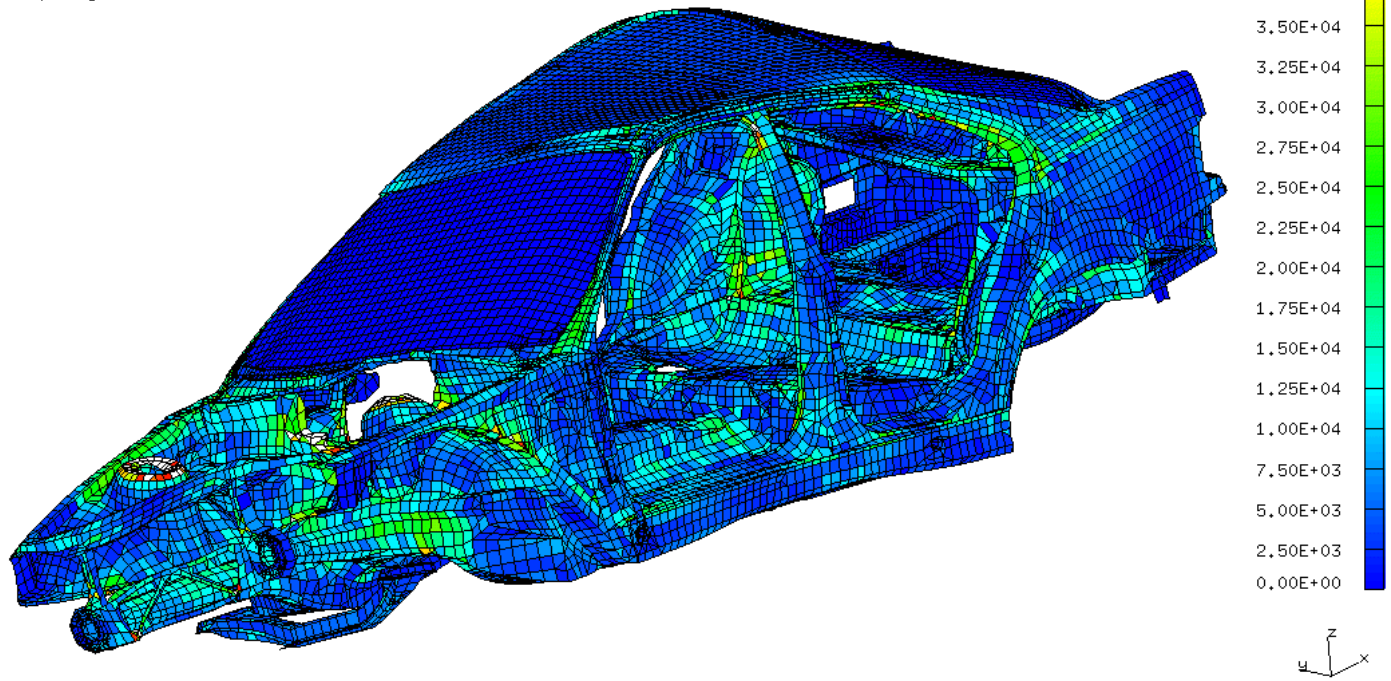
ABAQUS 5.8-14 : *STATIC

DISPLACEMENT XYZ Magnitude

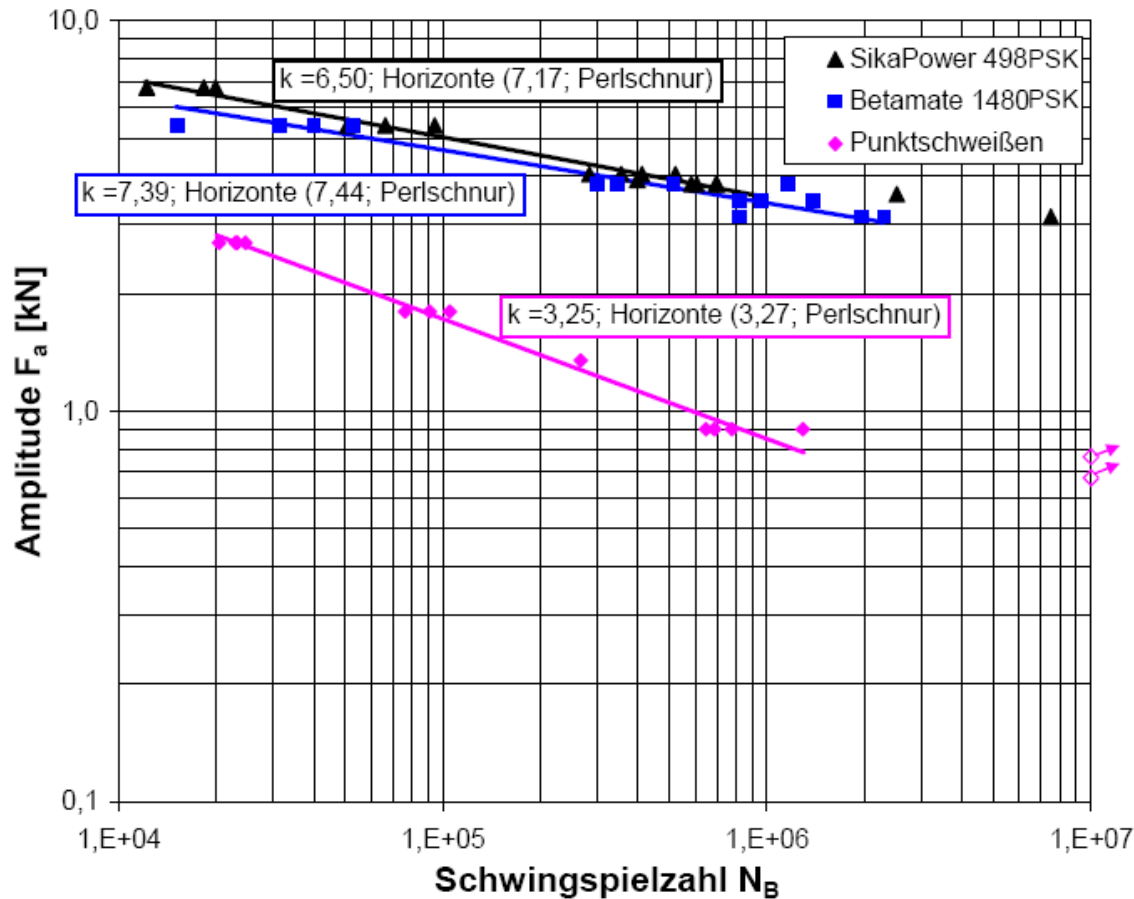
Min: 2.77E-35 mm Max: 3.80E+00 mm

Part Coordinate System

Frequency: 0.00E+00 Hz



Únavová pevnost při kmitavém napětí



Fügeteilwerkstoffe:

22MnB5, UsiBor; $t_1 = 1,5$ mm
HCT600XD; $t_2 = 1,3$ mm

Klebstoffe:

Betamate1480
SikaPower 498
Aushärtung: 180°; 30 min.

RP – Anlage:

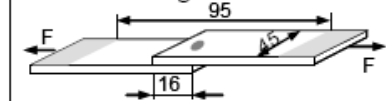
1000 Hz, KSR
Elektrode: ISO 5821-F1-16x22
 $\varnothing d_2 = 8$ mm

Schweißparameter:

Elektrodenkraft: 4500 N
Stromzeit: 2*150 ms; $t_p = 40$ ms
Schweißstrom:
 $I_{S1} = 9,2$; kA $I_{S2} = 10,2$ kA

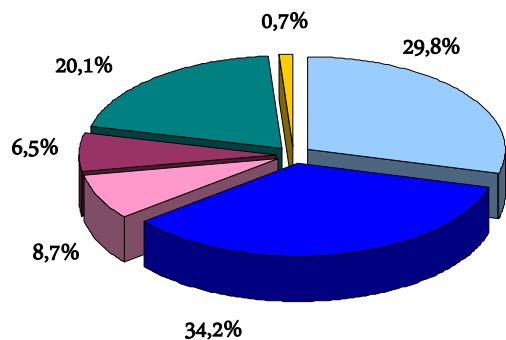
Prüfmethode:

Wöhler, $R = 0,1$
Frequenz: ca. 54 Hz
Auswertung: Probenbruch

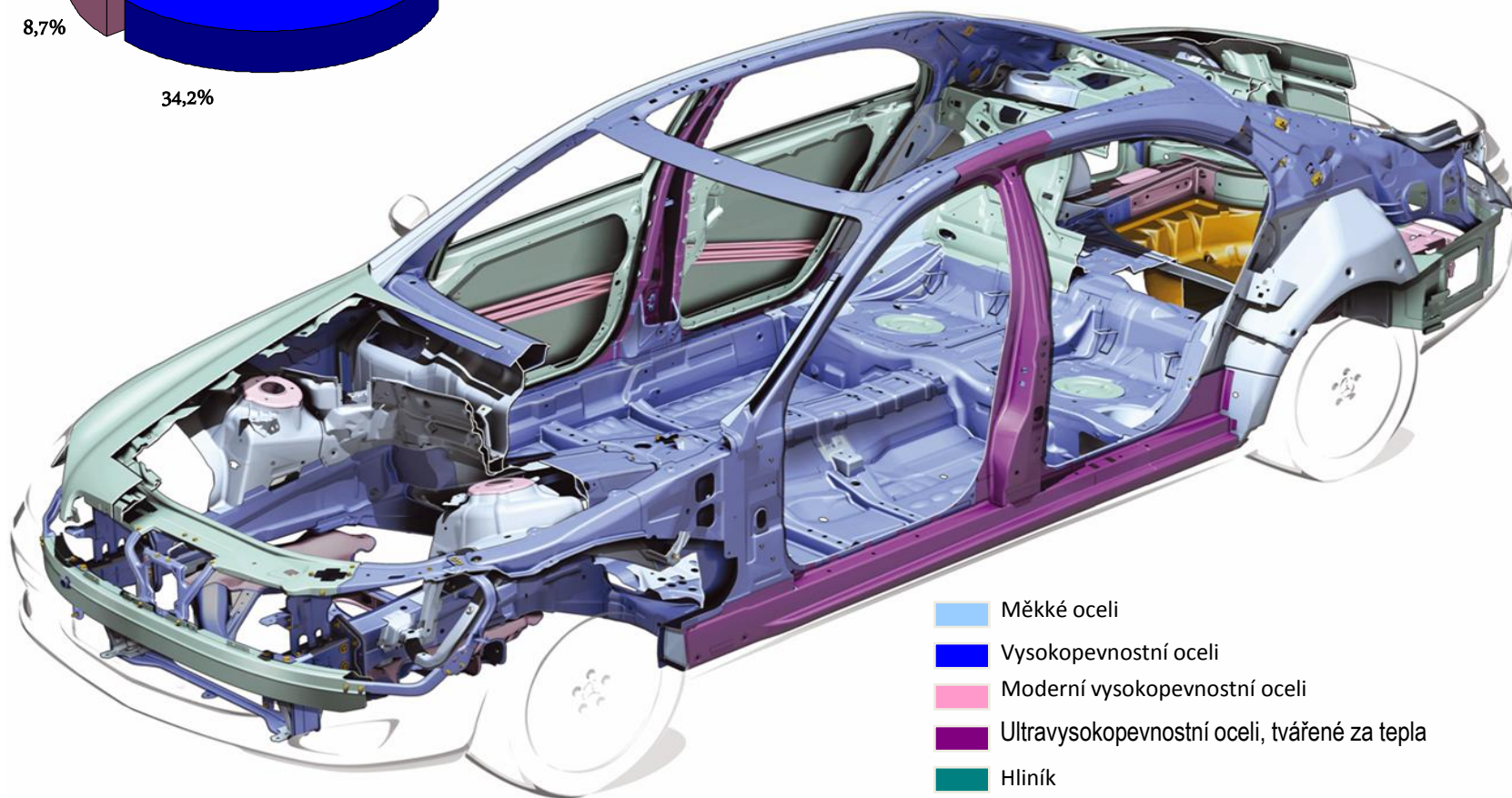


© LWF - Paderborn
Hahn / Thommes

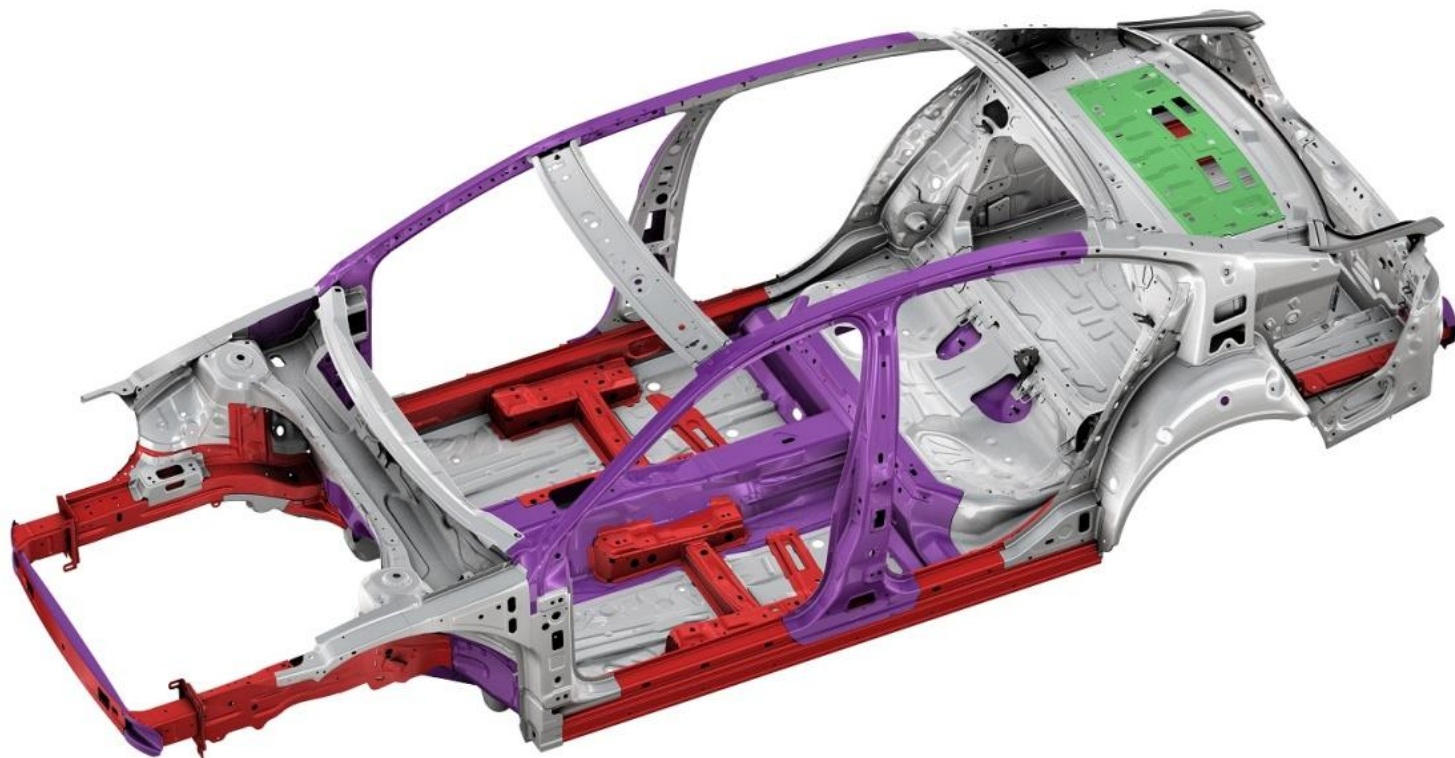
Nová třída S:



Mercedes třída S



- Měkké oceli
- Vysokopevnostní oceli
- Moderní vysokopevnostní oceli
- Ultravysokopevnostní oceli, tvářené za tepla
- Hliník
- Plasty





Audi

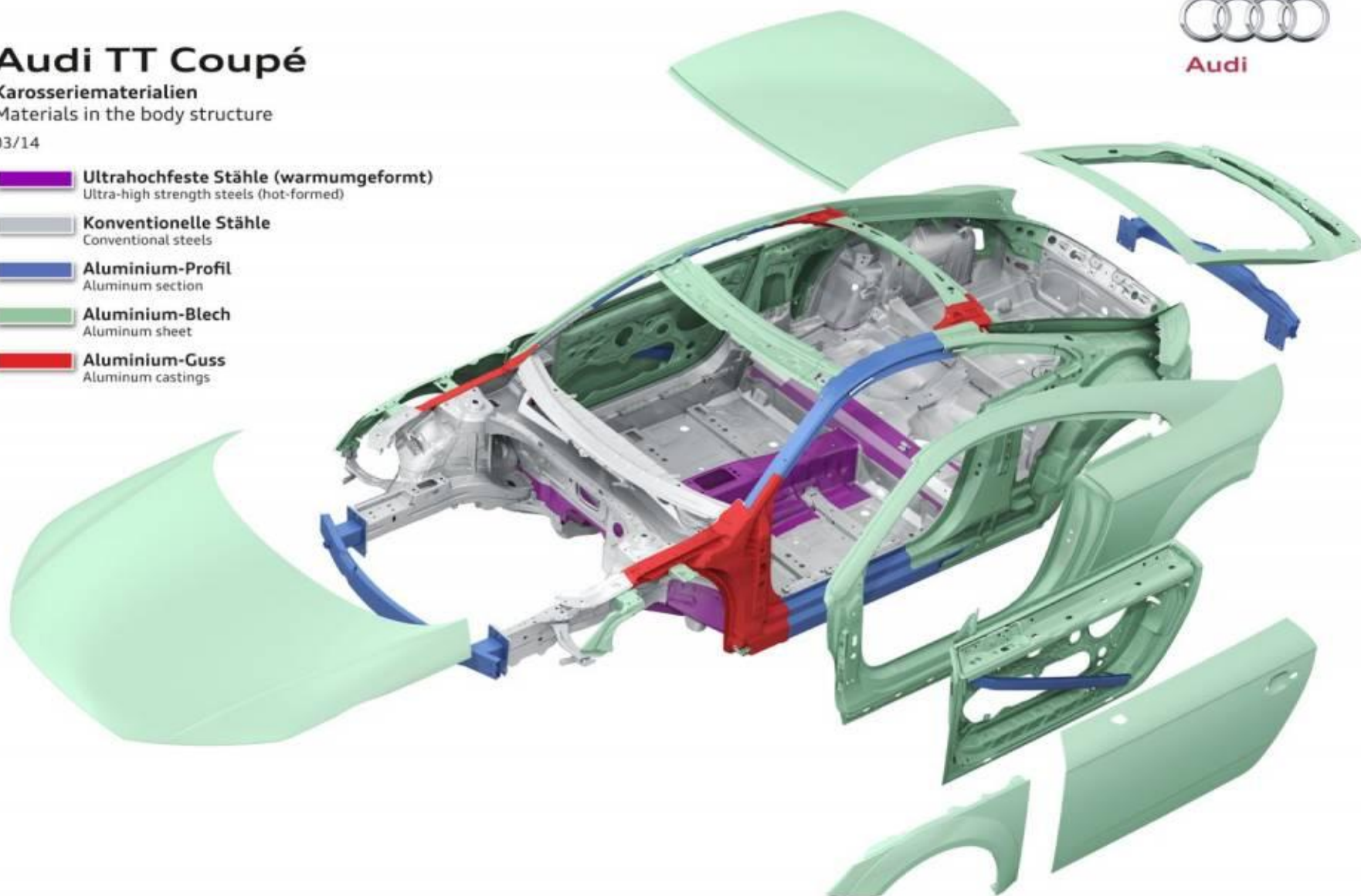
Audi TT Coupé

Karosseriematerialien

Materials in the body structure

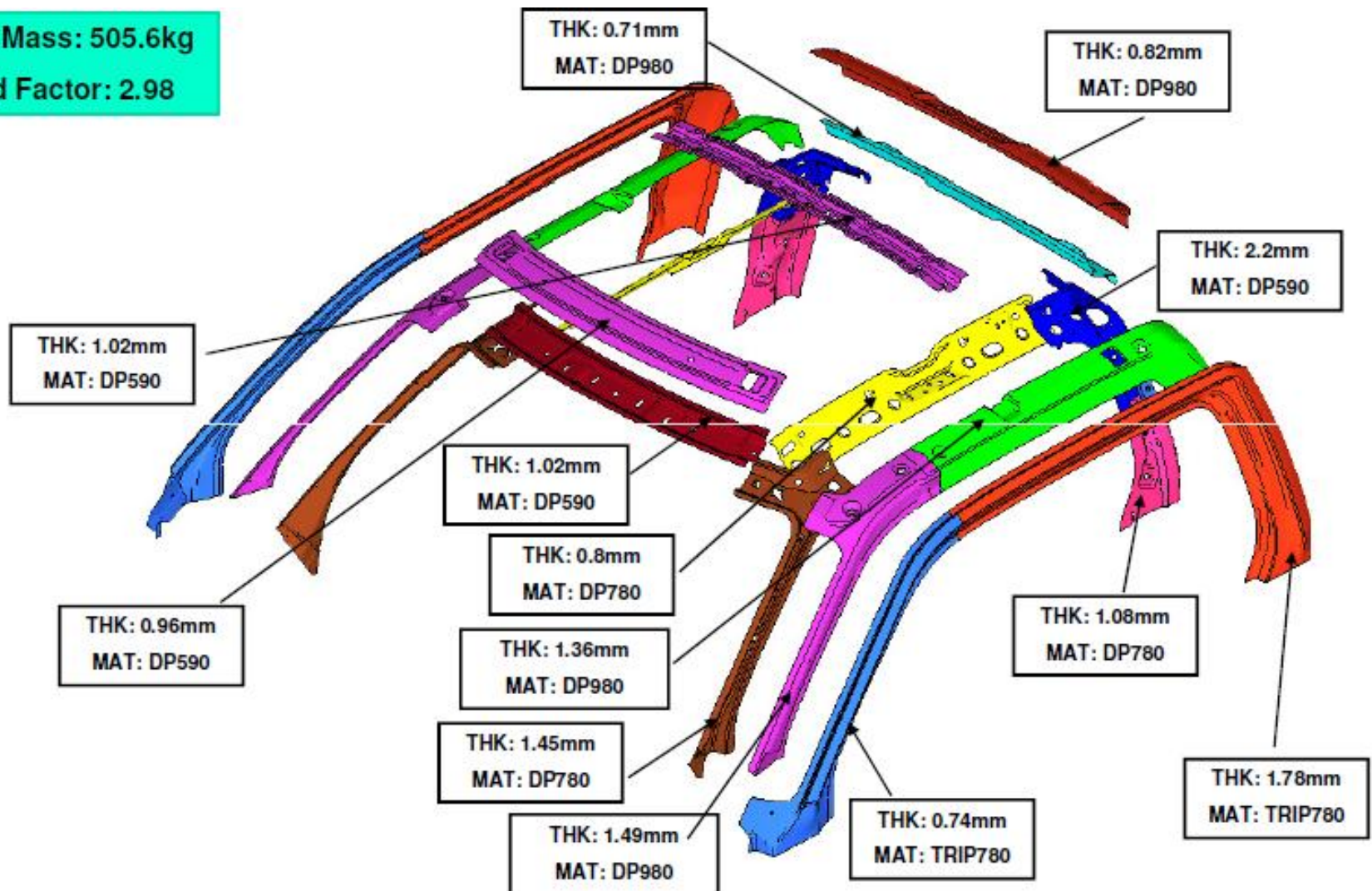
03/14

-  **Ultrahochfeste Stähle (warmumgeformt)**
Ultra-high strength steels (hot-formed)
-  **Konventionelle Stähle**
Conventional steels
-  **Aluminium-Profil**
Aluminum section
-  **Aluminium-Blech**
Aluminum sheet
-  **Aluminium-Guss**
Aluminum castings



Materiálové složení střechy automobilu

Cab Mass: 505.6kg
Load Factor: 2.98



TECHNOLOGIE HYBRIDNÍHO SPOJOVÁNÍ

**Spojování pomocí deformace
materiálu - tvářením**

Zákony plastické deformace

Zákon nejmenšího odporu

Zákon neodlučitelnosti pružné
deformace

Zákon přídatných napětí a
nerovnoměrnosti deformace

Zákon stálosti objemu

Zákon podobnosti

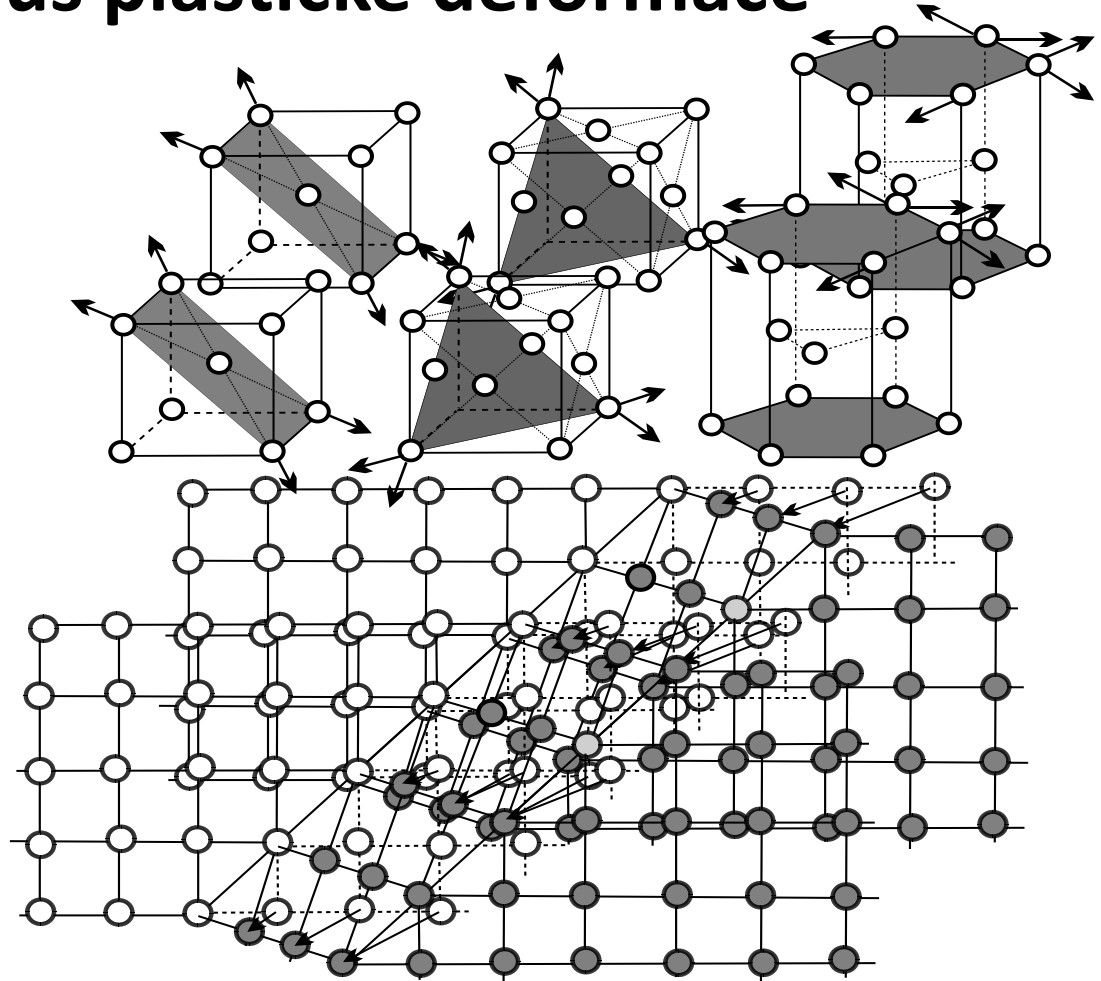
TVÁŘENÍ

Působením vnějších sil, prostřednictvím nástroje na materiál, dochází k přemísťování částic materiálu do požadovaného tvaru, aniž by došlo k porušení jeho soudržnosti

- Vnější síly, působící na kovovou součást, kov přetvářejí (deformují)
- Deformace elastická (pružná) a deformace plastická se vyskytují současně
- Jakmile vnější síly přestanou působit, elastická deformace vymizí, plastická deformace zůstane (odpružení)

Mechanismus plastické deformace

- Transkrystalický skluz
- Dvojčatění
- Pokluzy po hranicích zrn



PLASTICITA + ZPEVNĚNÍ

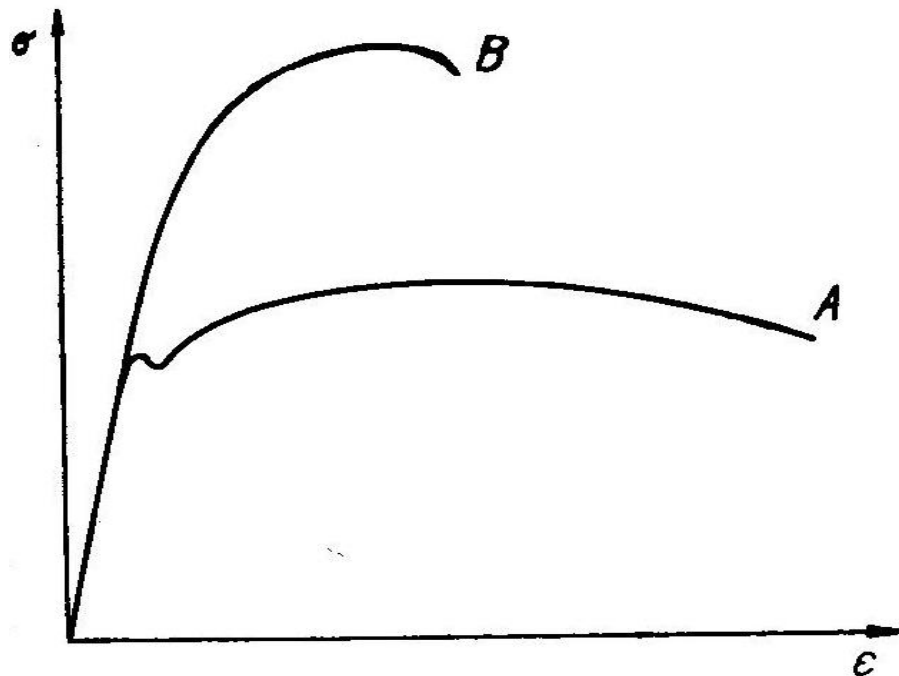
Plasticita je základní vlastnost kovů,
podmíněná jejich atomovou stavbou

- Při tváření kovu za studena dochází k jeho zpevnění
- Důvodem je zablokování dislokací, což způsobuje vnitřní pnutí

Zpevnění se navenek projevuje:

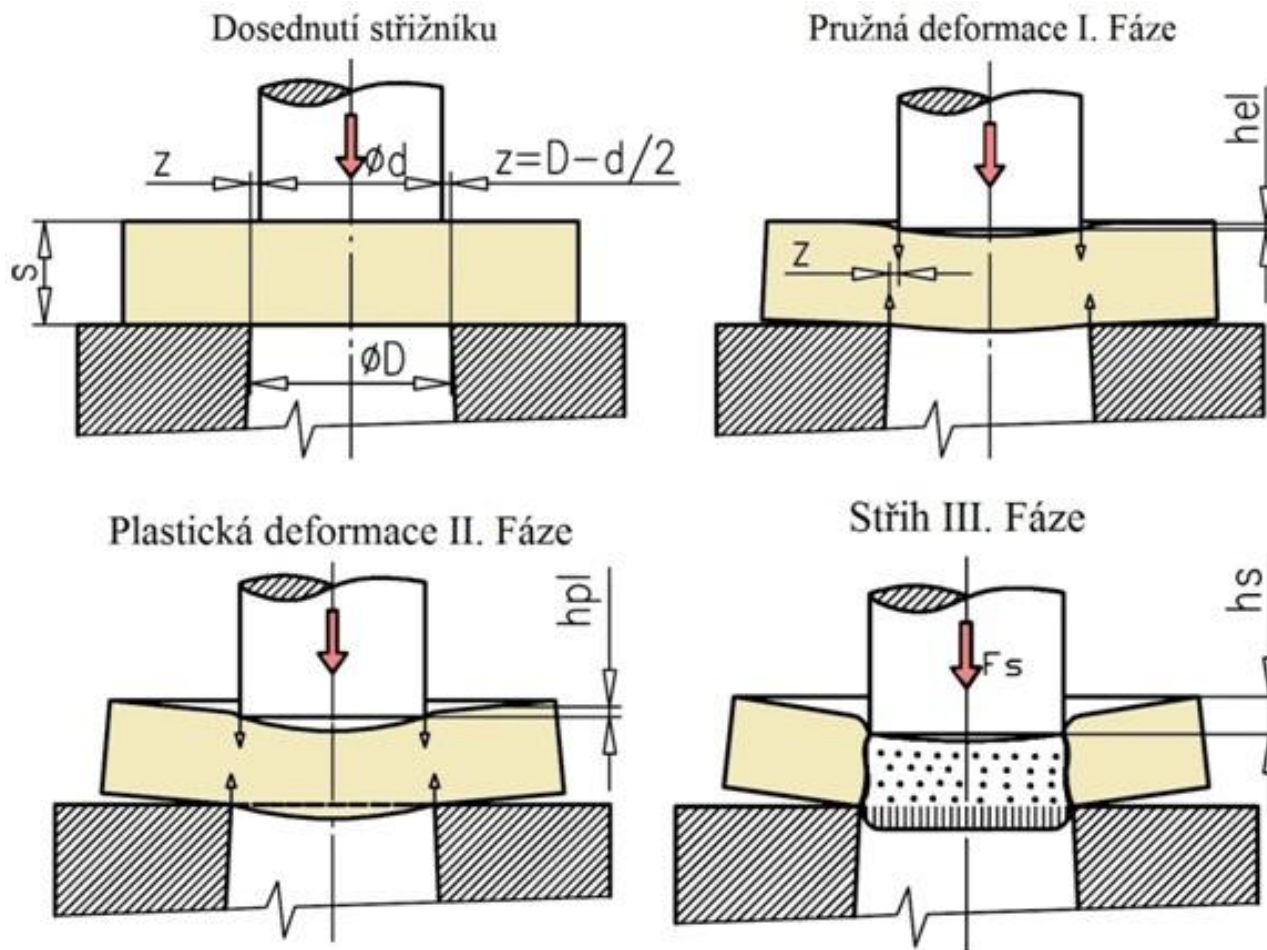
- Růstem pevnosti, tvrdosti a meze kluzu
- Snížením tažnosti a vrubové houževnatosti

ZPEVNĚNÍ V TAHOVÉM DIAGRAMU



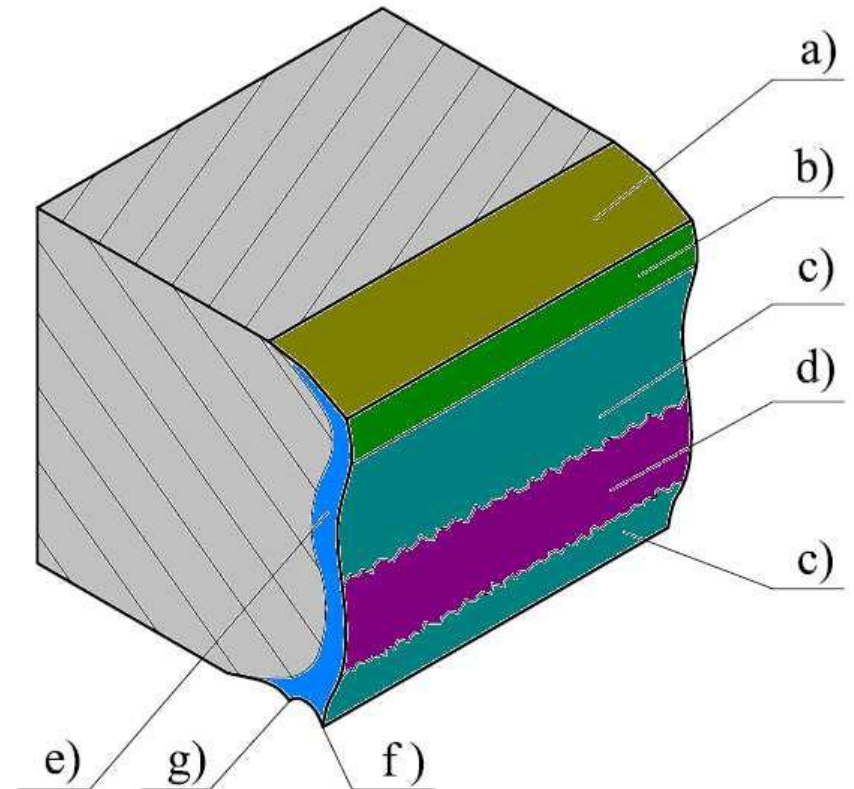
A – nezpevněný materiál, B – zpevněný materiál

Stříhání

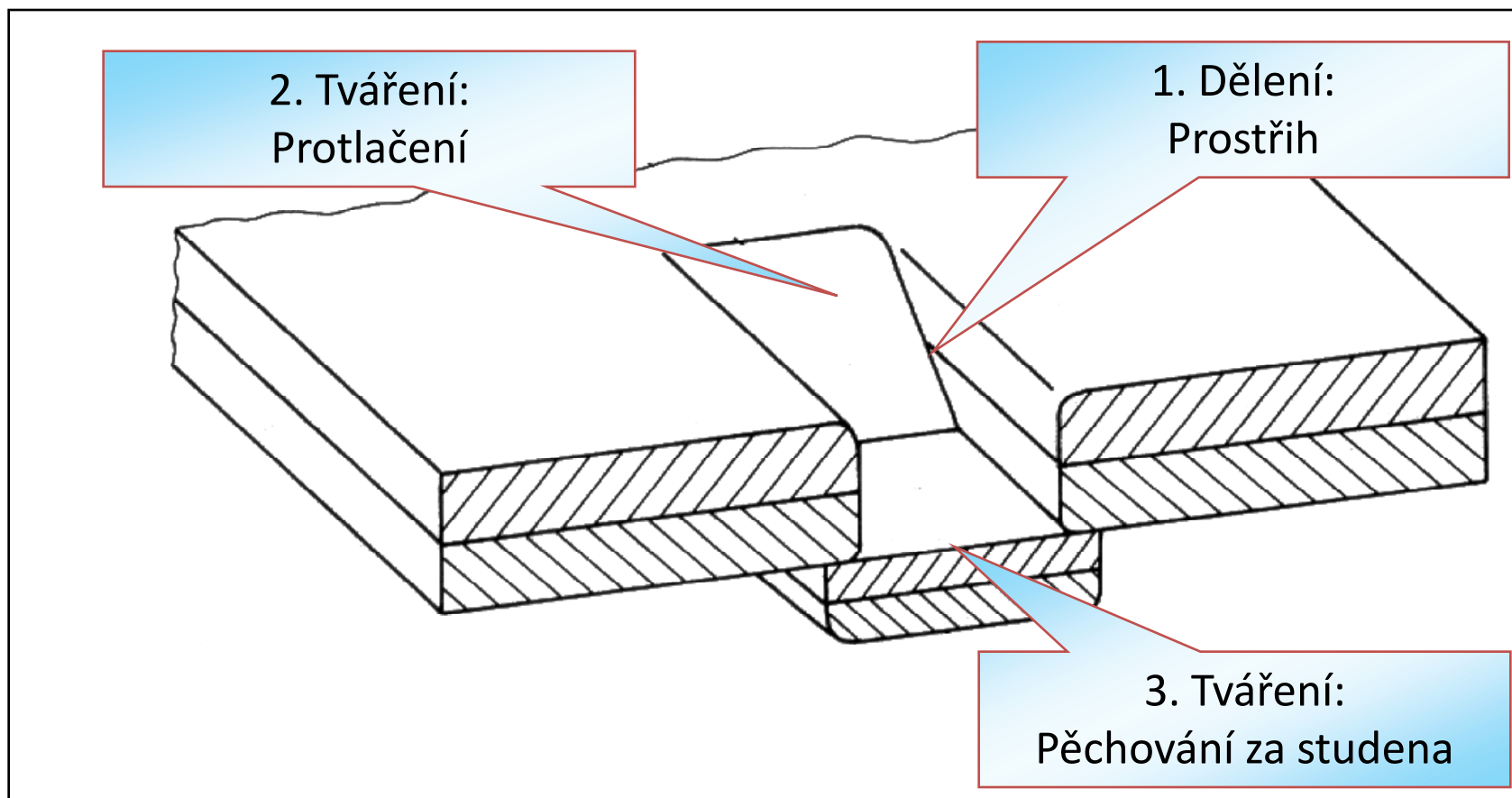


Střižná plocha

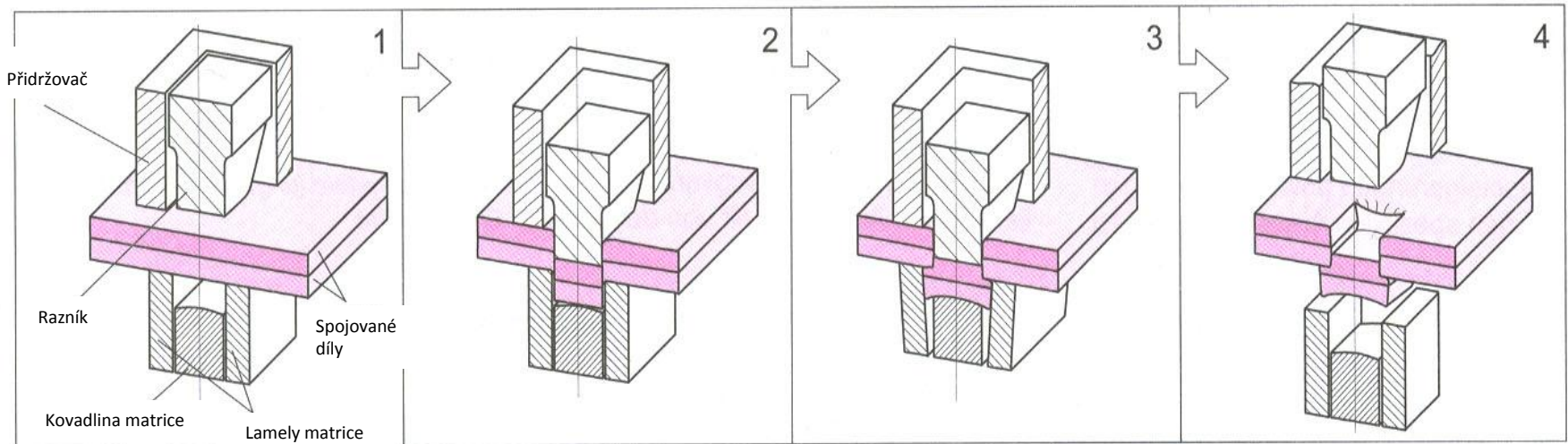
- a) **Oblast zeslabení tloušťky** - nástroj pěchuje stříhaný materiál a nepatrně do něj vniká
- b) **Plastický stříh** - nejhladší a nejpřesnější oblast stříhu, vznikne plastickým zatlačením břitu nože do materiálu
- c) **Oblast lomu** - horní část se prohlubuje a spodní část vystupuje
 - na velikost prohloubení má vliv střižná vůle (prohloubení se zvětšuje se zmenšující se střižnou vůlí)
- d) **Plocha otěru**
- e) **Plocha zpevnění** (měkký materiál 20 až 30 % t) otupení břitu nástroje a snižující se tvárnost materiálu způsobuje, že se hodnota zpevněné oblasti zvětšuje
- f) **Místo otřepu** (jeho velikost roste se zvětšujícím se otupením spodního nože a s vyšší tvárností materiálu.
- g) **Vtisknutí nože** – u nástroje s větším úhlem čela



Clinching s prostřihem



Clinching s prostřihem s dělenou maticí



Clinching s prostřihem s dělenou maticí

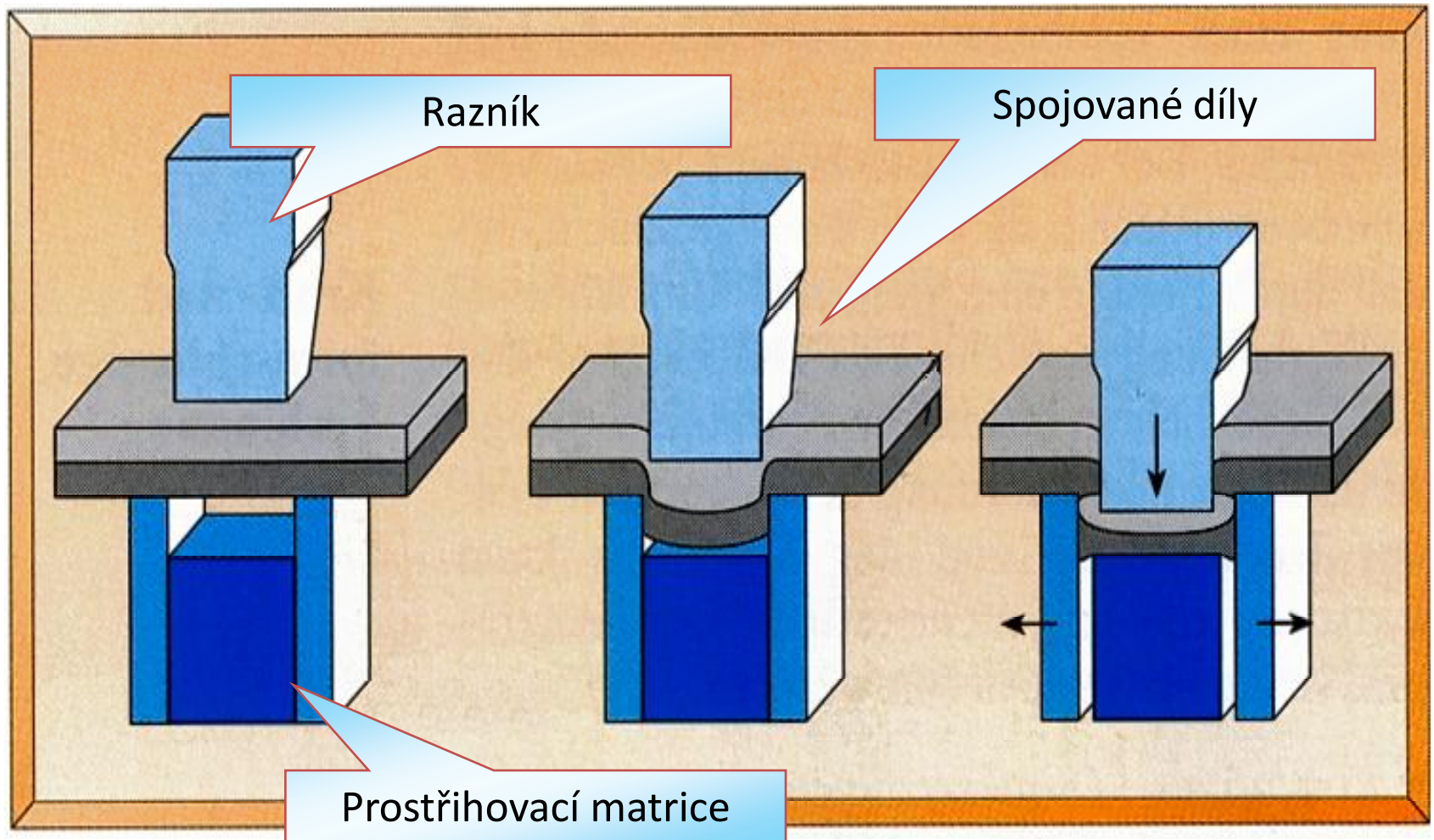
Charakteristika klinčování s prostřihem s dělenou maticí:

- Vyšší kvazistatická a dynamická pevnost oproti klinčování bez prostřihu
- Nutný přístup ze dvou stran
- Charakteristické pro spojovací prvek ve tvaru hranolu je to, že dojde k prostřižení spojovaného dílu na straně razníku a matrice

Výhody:

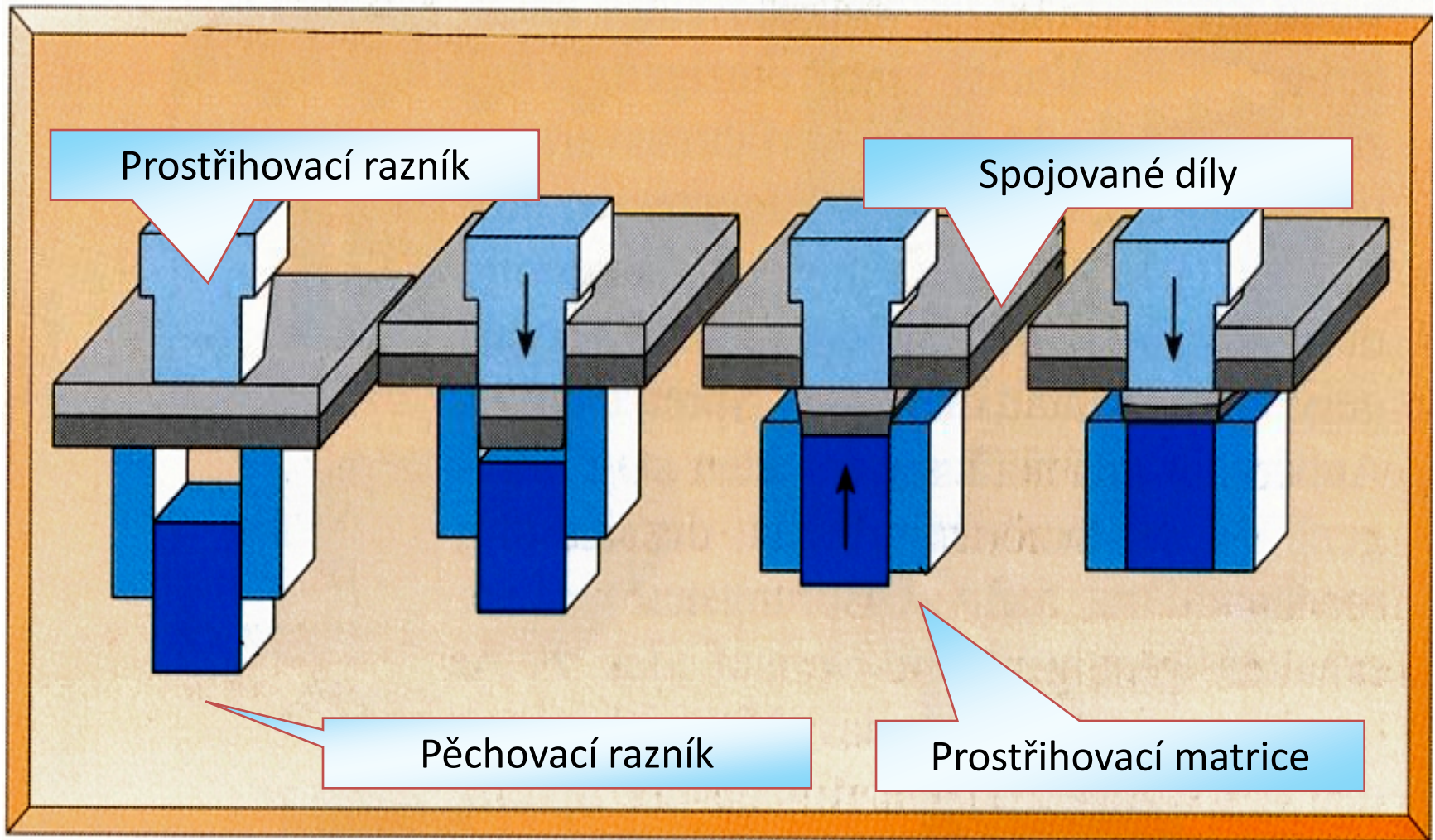
- Spojovací prvek zajištěn proti protáčení
- Možnost spojení dvou nebo více spojovaných dílů
- Možnost spojení materiálů s tloušťkou jednotlivých dílů $> 2,0$ mm
- Levné nástrojové sady
- Nutné přesné vycentrování nástrojů jen v jedné ose
- Poměrně malé spojovací síly

Protlačování, spojování tlakem (klinčování)



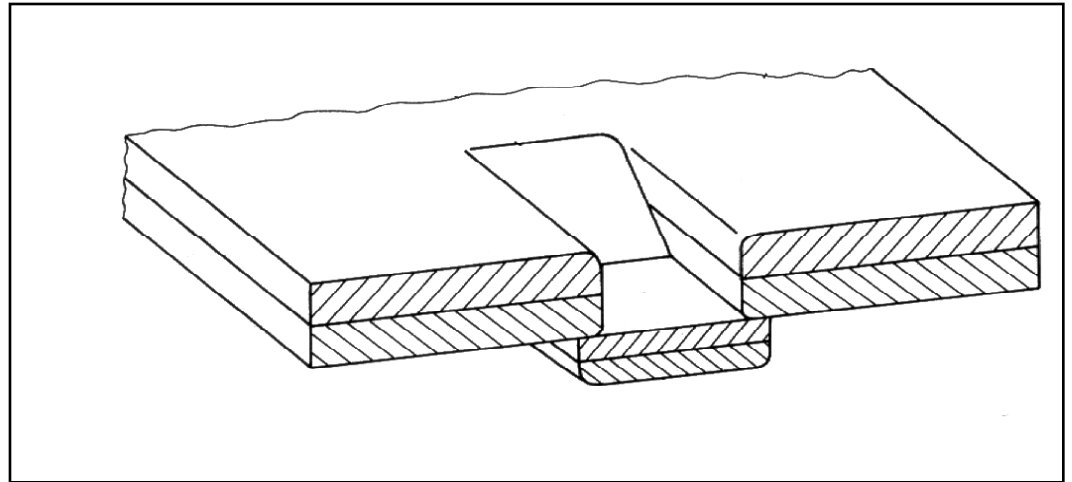
Zdroj: Budde& Pilgrim 1995

Protlačování, spojování tlakem (klinčování)



Zdroj: Budde& Pilgrim 1995

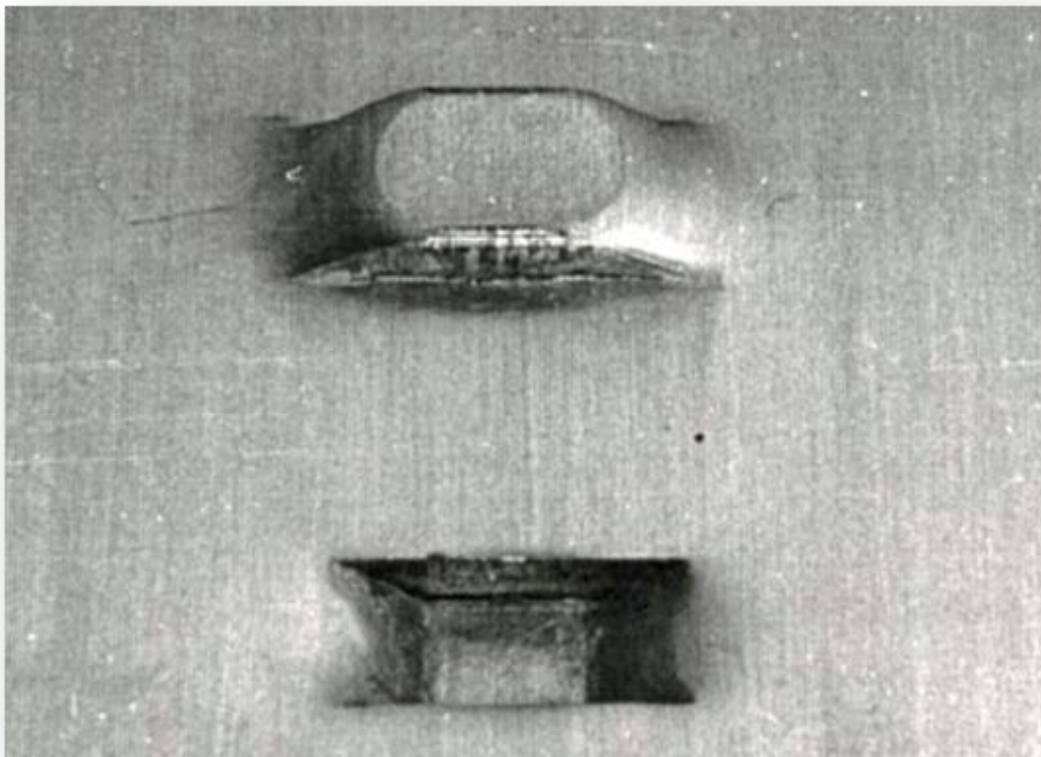
- Na rozdíl od klasické metody se zde nastříhává jen spojovaný díl na straně matrice. Kromě popsaných výhod se tato metoda vyznačuje tím, že pomocí ní lze zhotovit spoje utěsněné vůči pronikání kapalin a plynů s vyšší kvazistatickou a dynamickou zatížitelností.
- Při posuzování kvazistatických smykových pevností v tahu je v případě této geometrie klinčových prvků nutno rozlišovat druh zatížení a polohu spojovacího prvku.
- Lze zhotovit spojovací prvek zajištěný proti protáčení



Výhody protlačování:

- Žádné přídavné konstrukční díly a přídavné materiály
- Možnost vzájemného spojení plechů rozdílné tloušťky
- Žádné tepelné zatížení
- Zvýšená pevnost tvářením za studena

Příklad spoje



Klinčování a lepení

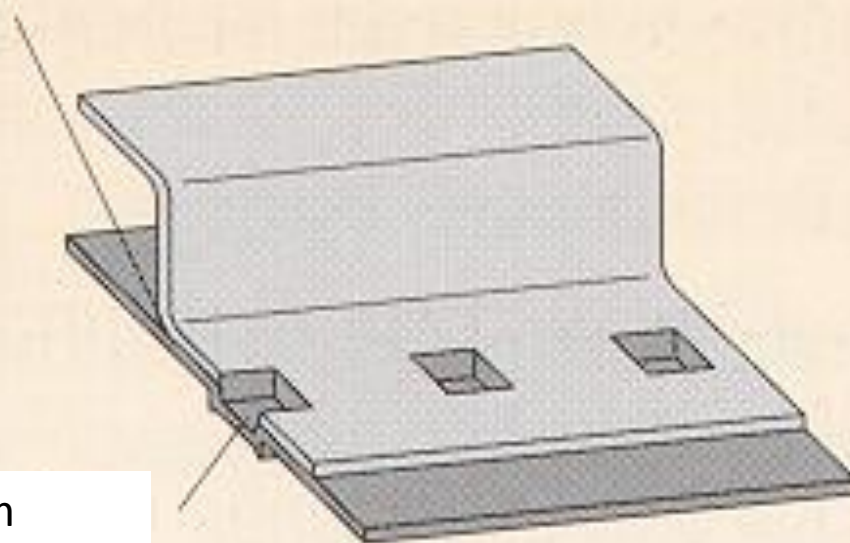
Spoj zhotovený kombinací lepení a klinčování

Spojení lepidlem

Funkce: Pevnost

Spojení klinčováním

Funkce: Zafixování



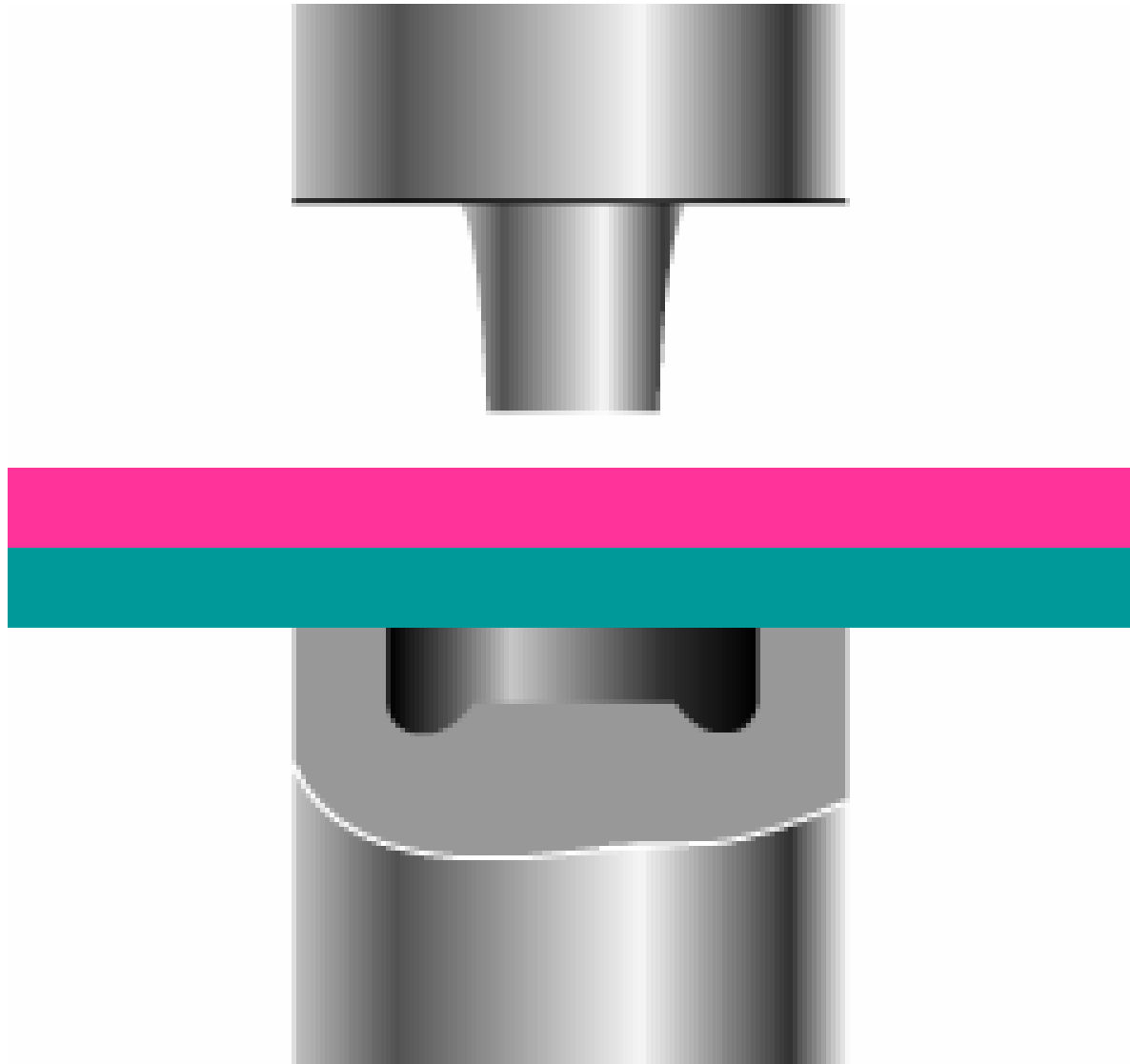
Metoda spojování plechů - clinching

- Klinčování (v anglickém originále clinching)

je metodou spojování plechů bez použití dodatečných spojovacích prvků za použití speciálních nástrojů, které plastickou deformací spojí plechy k sobě a vytvoří mechanický zámek.

- Klinčování definuje proces spojování podle normy DIN 8593 pro výrobní technologie.
- Klinčovací nástroje se většinou skládají ze speciálního razníku a matrice.

Princip metody





- Existují dva základní typy matric - s pohyblivými elementy a bez pohyblivých elementů.
- Při klinčování razník stlačí dvě vrstvy plechu do matrice a vytvoří tak trvalé nerozebíratelné spojení, které spojí obě vrstvy plechu dohromady. Tvar spojení závisí většinou na zvolené kombinaci razníků a matric - spojení může být kulaté nebo hranaté, s prostřihem nebo bez prostřihu spojovaných plechů.

- Klinčování se primárně používá v automobilovém průmyslu, při výrobě dopravních prostředků a kolejových vozidel, v průmyslu výroby domácích spotřebičů a elektrotechnickém průmyslu, kde většinou nahrazuje bodové odporové svařování. Touto metodou se spojují plechy nebo jiné materiály různé tloušťky, a to dokonce i s polepy nebo jinými mezivrstvami, pomocí tváření za studena.
- V průmyslových aplikacích se klinčování používá od tloušťky jednoho plechu 0,1 mm až do celkové tloušťky vrstev 12 mm a do pevnosti v tahu až 800 MPa.

Výhody klinčování

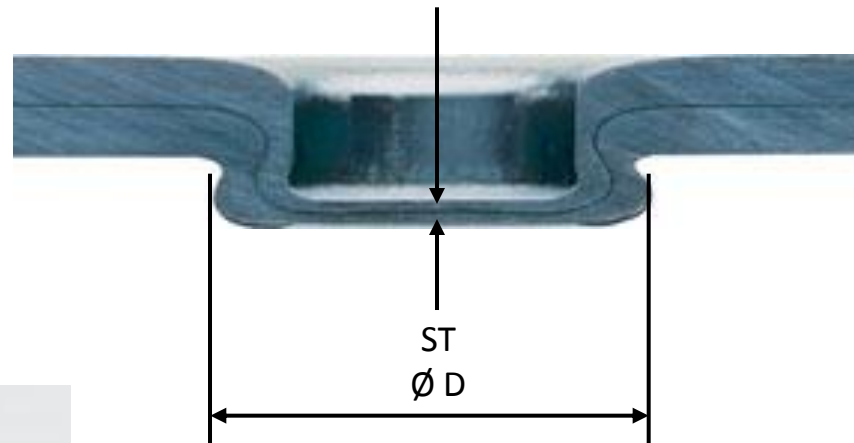
- Hlavními výhodami klinčování oproti bodovému sváření je, že jde o tváření za studena - ve spoji nedochází k tepelnému ovlivnění materiálu.
- Je to také velice čistá a ekologická metoda spojování materiálů - při klinčování nedochází oproti bodování k tvorbě výparů nebo jisker.
- Další výhodou je i možnost spojování lakovaných plechů. Časté aplikace jsou rovněž při spojování hliníkových plechů, kde je využití bodového sváření omezeno díky vysoké energetické náročnosti. Je možné jej snadno kombinovat s lepidly při zvýšení pevnosti spoje.

Kontrola kvality při klinčování

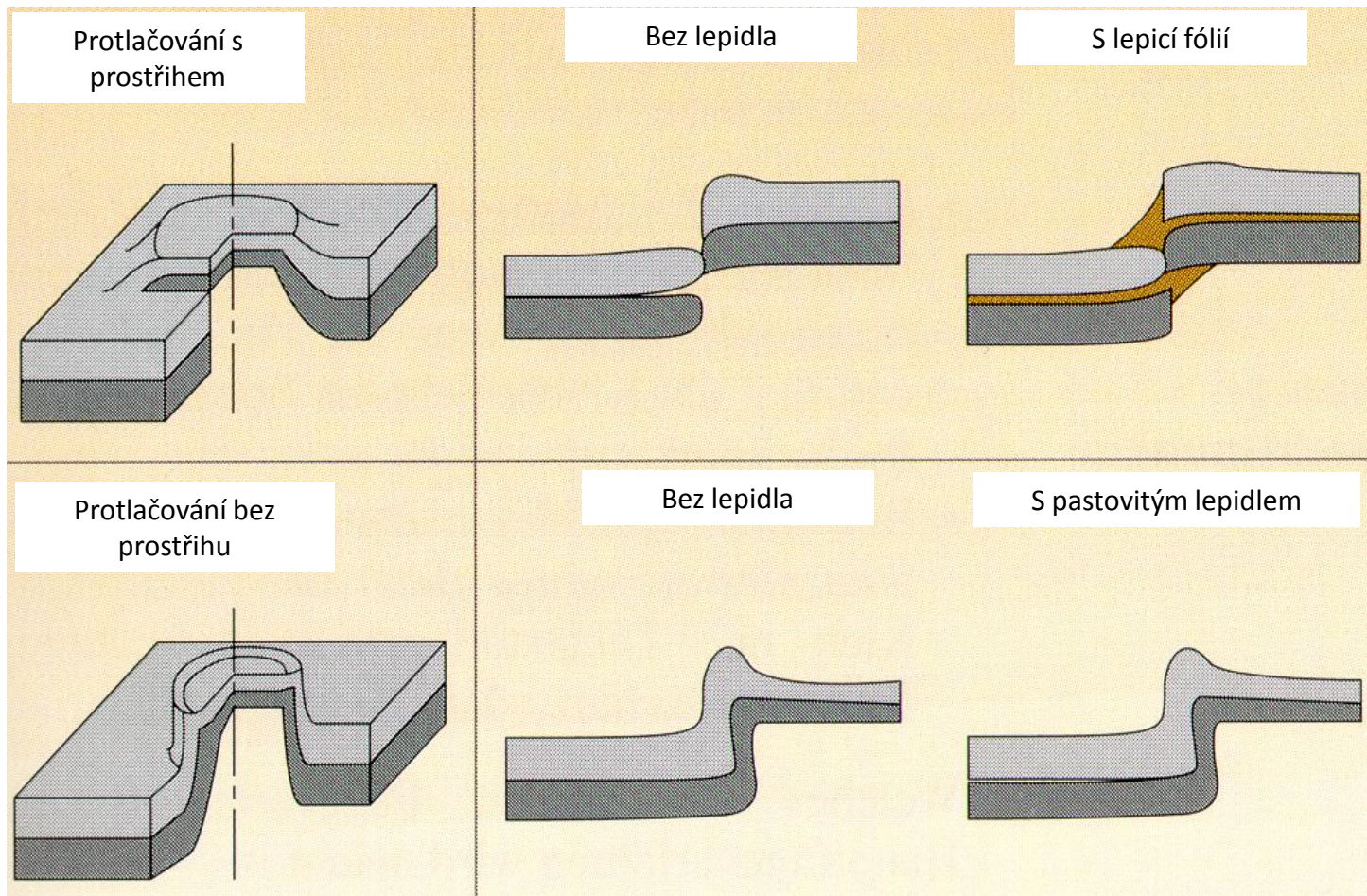
■ Měření zbytkové tloušťky dna

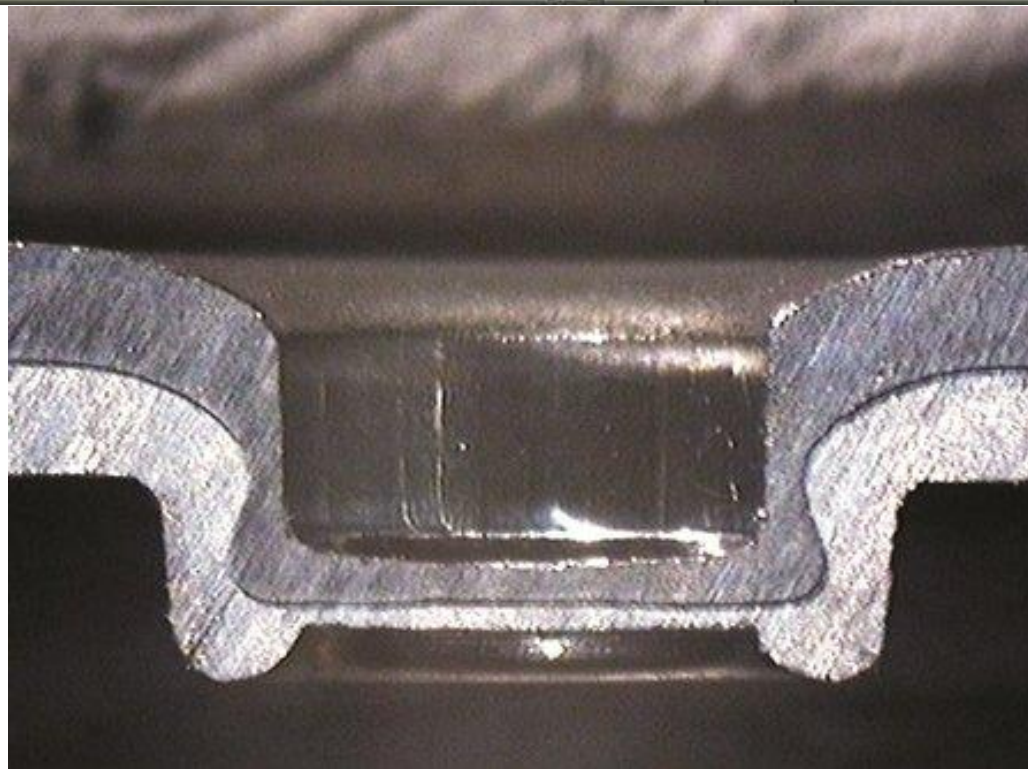
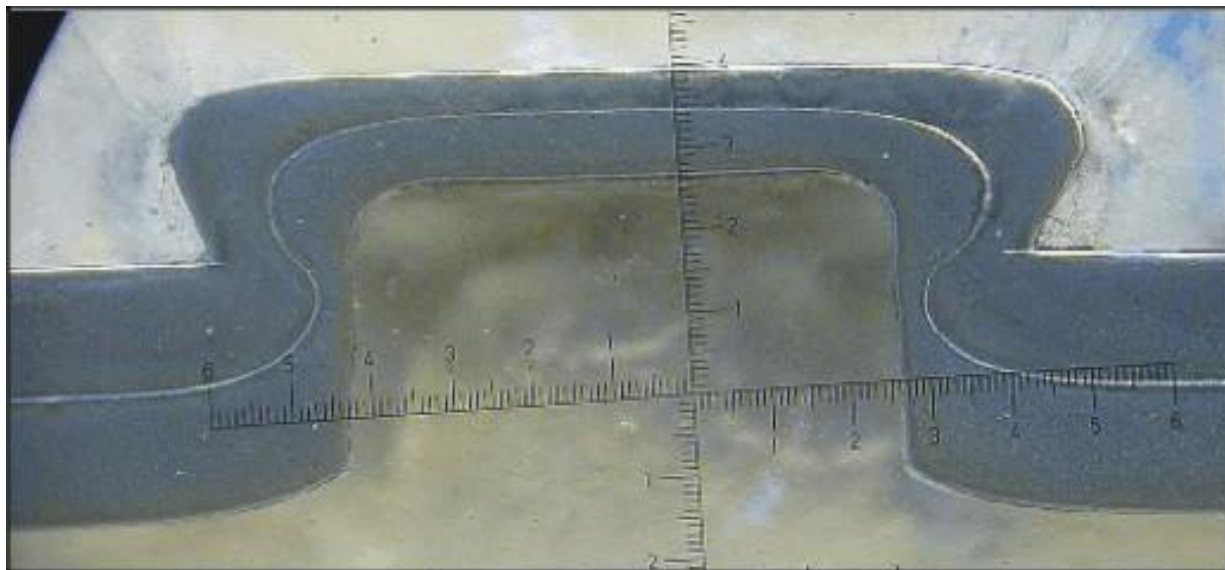


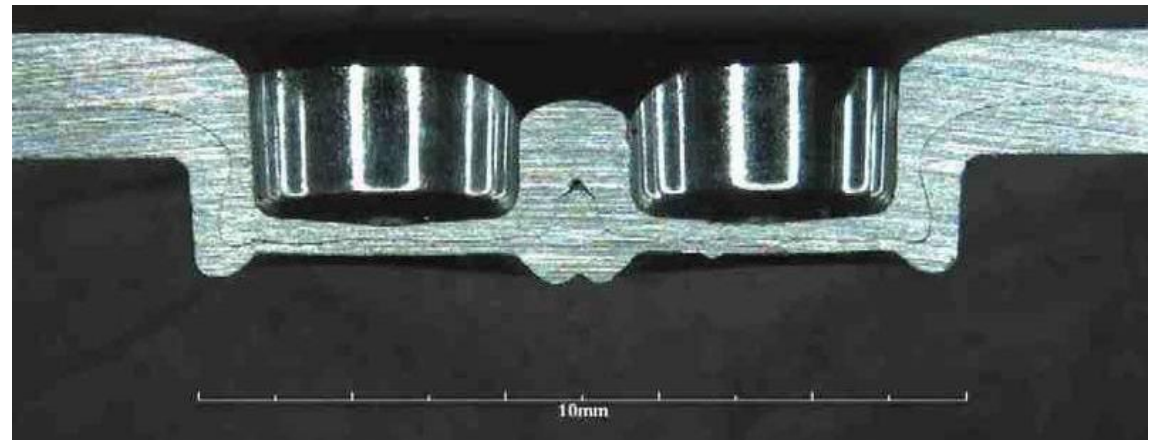
(Zdroj: Firma Böllhoff)

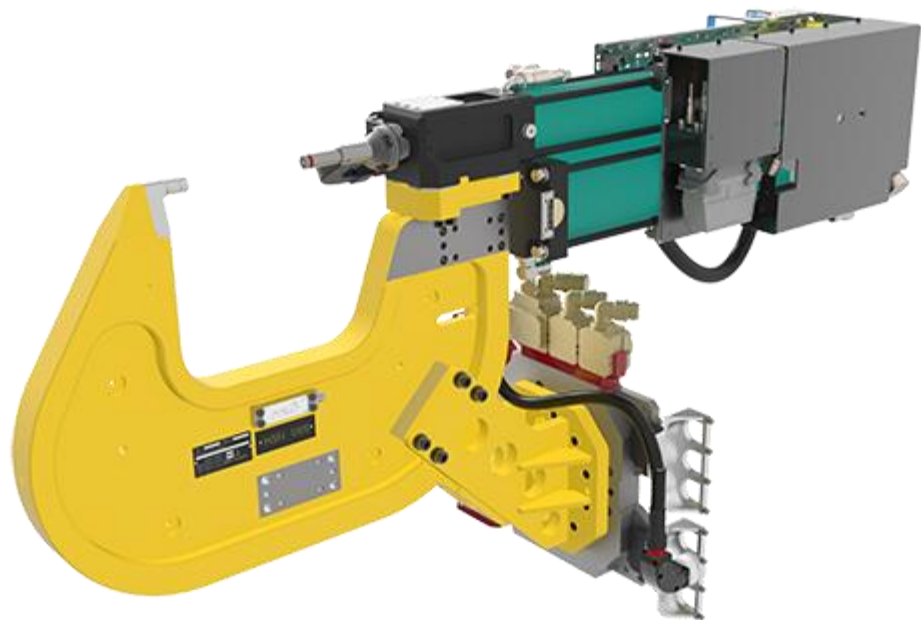
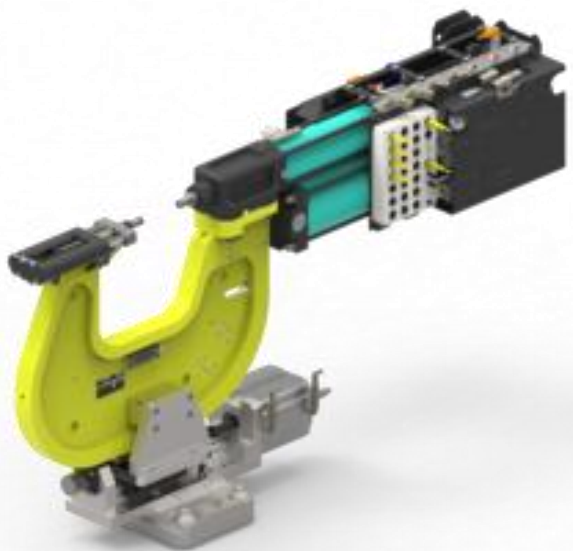


Klinčování a lepení



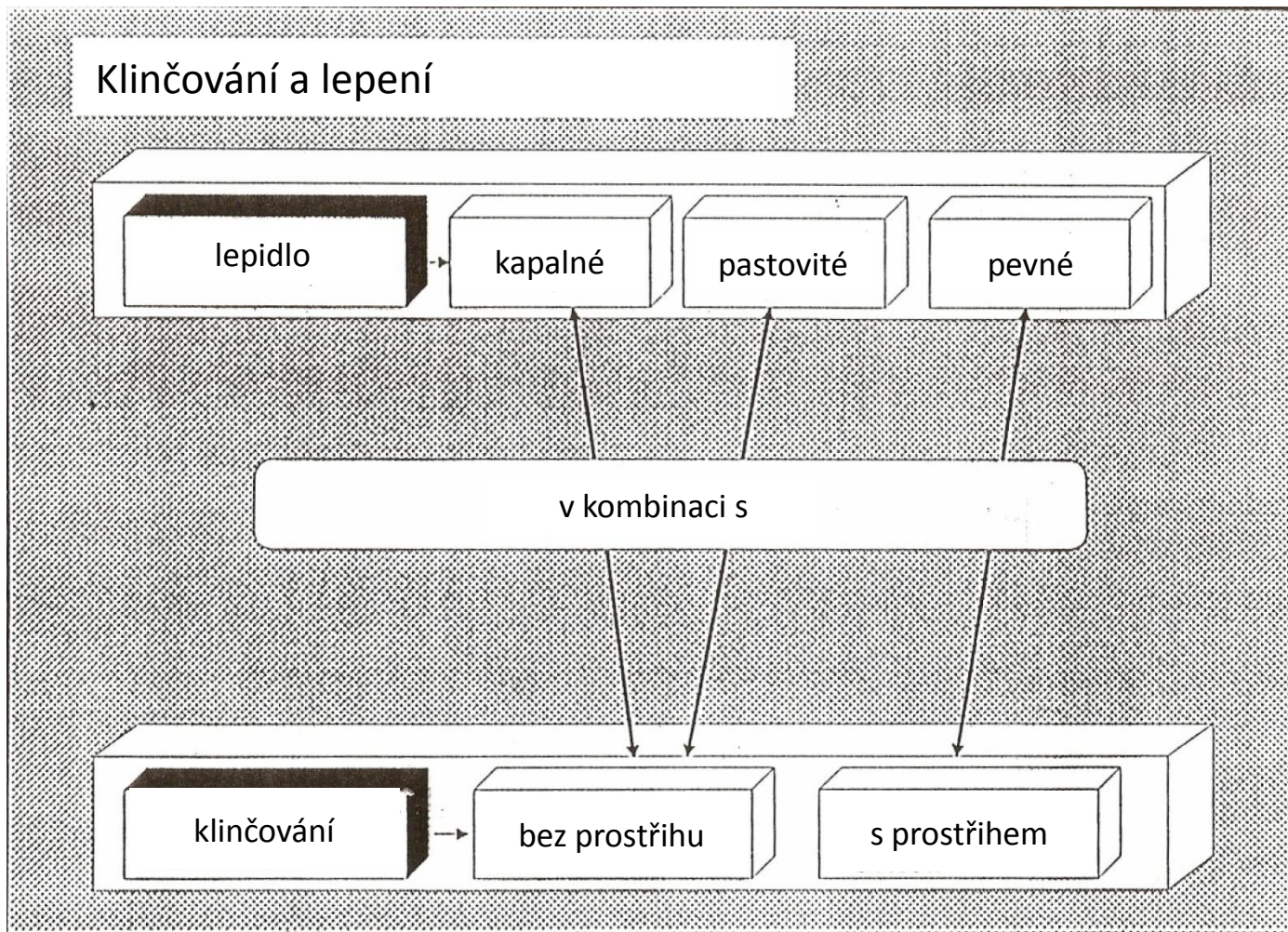




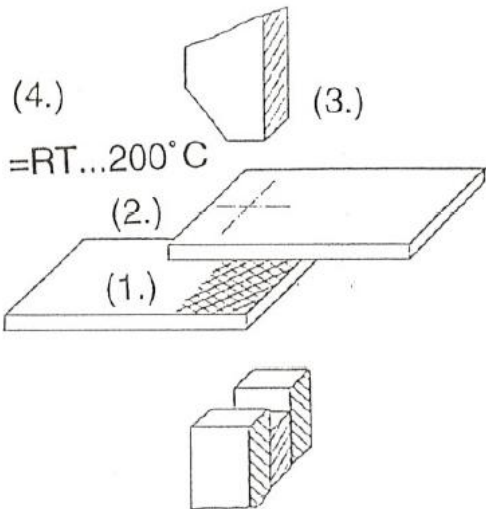
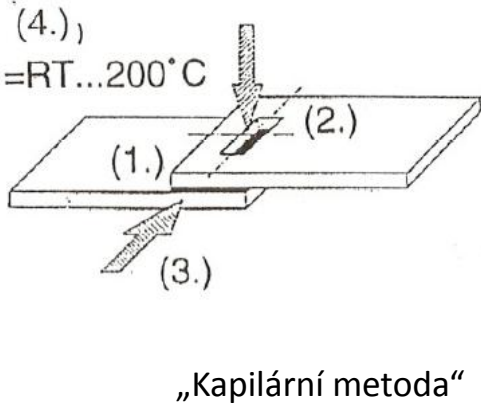
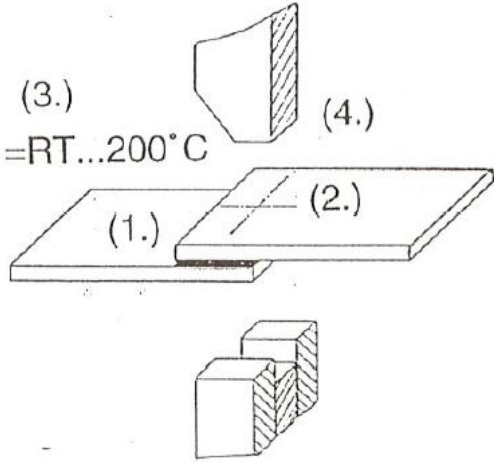




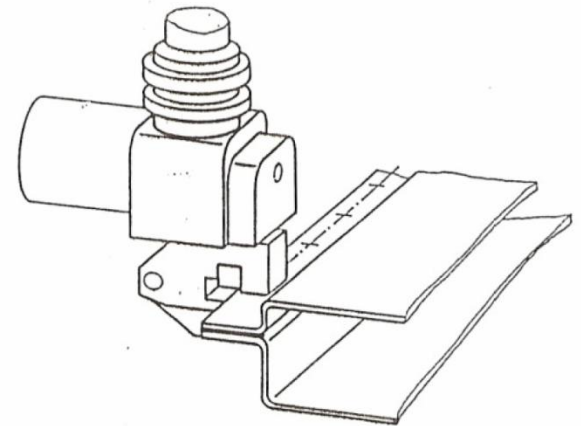
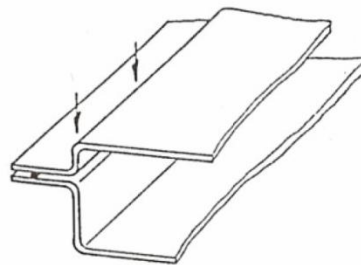
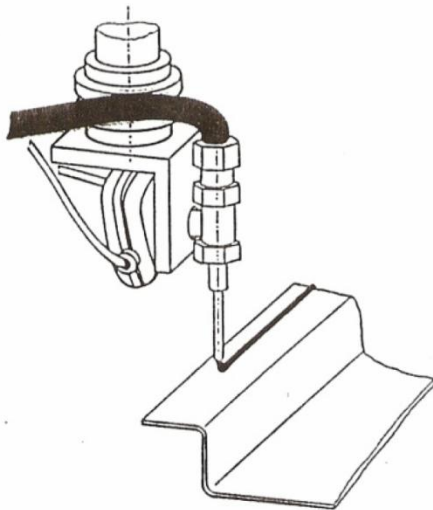
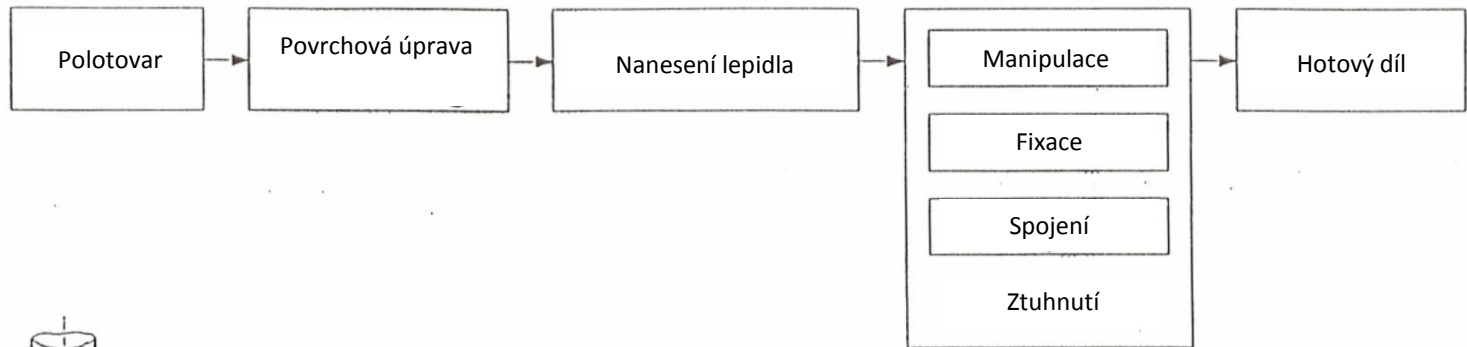
Spoje zhotovené klinčováním a lepením



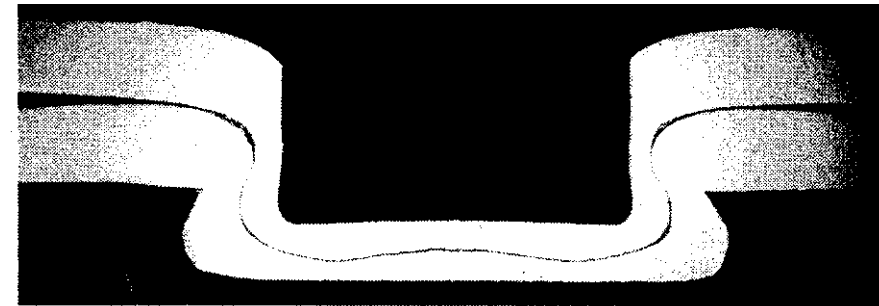
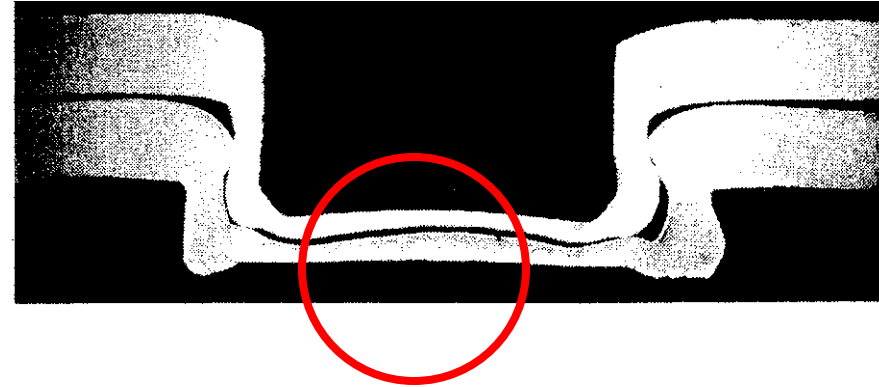
Možnosti klinčovaných lepených spojů

	 „Kapilární metoda“	
<u>VARIANTA 1</u> 1. Nanesení lepidla 2. Přiložení dílů k sobě 3. Mechanické spojení 4. Vytvrzení lepidla	<u>VARIANTA 2</u> 1. Přiložení dílů k sobě 2. Mechanické spojení 3. Vpravení lepidla 4. Vytvrzení lepidla	<u>VARIANTA 3</u> 1. Nanesení lepidla 2. Přiložení dílů k sobě 3. Vytvrzení lepidla 4. Mechanické spojení

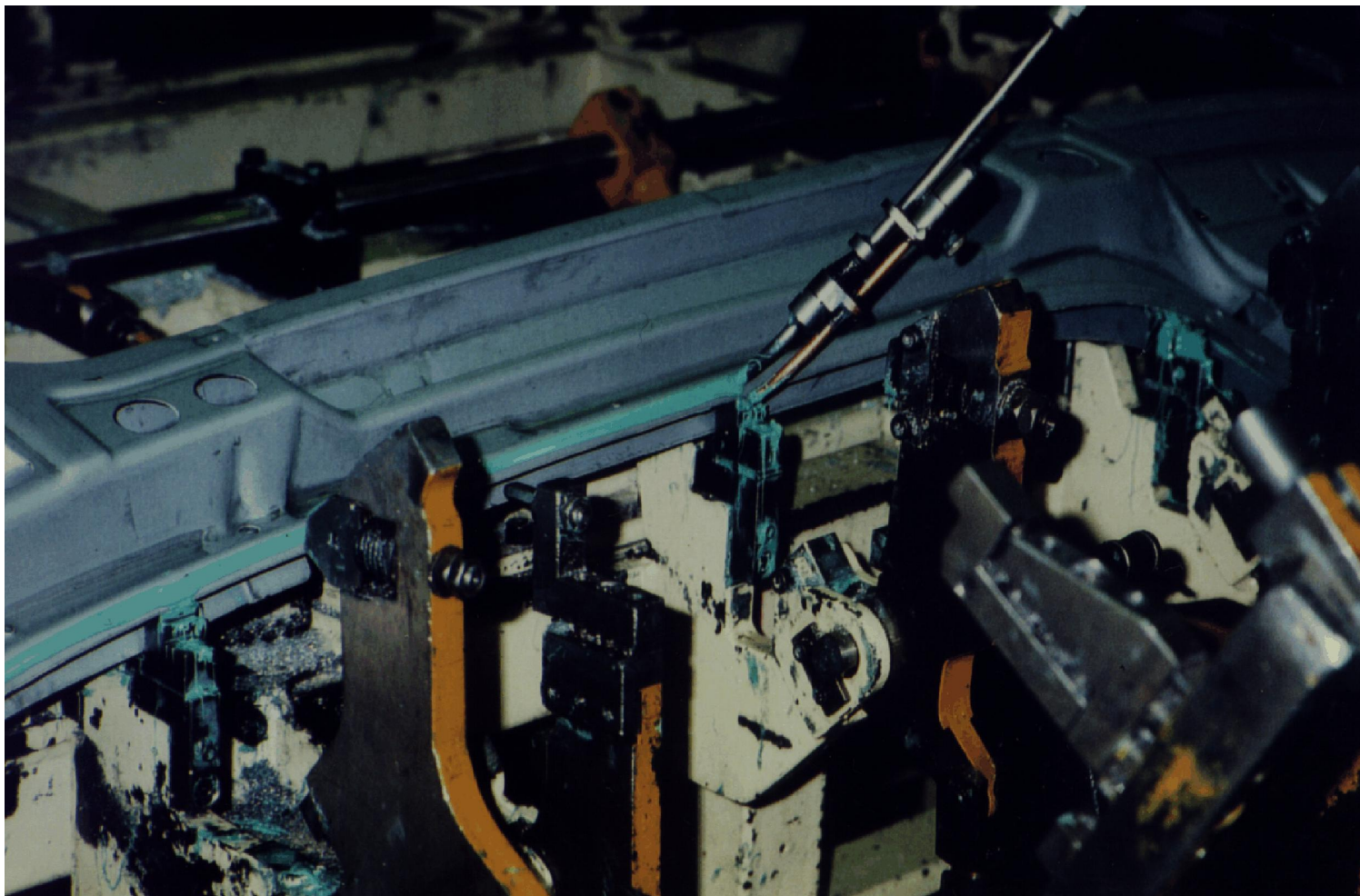
Klinčové lepené spoje – Výrobní proces



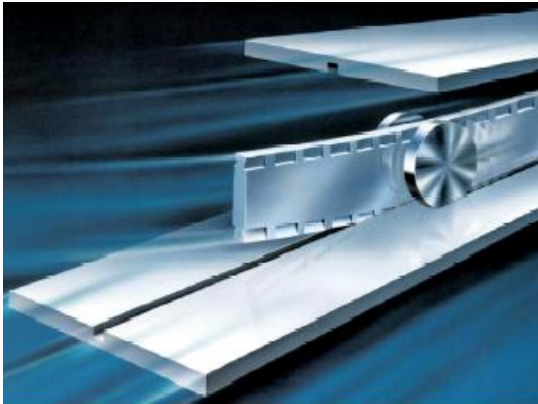
Klinčování a lepení



Klinčování a lepení

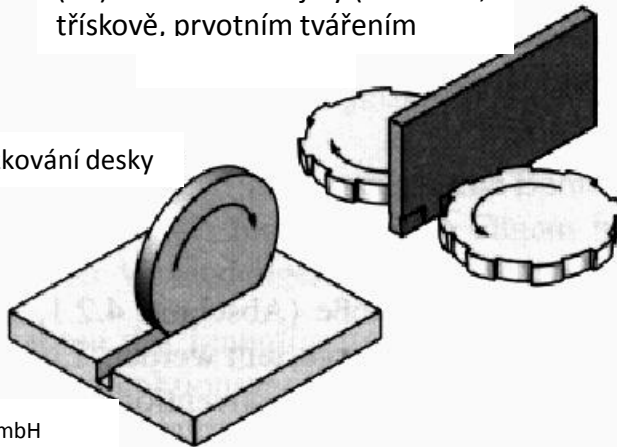


Liniové klinčování

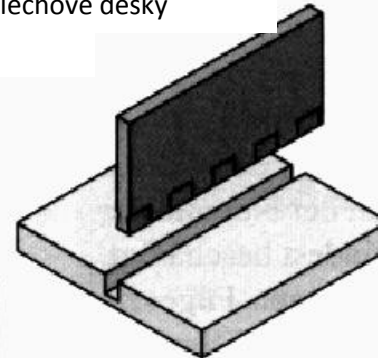


(1b) Formování stojiny (tvářením, třískově, prvotním tvářením)

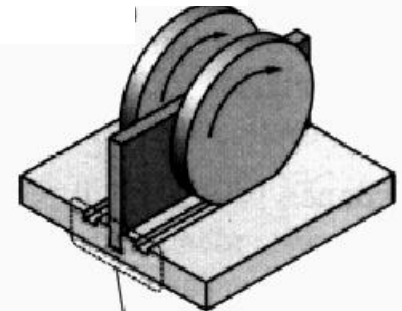
(1a) Drážkování desky



(2) Vsazení a usazení plechové stojiny do plechové desky



(3) Spojení stojiny a desky pomocí přitlačení a uzavření drážky



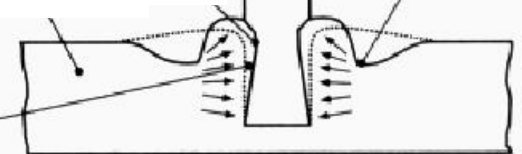
Vytvarování plechové stojiny

Plechová stojina

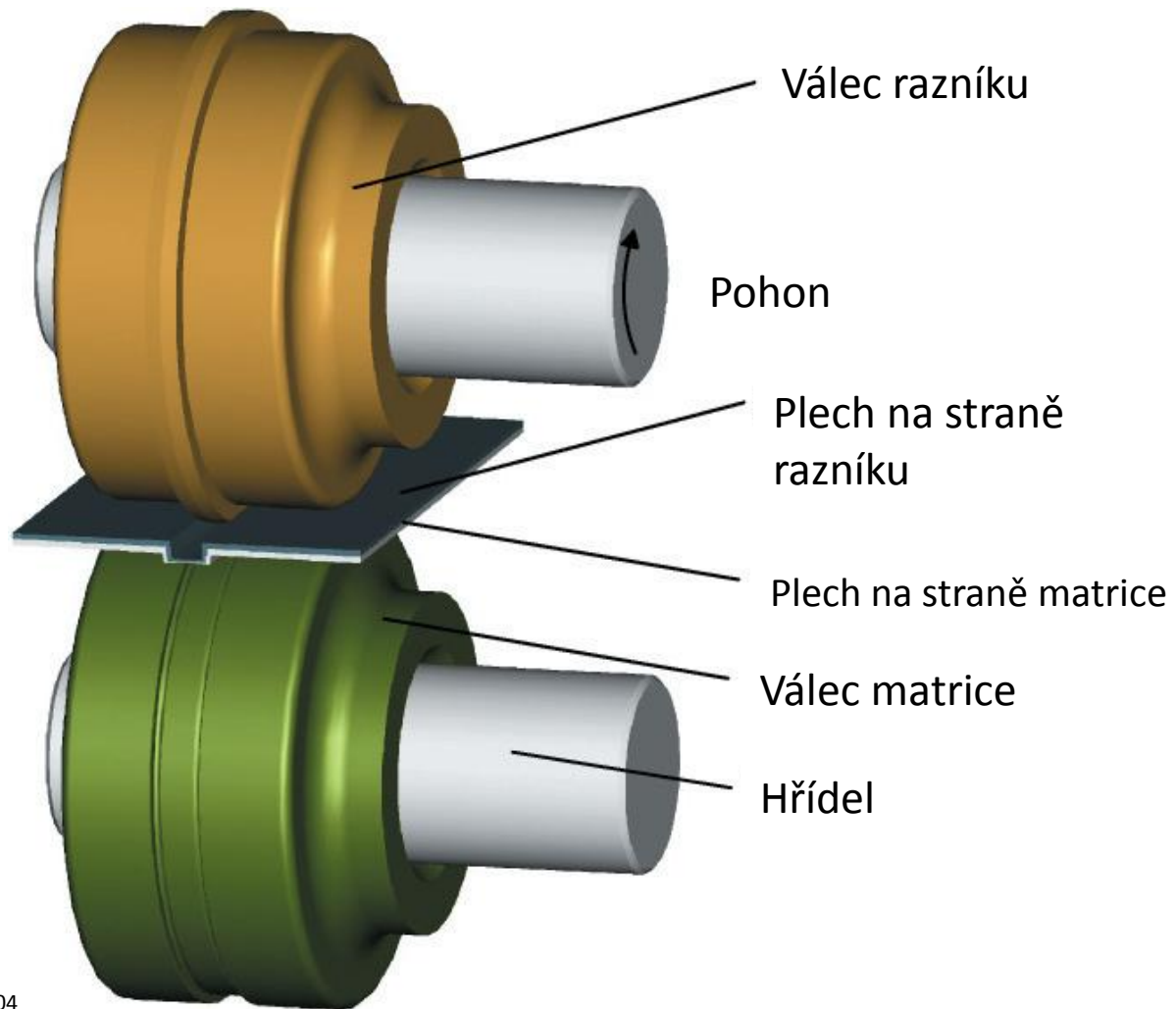
Uzavření drážky

Drážka

Vlisování stojiny



Liniové klinčování



Zdroj: wt Werkstatttechnik Jahrgang 94, 2004

Liniové klinčování

Klinčování



Pohled ze strany
razníku



Pohled ze strany
matrice

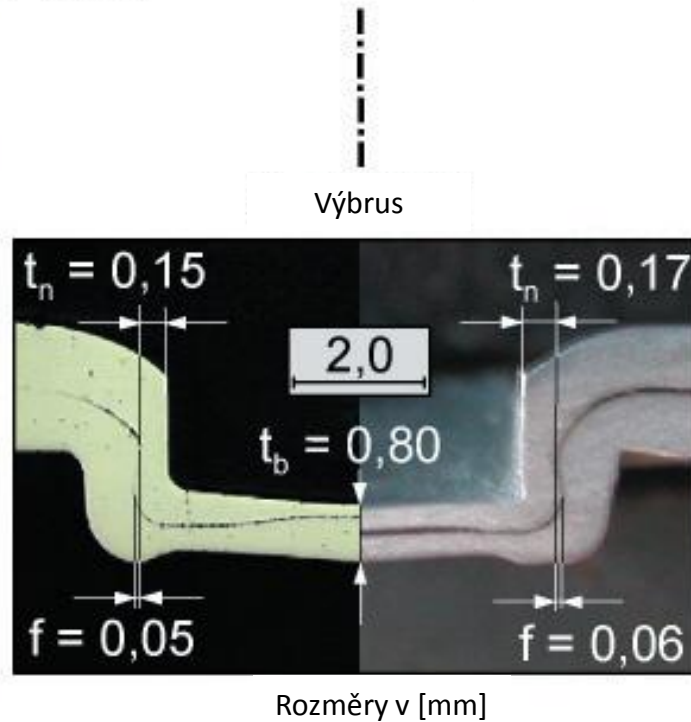
Švové klinčování



Pohled ze strany
razníku



Pohled ze strany
matrice



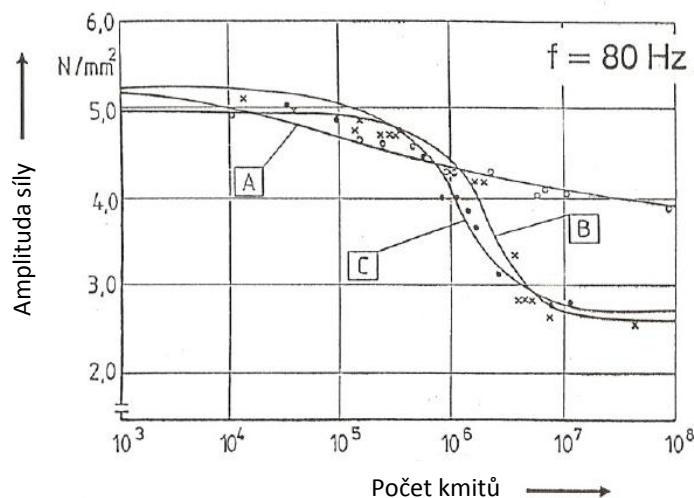
Klinčování a lepení - Vlastnosti

- Dynamická namáhání
klinčových lepených spojů (I)

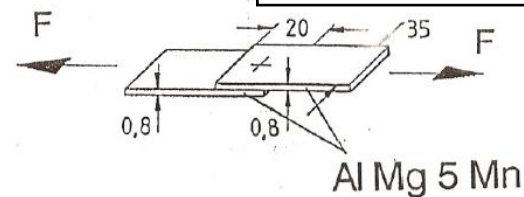
C Klinčový
lepený spoj

B Bodově svařený
lepený spoj

A Lepený spoj

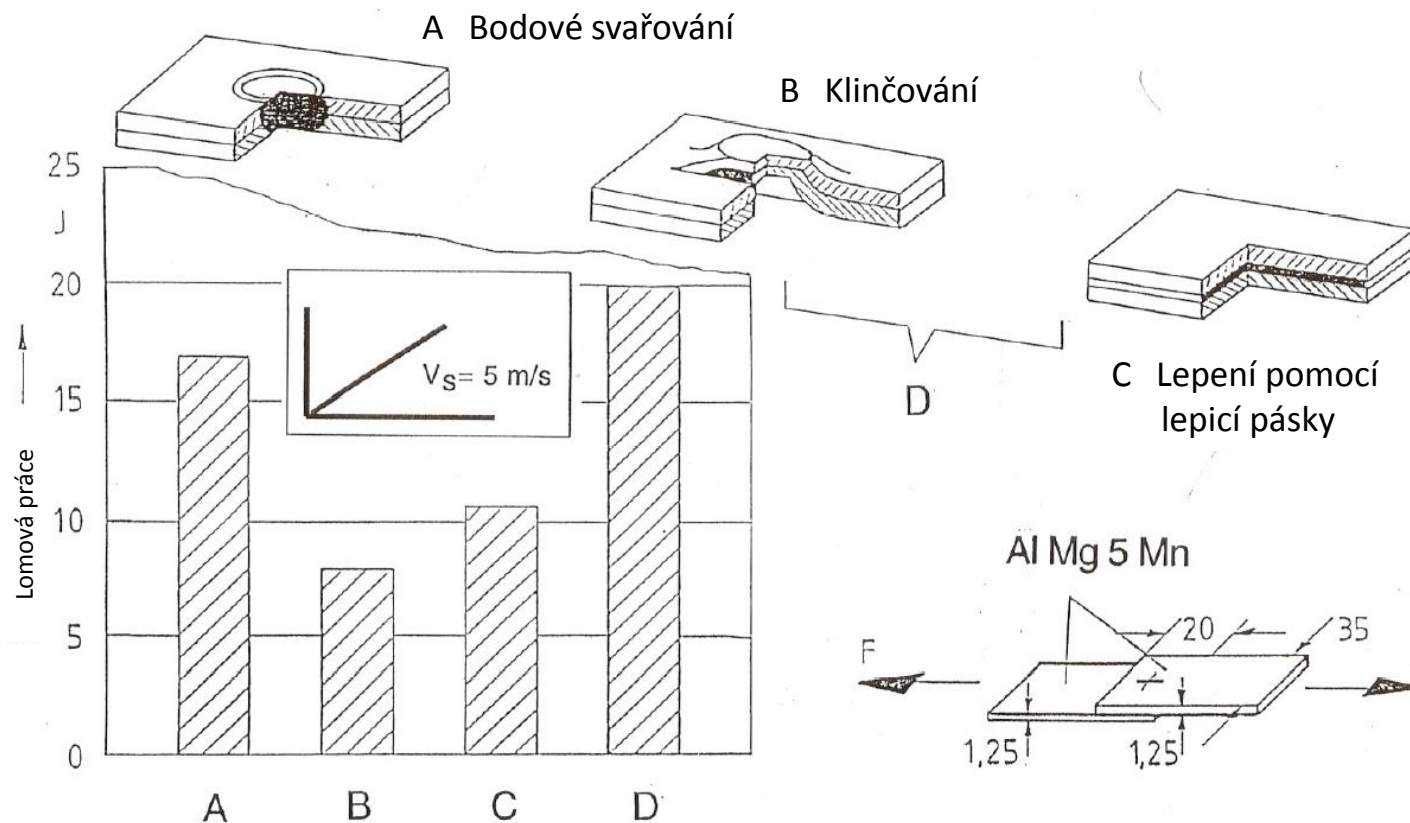


Pastovité lepidlo na
bázi epoxidové
pryskyřice



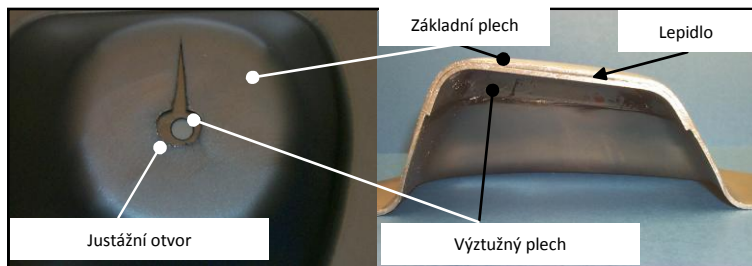
Klinčování a lepení - Vlastnosti

- Dynamická namáhání
klinčových lepených spojů (II)



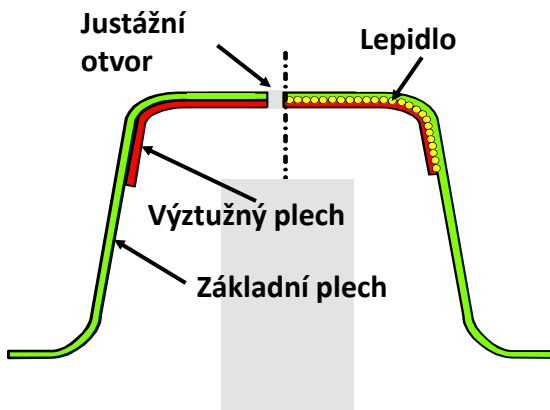
Zvláštní aplikace klinčování a lepení, kombinace tváření a lepení, výroba Bonded Blanks

Použití justážních kolíků



Použití hotmeltů

- + Ekonomická výhoda v porovnání s konvenčními výrobními metodami
- + Zvýšená mez únavy při kmitavém napětí při malé hmotnosti konstrukčních dílů na rozdíl od konvenčních dílů vyráběných tažením
- Selhání konstrukčních dílů v důsledku natržení justážního otvoru na dně taženého dílu



- + Zvýšení maximální tažné hloubky
- + Žádný negativní vliv provedených justážních otvorů na vzhled konstrukčních dílů
- + Použití jednoduchých nástrojů (žádné zápusné justážní kolíky)

■ **Cíl:**
Rozšíření hranic tvarování použitím lepidel

Slepé nýťování

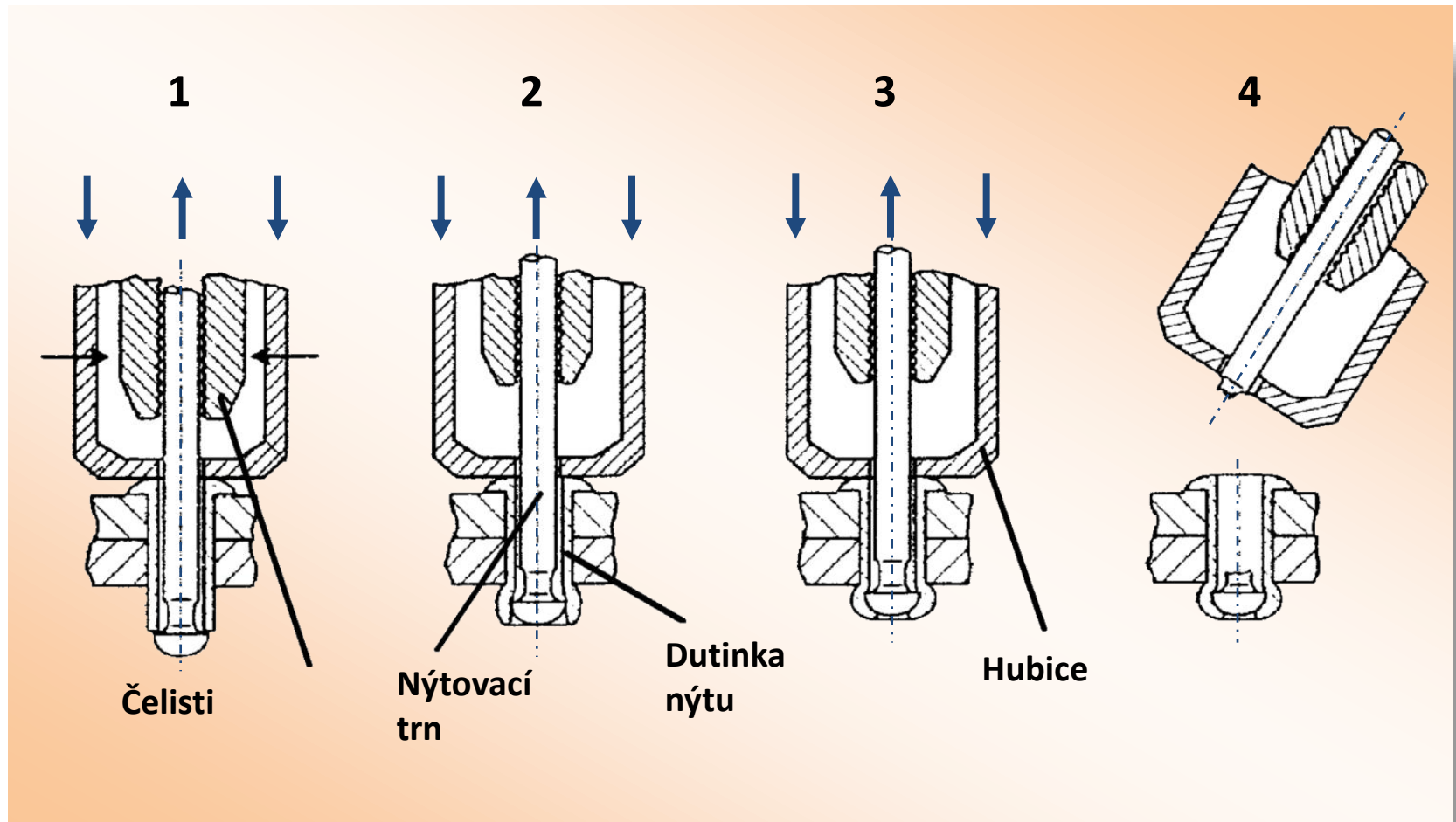
- Nerozebíratelné
- Tvarový spoj
- Silový spoj
- Konstrukční díly si zachovají geometrický tvar
- Spojení pomocí přídavných konstrukčních dílů (nýtů)

- Vysoce pevné kvazistatické a dynamické spojení
- Přístup z jedné strany (vhodné pro uzavřené profily)
- Nutné předděrování
- Materiál nýtu a povrstvení nutno přizpůsobit spojovaným dílům
- Velmi nákladný výrobní proces v porovnání s ostatními mechanickými metodami spojování
- Kontrola kvality vizuálně

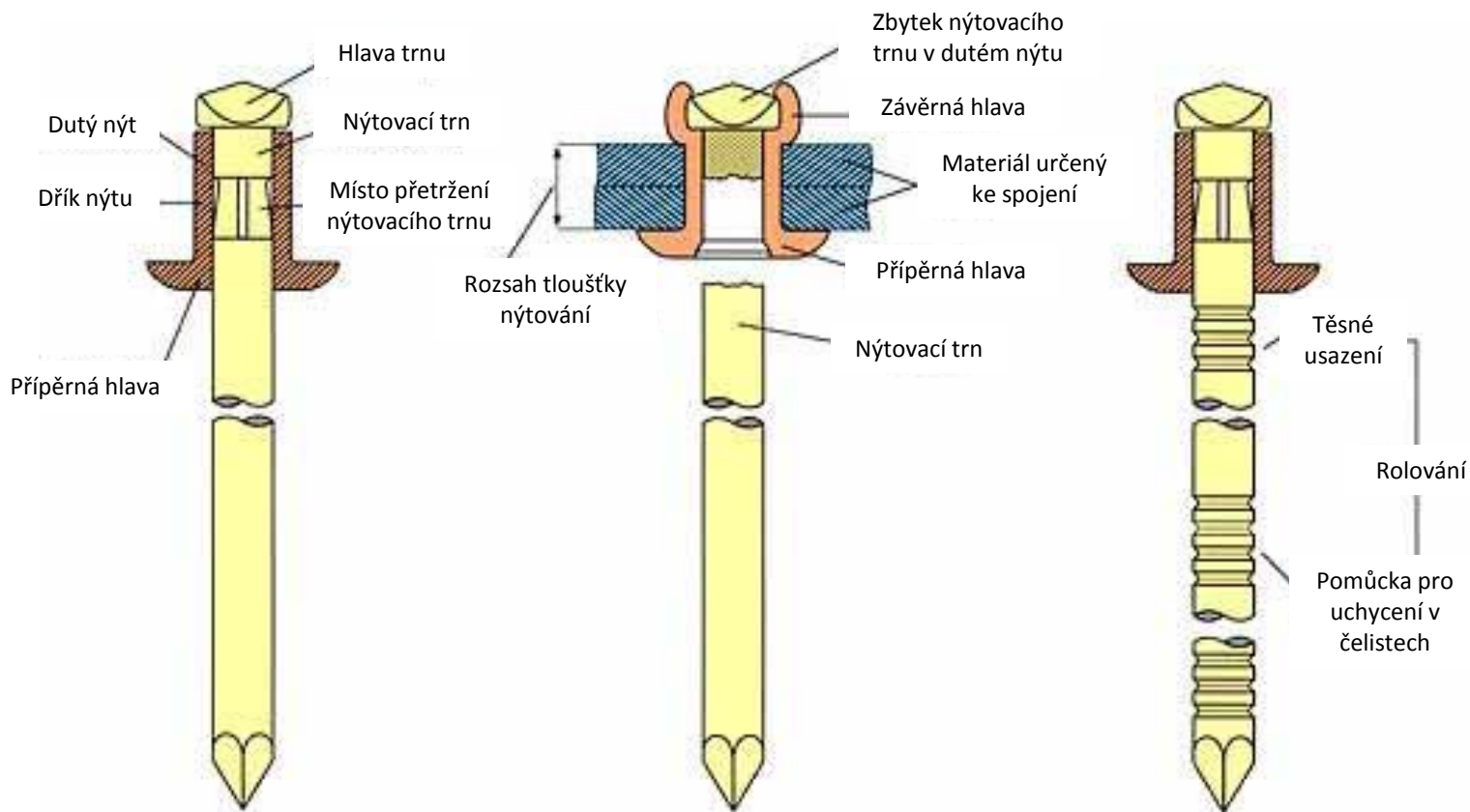
Definice slepého nýtování

- Slepé nýtování spočívá na spojovacím prvku dvoudílného slepého nýtu, který se skládá z dutinky nýtu s vsazeným nýtovacím trnem.
- Po zavedení slepého nýtu do otvoru spojovaných dílů se vytažením nýtovacího trnu vytvoří závěrná hlava a poté se nýtovací trn v definovaném místě odlomí.
- Při slepém nýtování se nýty vsazují a tváří zásadně jen z jedné strany, takže na rozdíl od všech ostatních metod nýtování není zapotřebí přidržovač.
- Monitorované nástroje pro slepé nýtování jsou nýtovací nástroje pro manuální použití, jsou ale jako stacionární nýtovací systémy vybavené automatickým řízením a systémem pro monitoring procesu.
- Přístroje na slepé nýtování lze doplnkově vybavit systémem automatického přísunu nýtů.
- V případě systémů s plně automatickým ovládáním existují integrovatelné systémy slepého nýtování pro integraci do zařízení a automaty pro slepé nýtování určené pro zákazníky.

Slepé nýťování

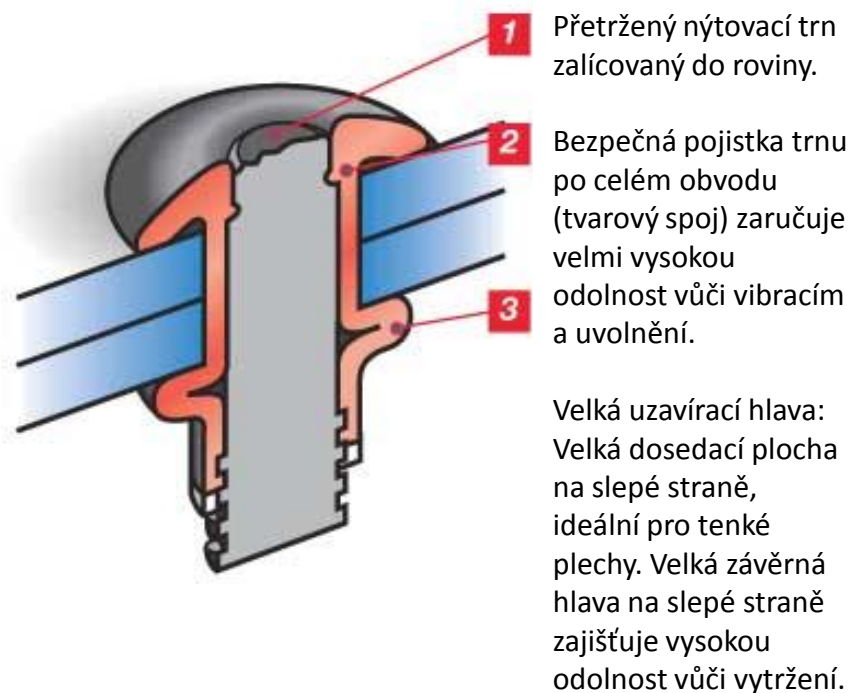
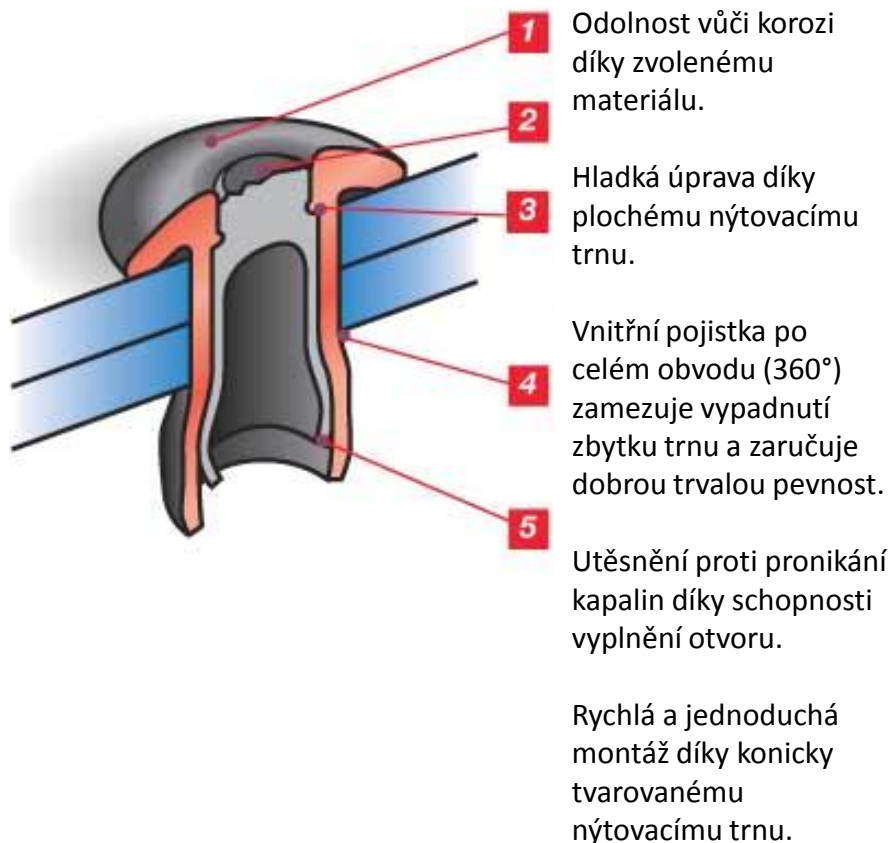


Slepé nýty – Skladba



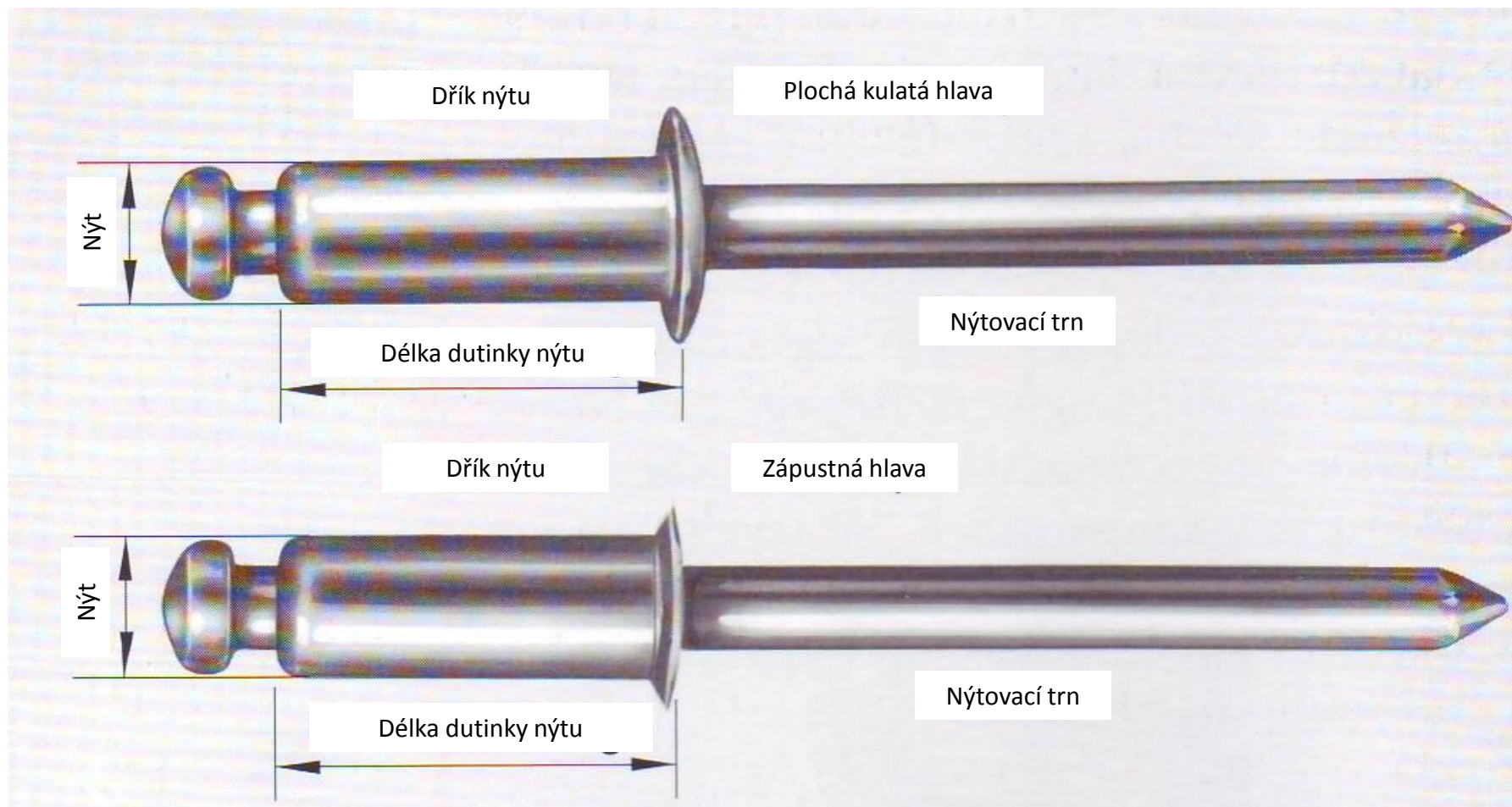
Volitelná možnost: Doporučuje se při používání automatiky GESIPA pro nýťování naslepo „GAV“

Slepé nýťování – Postup



Zdroj:
www.heyman.de/.../Huck_Blindniet_Magna-Lok.jpg
www.heyman.de/.../Huck_Blindniet_Magna-Bulb.jpg

Slepé nýty – Skladba



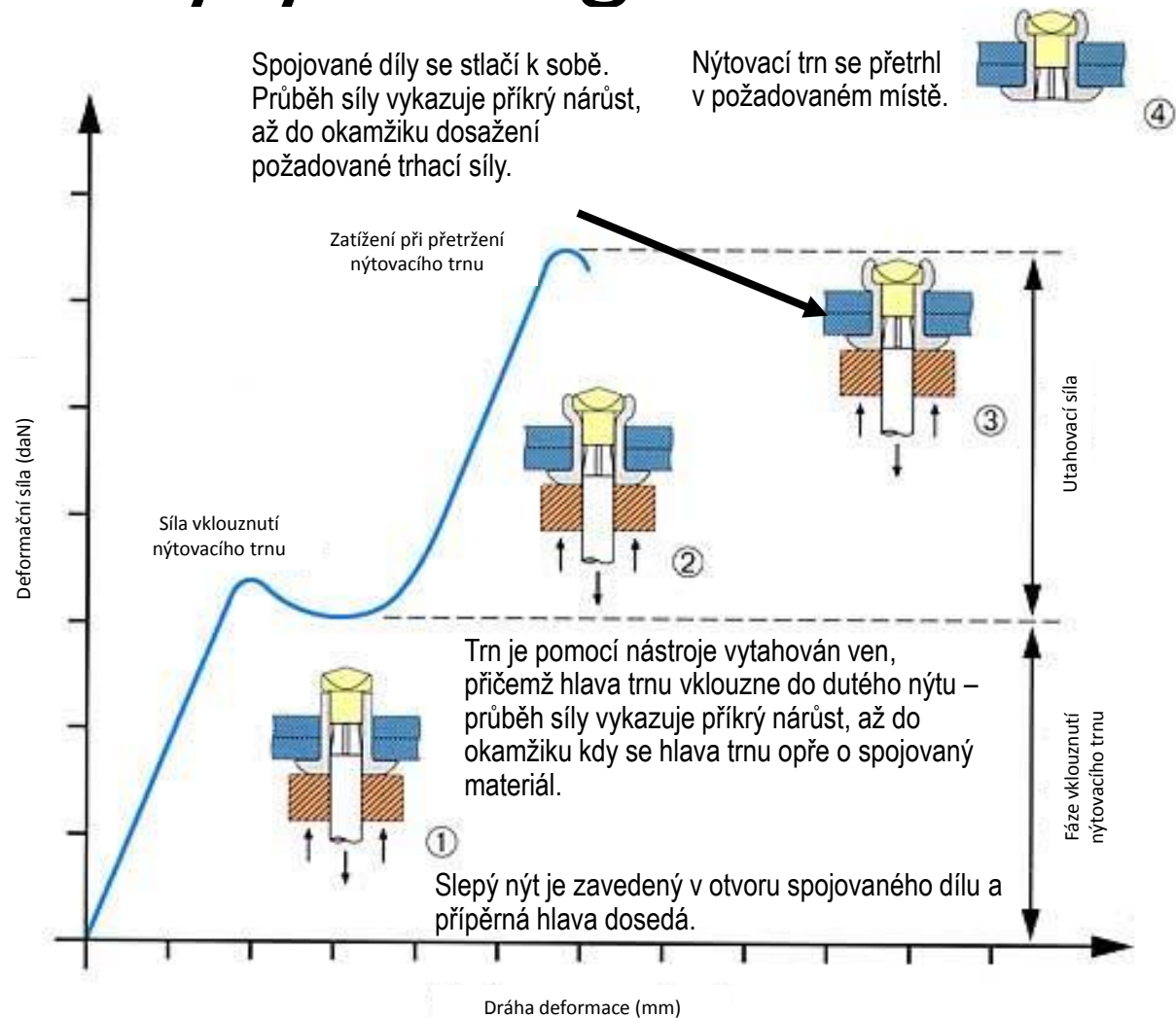
Slepý nýt – Tvary



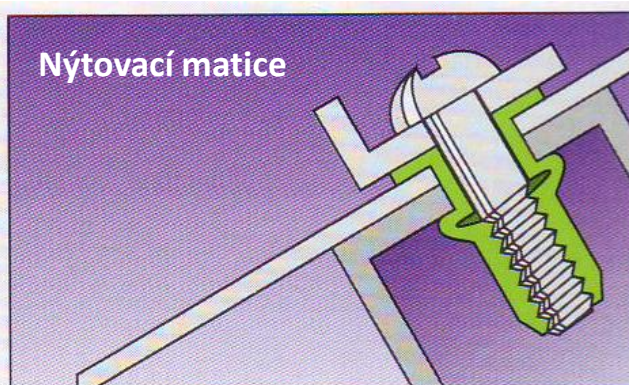
img.directindustry.de/.../blindniet-25091.jpg

Slepé nýty – Diagram

Zaznamenávání
síly/dráhy do diagramu v
průběhu nýtování



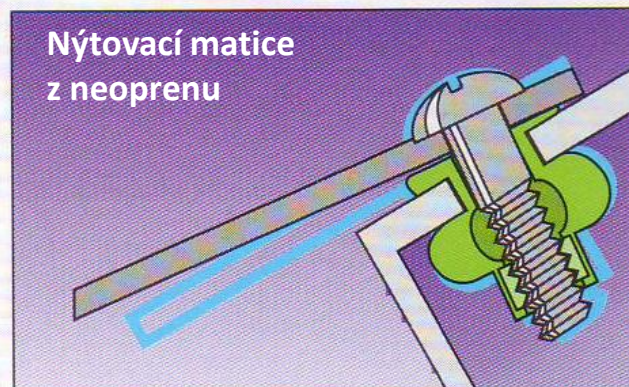
Slepé nýty s přídatnými funkcemi



a



b

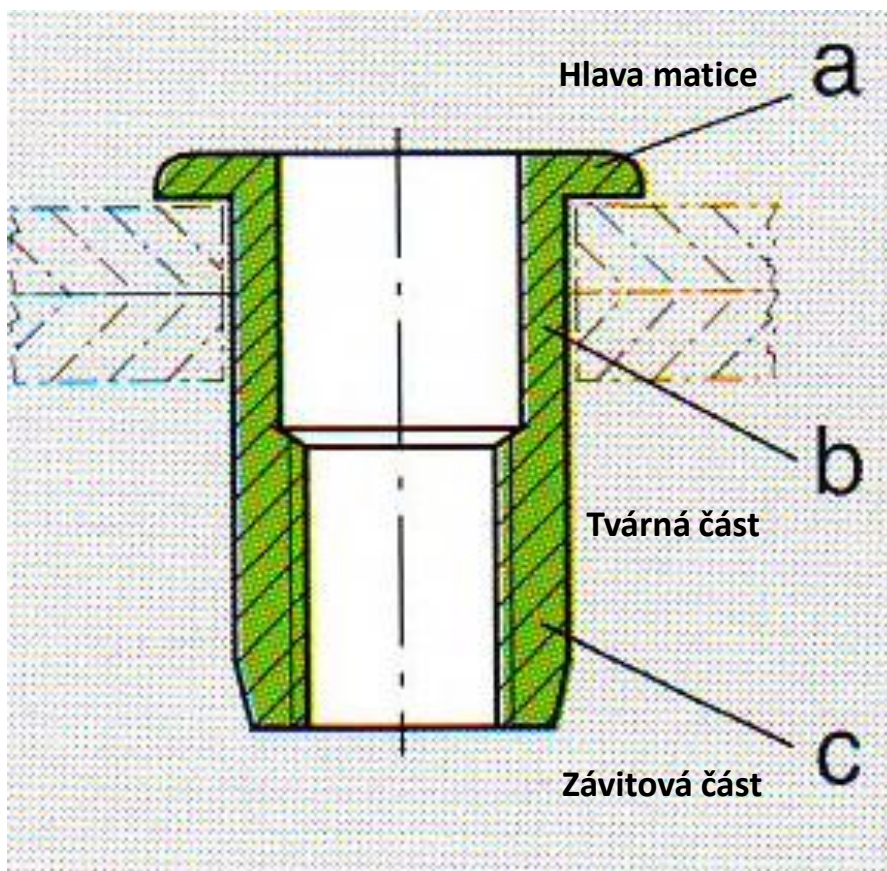


c



d

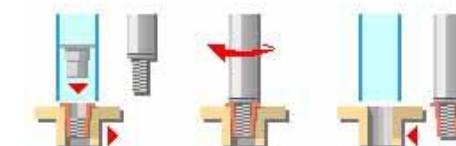
Slepé nýťovací matice – Skladba



Slepé nýťovací matice a čepy



Průběh vsazování nýťovacím nástrojem



Přisun nýťovací matice pomocí hlavice
Zašroubování kontrolovaným kroutícím momentem (lehký chod závitu)
Hlavice zajíždí zpět



Nýťovací matice vsazena do obrobku
Utažení a zanýťování Síla/dráha (kontrola závitu)
Odlehčení nýťovací matice



Kontrola krouticího momentu
Vyšroubování kontrolovaným kroutícím momentem (lehký chod závitu)

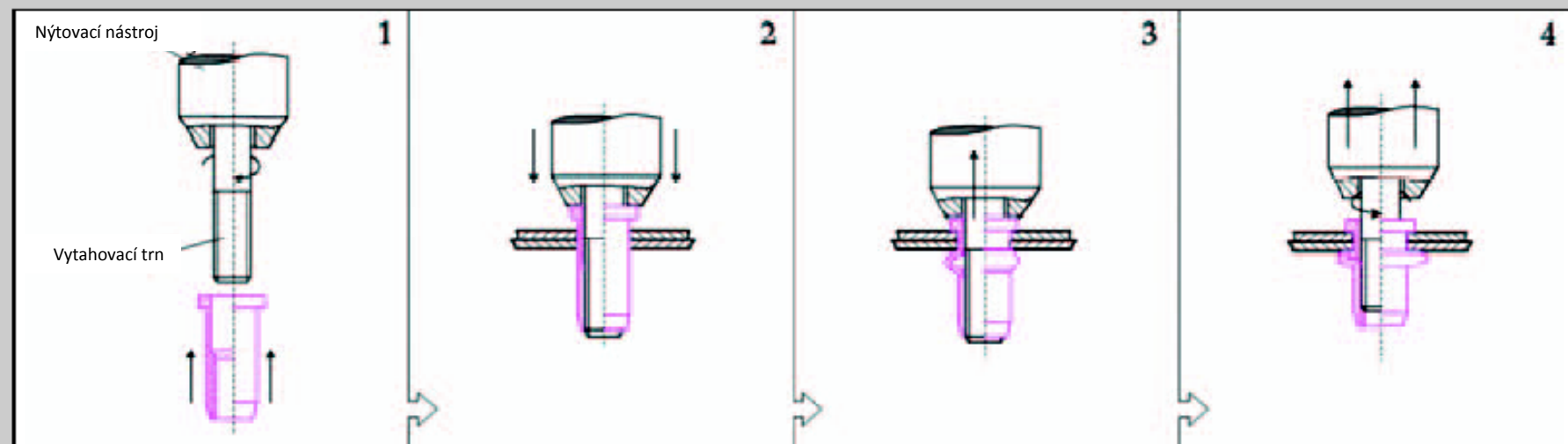
Postup při spojování slepými nýtovacími maticemi

Fáze 1 Zašroubování
slepé nýtovací matice

Fáze 2 Zavedení slepé
nýtovací matice

Fáze 3 Vytažení
vytahovacího trnu

Fáze 4 Vyšroubování
vytahovacího trnu



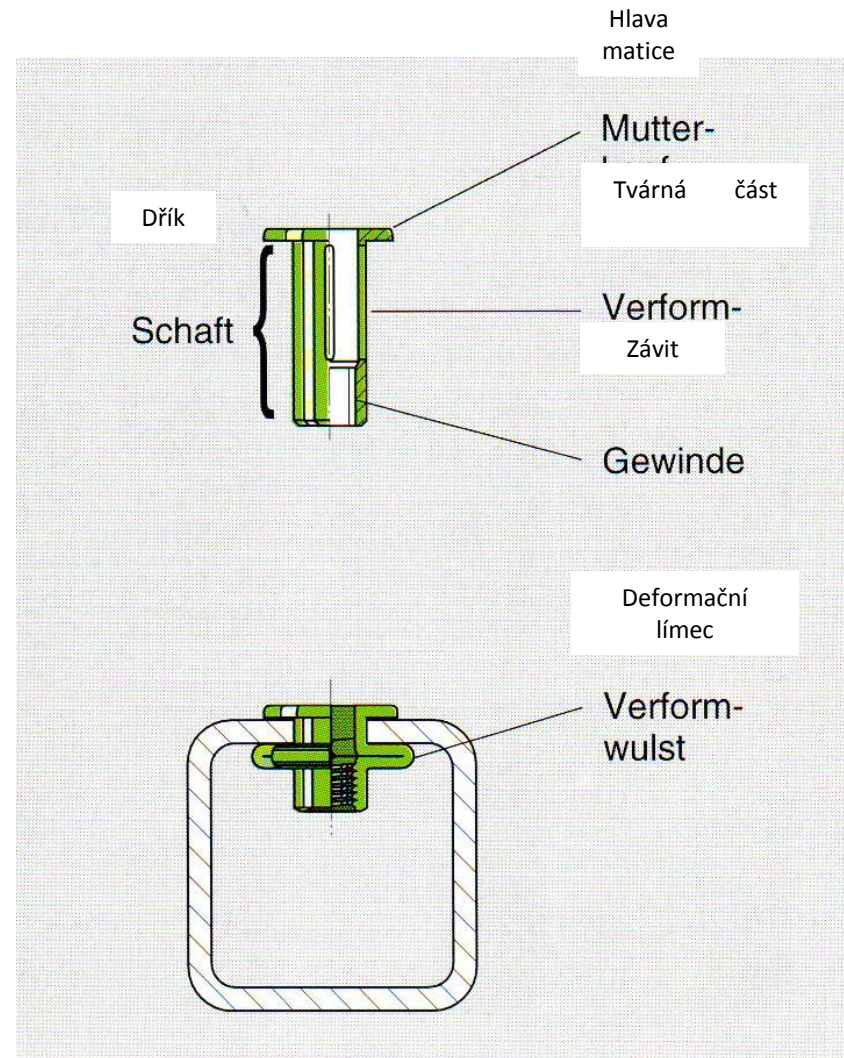
Standardní slepé nýťovací matice



Slepé nýťovací matice s drážkami – skladba



www.boellhoff.de/files/gif1/RIVKLE_PN_presse1.gif



Slepé nýťovací matice

- Větší průměr hlavy, lepší plošný tlak i pro citlivé konstrukční díly
- Větší deformační oblast, která je opatřena podélnými drážkami, poskytuje velkou svěrací plochu a umožňuje vytvoření velkého deformačního límce s velkou dosedací plochou
- Díky drážkování deformační části se zmenší deformační průřez
- Díky tomu je zapotřebí menších deformačních sil
- Vhodné pro čistě kovové, plastové nebo dřevěné spoje
- Možno spojovat konstrukční díly s tloušťkou až 12,7 mm
- Velká pevnost

Navrhování slepých nýtových spojů (I)

- Při spojování konstrukčních dílů, které nejsou zcela vytížené, je nutno spoj se slepými nýty nadimenzovat tak, aby připojované průřezy mohly být plně vytíženy.
- Vzájemné vzdálenosti nýtů je nutno zvolit tak, aby při tlakovém namáhání nemohlo dojít k vyboulení konstrukčních dílů mezi slepými nýty.
- Slepé nýty se zápusťnými hlavami mají v případě tenkých konstrukčních dílů menší nosnost než slepé nýty s kulatými hlavami.
- V případě těsnicího nýtování je nutno zvolit pokud možno dvouřadé nýtování s malými vzdálenostmi slepých nýtů. Přesazené řady nýtů jsou pro utěsnění plochy lepší.

Navrhování slepých nýtových spojů (II)

- Provedení otvorů pro nýty
 - Dodržovat specifikace od výrobce!
- Přibližné pravidlo
 - Průměr otvoru = cca průměr dutinky nýtu $(d_s) + 0,1\text{mm}$

Navrhování slepých nýtových spojů (III)

Poměr průměru nýtu a tloušťky konstrukčního dílu

Pro plné využití pevnosti stěny otvoru by měl být průměr nýtu výrazně větší než tloušťka konstrukčního dílu.

- Pro slepé nýty s plochou kulatou hlavou platí:
 $d_s/t_{cel} = 1,0 \dots 3,0$
(d_s = průměr nýtu; t_{cel} = celková tloušťka konstrukčního dílu);
poměr průměru nýtu/tloušťky konstrukčního dílu se mění při tloušťkách plechu $< 1\text{mm}$
- Pro slepé nýty se zápusťnými hlavami platí:
 $d_s/t_{cel} = 2,0 \dots 4,0$
(d_s = průměr nýtu; t_{cel} = celková tloušťka konstrukčního dílu);
- Pro slepé nýty se zápusťnými hlavami s úhlem 100° až 120° platí:
 $d_s/t_{cel} = < 2,0$
(d_s = průměr nýtu; t_{cel} = celková tloušťka konstrukčního dílu);

Navrhování slepých nýtových spojů (IV)

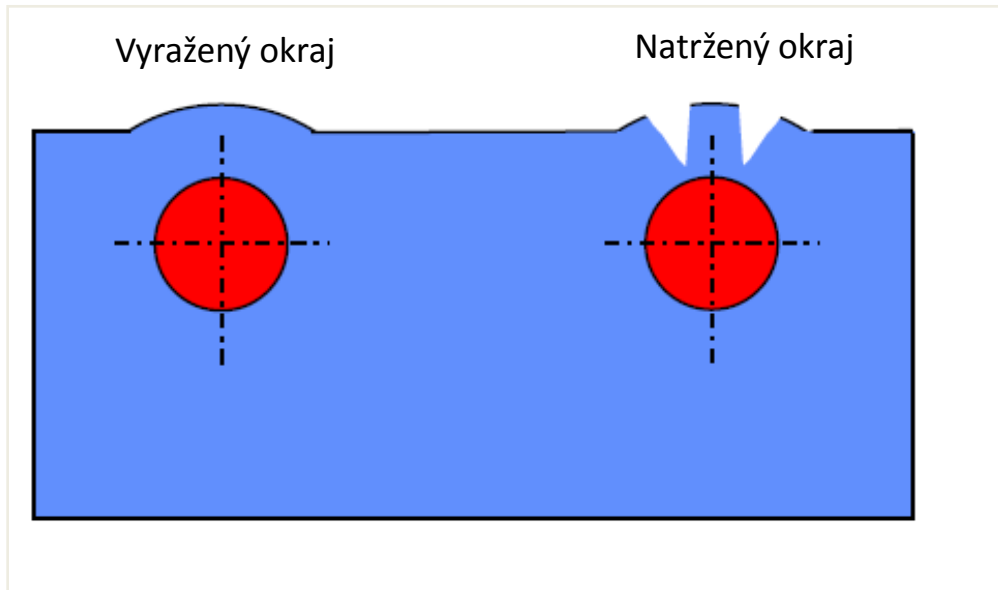
- Vzdálenost nýtů (nýtové rozteče):

Vzdálenost nýtů určuje únosné napětí ve zbytkovém průřezu

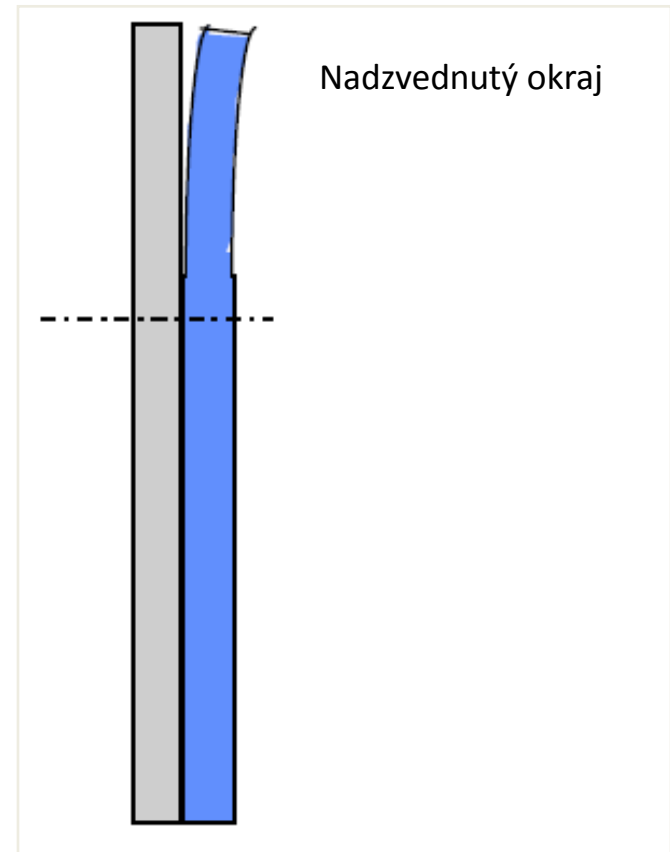
Empirická hodnota nýtové rozteče: cca $4 \times d$

Pokyny ke konstrukci pro slepé nýtování

- **Příliš malá vzdálenost od okraje**



- **Příliš velká vzdálenost od okraje**



Slepé nýty – Pevnosti

- Třídy slepých nýtů

A	1 	Protahovací nýt	Nízká třída pevnosti
	2 	Slepý nýt s rozvěrným trnem	
B	1 	Slepý nýt s otevřenou dutinkou	Střední třída pevnosti
	2 	Slepý nýt s uzavřenou dutinkou	
	3 	Slepý nýt s rozevřenou dutinkou	
	4 	Slepý nýt s jazýčkovou dutinkou	
C	1 	Slepý nýt s předepsaným přetržením, ND pojistka	Vysoká třída pevnosti
	2 	Slepý nýt s předepsaným přetržením, ND pojistka	
	3 	Rozvěrný slepý nýt, ND pojistka	
D	1 	Vysoce pevný slepý nýt, ND pojistka	Velmi vysoká třída pevnosti

Výroba vozidel

Slepé nýťování - Pevnost

Faktory ovlivňující nosné vlastnosti slepých nýťových spojů

■ Teplota

- Konstrukce se slepými nýty jsou použitelné i při vyšších teplotách.
- Slepé nýty ze slitin Al nebo Cu nepoužívat nad $T > 200^{\circ}\text{C}$, protože mají jen 70% své počáteční pevnosti.
- Při $T = -50^{\circ}\text{C}$ se slepé nýty z hliníku vyznačují obzvláště dobrými vlastnostmi, protože nehrozí nebezpečí zkřehnutí chladem.

Slepé nýtování - Pevnost

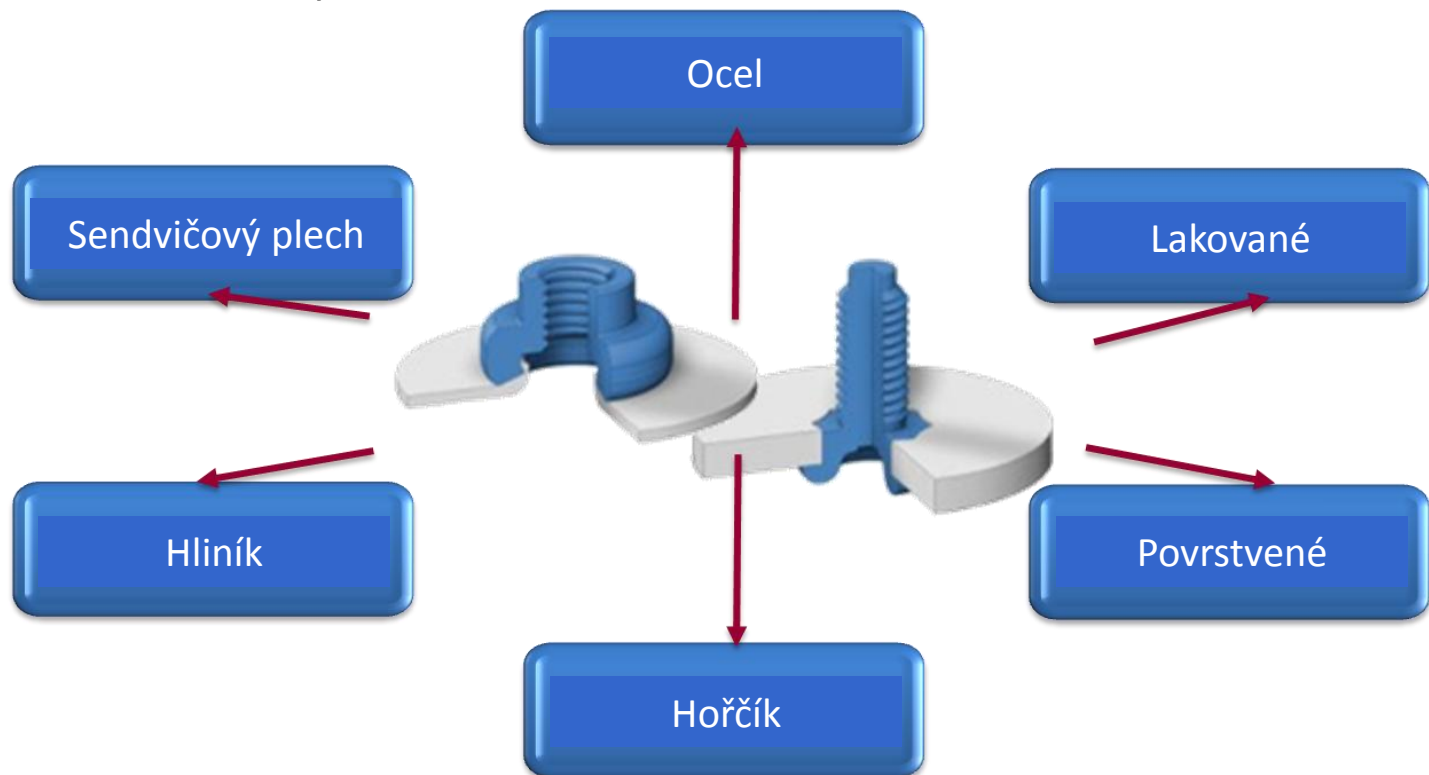
Faktory ovlivňující nosné vlastnosti slepých nýtových spojů

■ Tvar hlavy

- Velikost přípěrné hlavy obzvláště relevantní v případě tenkých konstrukčních dílů
- Příliš malá přípěrná hlava: Nebezpečí „propadnutí otvorem“

Slepé nýťování

Metody děrování/nýťování poskytují možnost kombinací různých materiálů



Zdroj: www.profil-verbindungs-technik.de

Slepé nýtování

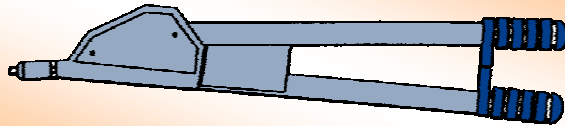
Výhody a oblasti použití

Výroba vozidel a přívěsů	
Bílé zboží	
Výroba	kontejnerů
Elektronika	
Nábytkářský	průmysl
Lékařská technika	
Klimatizační technika	
Herní a sportovní průmysl	

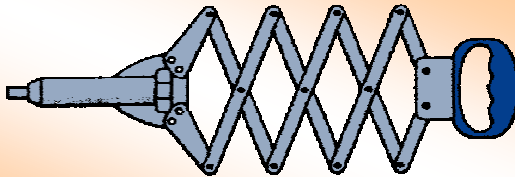
- Široké spektrum použití
- Spojování druhově odlišných a povrstvených materiálů
- Žádné požadavky na charakter povrchu a tolerance geometrie
- Možnost přenosu velkých sil
- Žádná deformace vlivem tepla
- Snadné zpracování s vysokou kvalitou spojení
- Žádná zátěž pro pracoviště a životní prostředí

Slepé nýtování

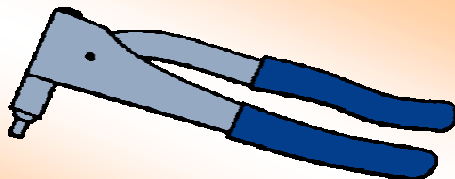
Systémy pro slepé nýtování



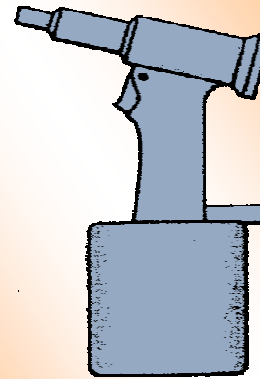
Pákové nýtovací kleště



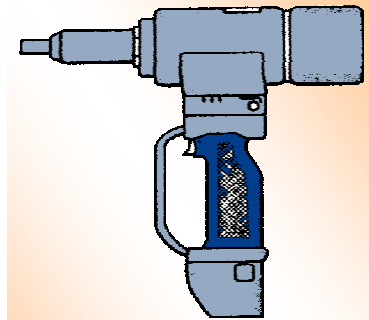
Nůžkový nýtovací nástroj



Ruční kleště na slepé nýtování

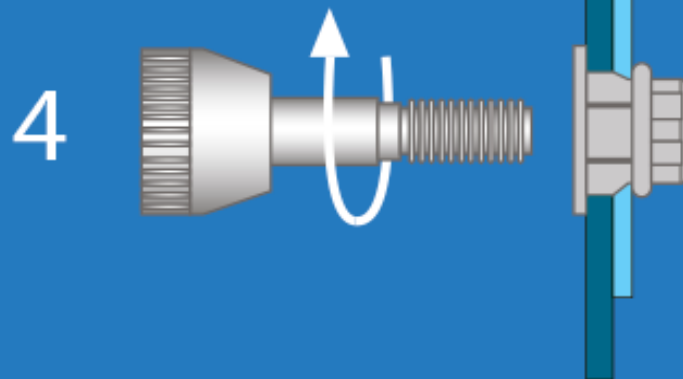
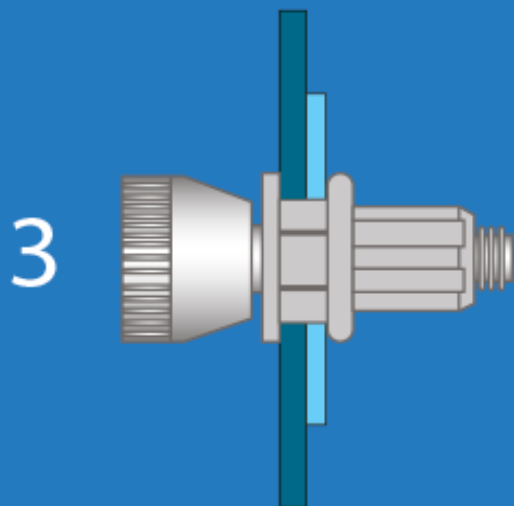
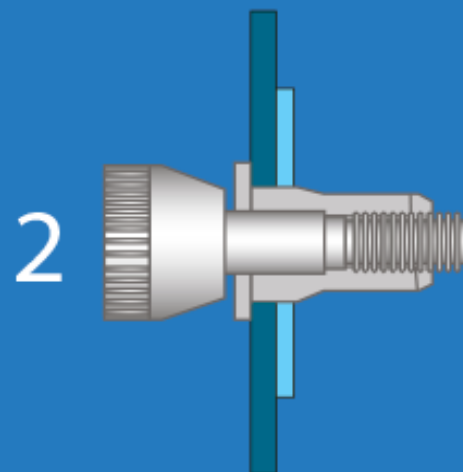
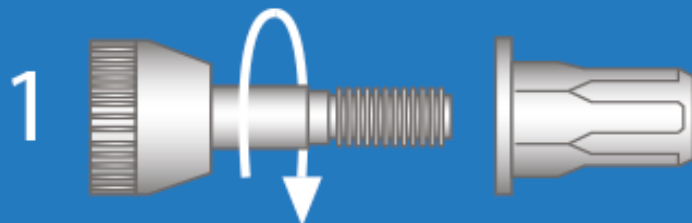


Pneumaticko-
hydraulický přístroj
na slepé nýtování



Elektrický přístroj
(s baterií)
na slepé nýtování

Rivkle®



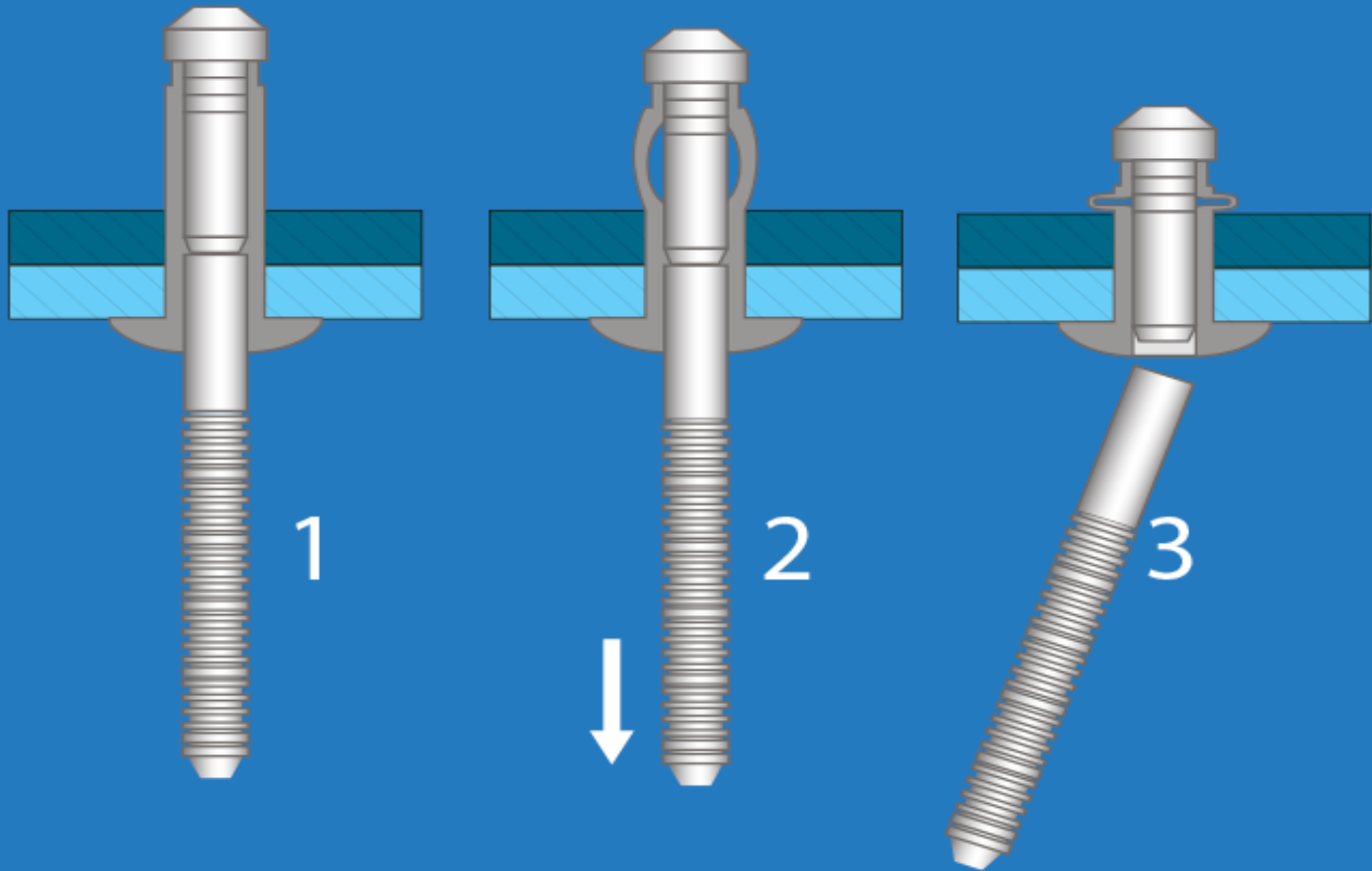


- RIVKLE® matice a šrouby pro slepé nýtování lze velmi jednoduše zpracovat do konstrukčních dílů z kovů, umělých hmot a mnoha jiných kombinací materiálů. Hospodárné usazení matice a šroubu pro slepé nýtování v dutých tělesech, profilech, krytech nebo v konstrukčních dílech přístupných pouze z jedné strany, bývá často jediným možným řešením.

Výhody

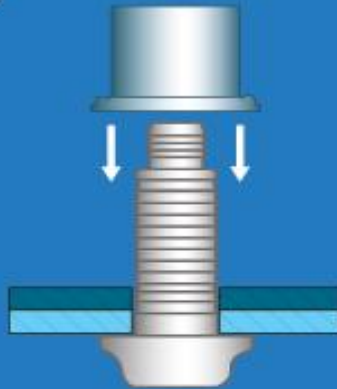
- Nosný závit na tenkostěnných konstrukčních dílech
- Montáž při přístupu z jedné strany (montáž naslepo)
- 2 funkce (nýtování a šroubování)
- Flexibilní použitelnost v každém výrobním kroku
- Obrobek není vystavován žádnému tepelnému zatížení
- Nízké investiční výdaje

Rivquick®

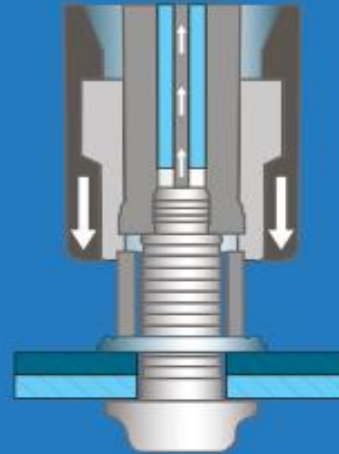


Huck®

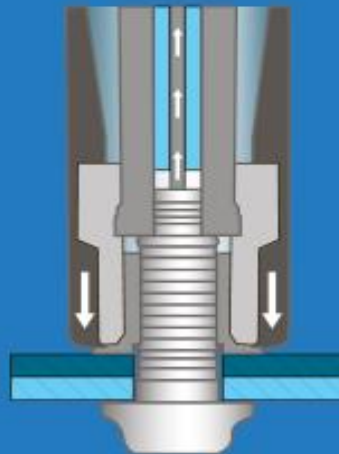
1



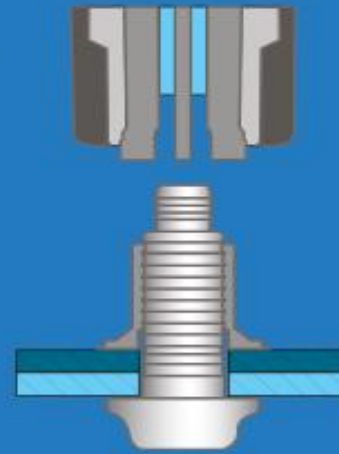
2

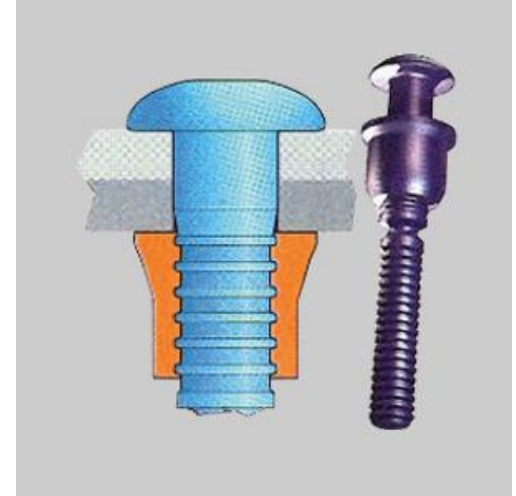
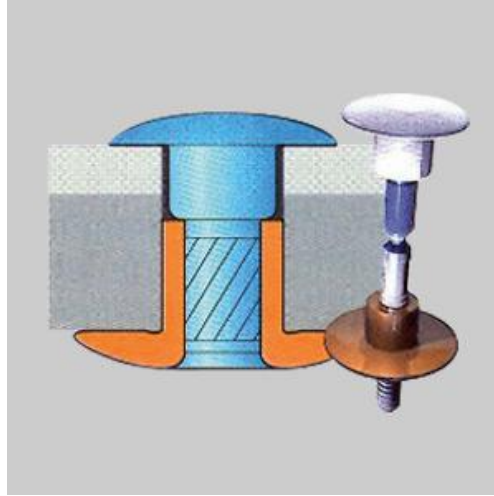
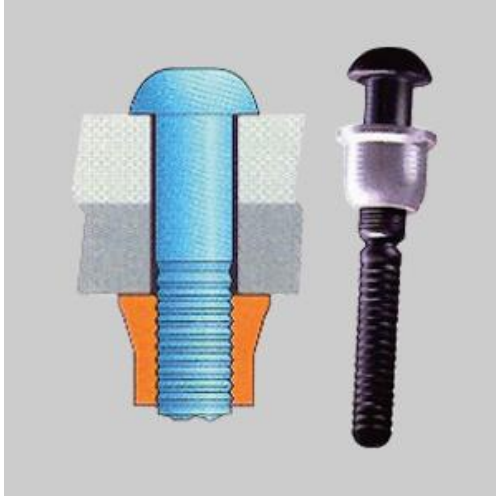


3



4

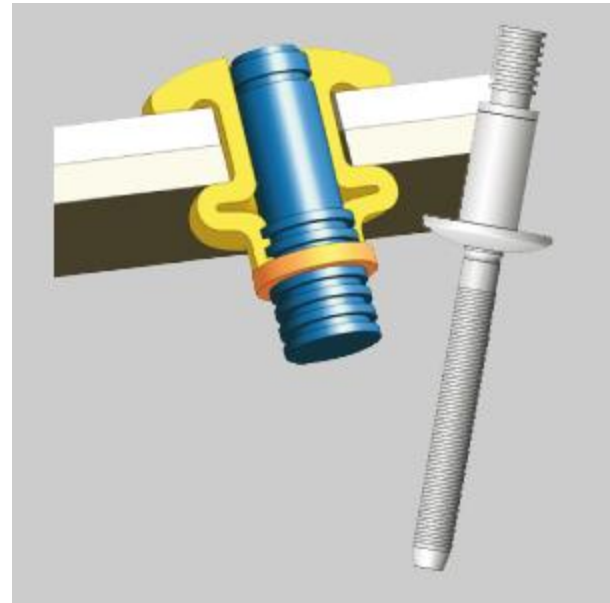
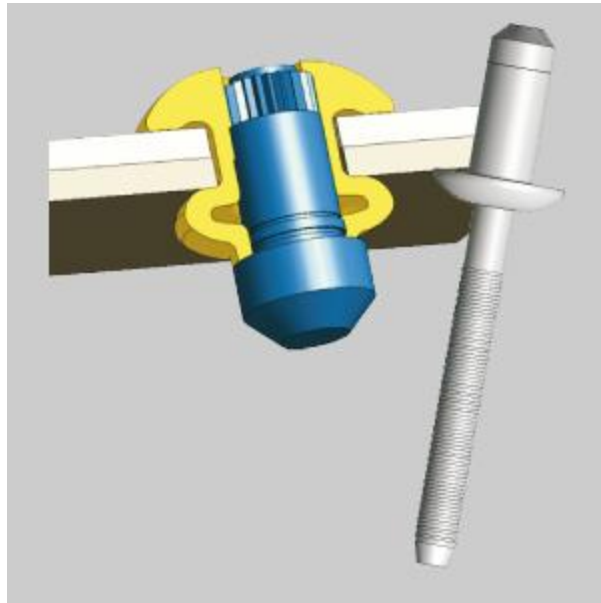
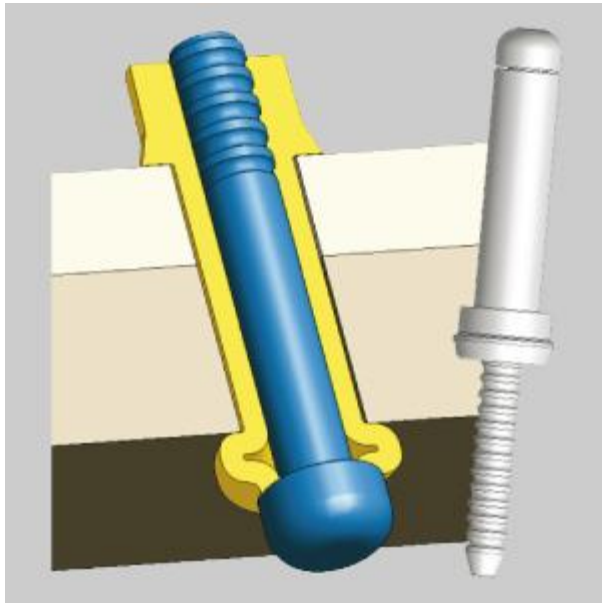
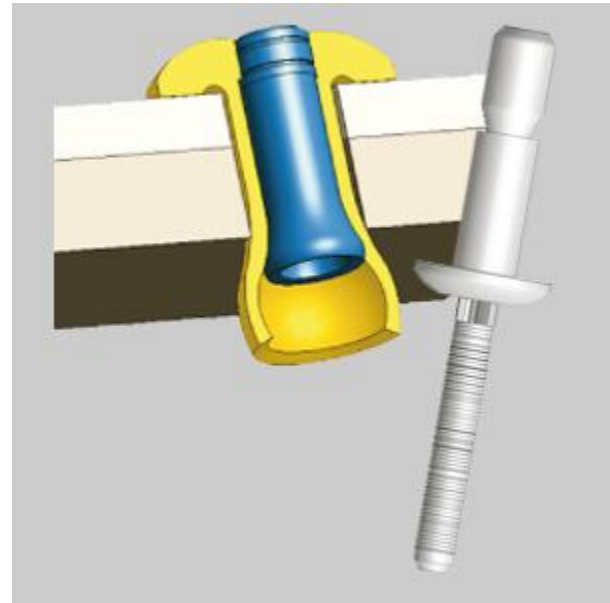
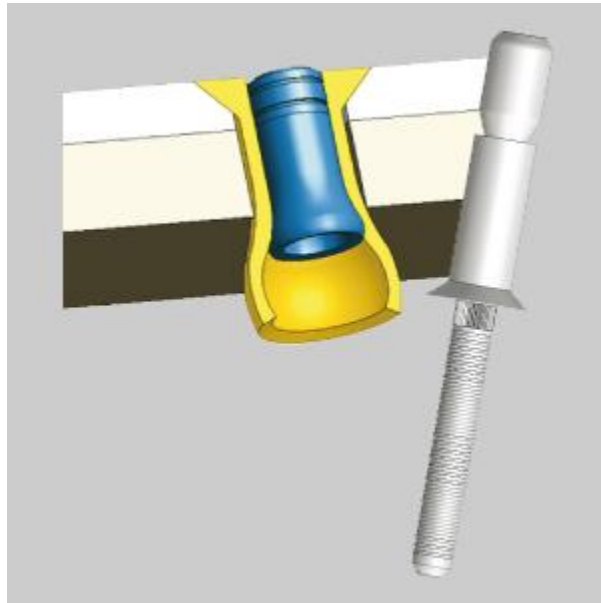
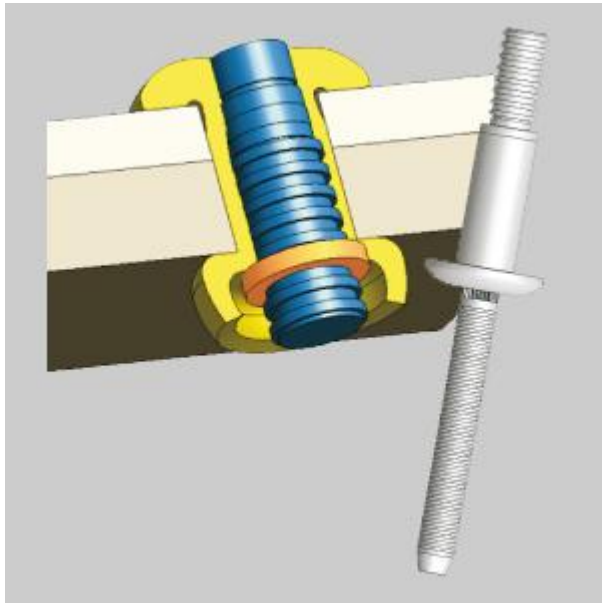




- Spojovací prvky HUCK® se vedle speciálních nýťovaných konstrukcí používají především ve výrobě dopravních prostředků, např. kolejových vozidel, autobusů a nákladních automobilů, přívěsů, kontejnerů a rámových konstrukcí. Odvětví, kde jsou kladeny vysoké nároky na konstrukční součásti a materiály.

Výhody:

- Vysoká odolnost proti vibracím
- Ideálně navržený nýťovaný spoj, který se nemůže uvolnit
- Tvarově stálý spoj bez poškození povrchu
- Riziko koroze do značné míry vyloučeno
- Program nástrojů pro jednoduchou a rychlou montáž



[illegible]

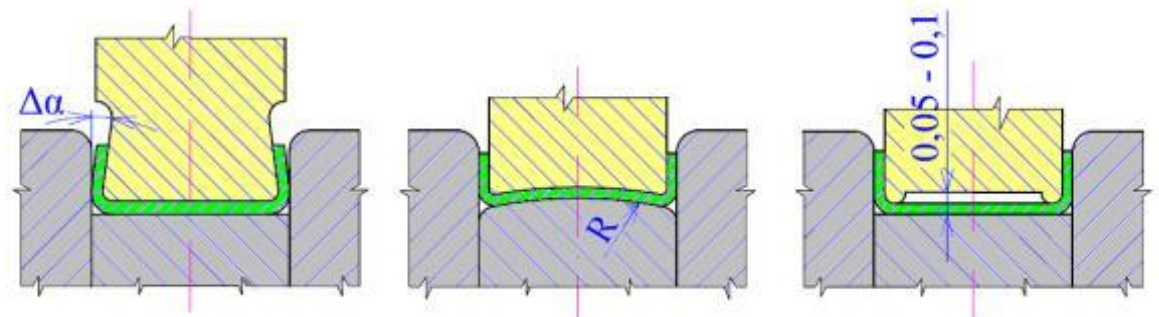
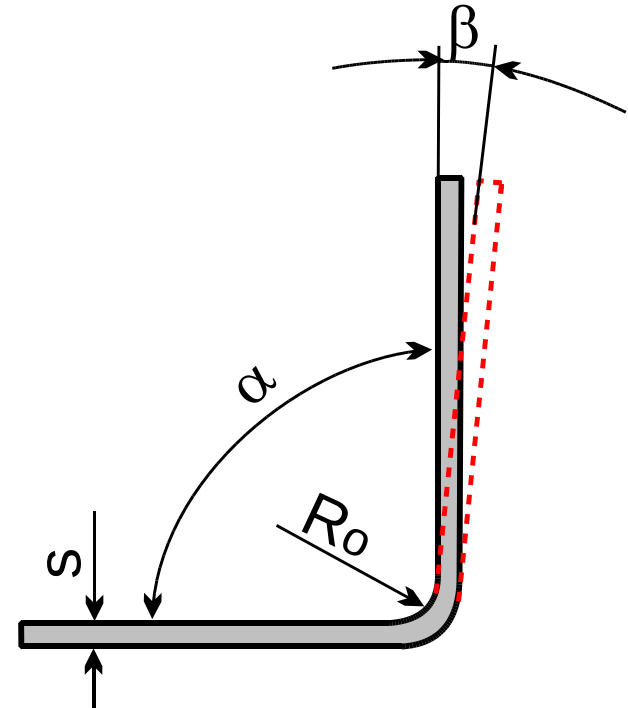
$$R_0 \geq 12t \rightarrow \rho = R_0 + \frac{t}{2}$$

$$x = 0,3 \div 0,49$$

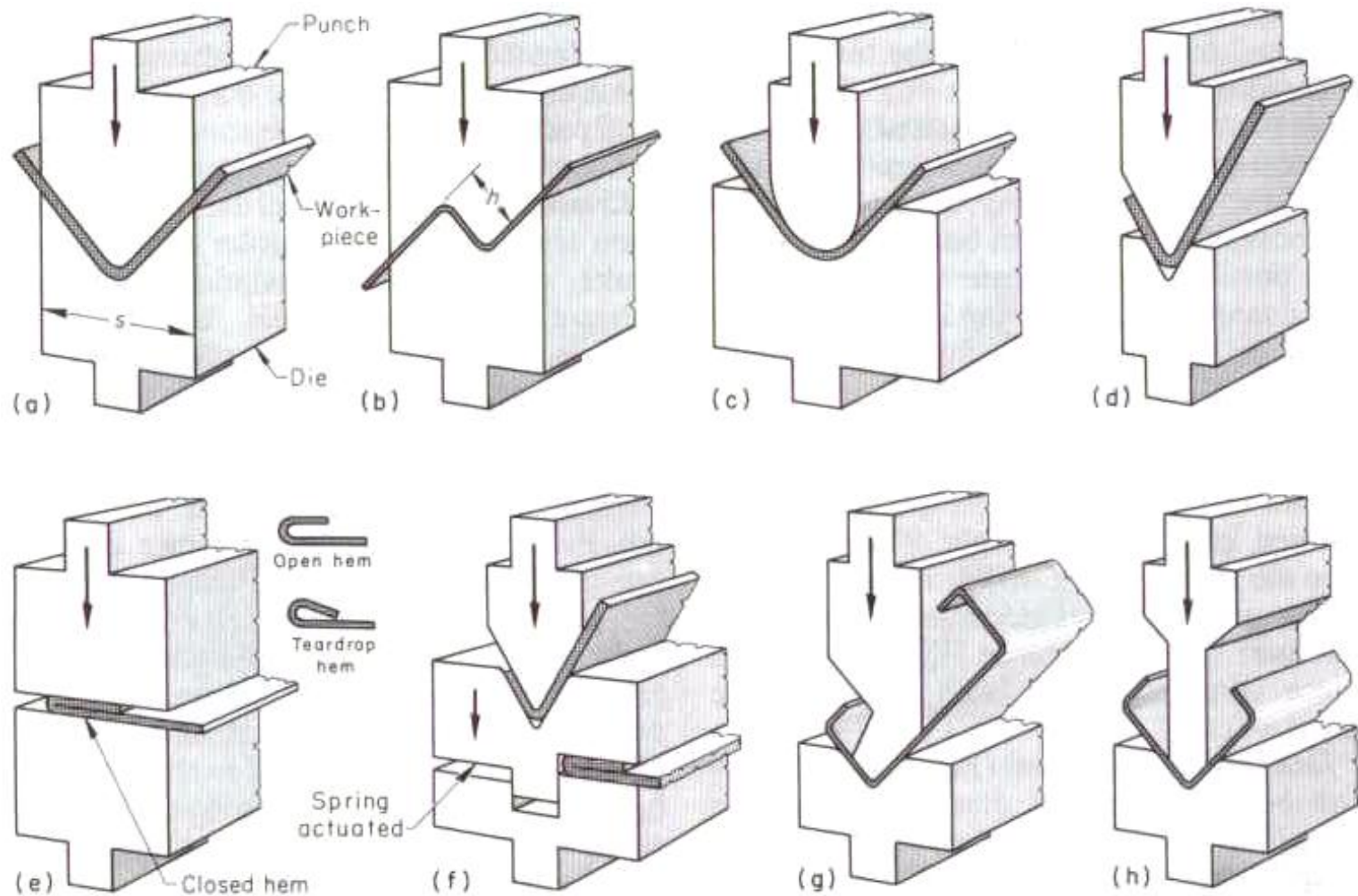
Odpružení

Závisí na:

mechanických
vlastnostech materiálu,
tloušťce (t), poloměru (R_o)
a úhlu (α) ohybu



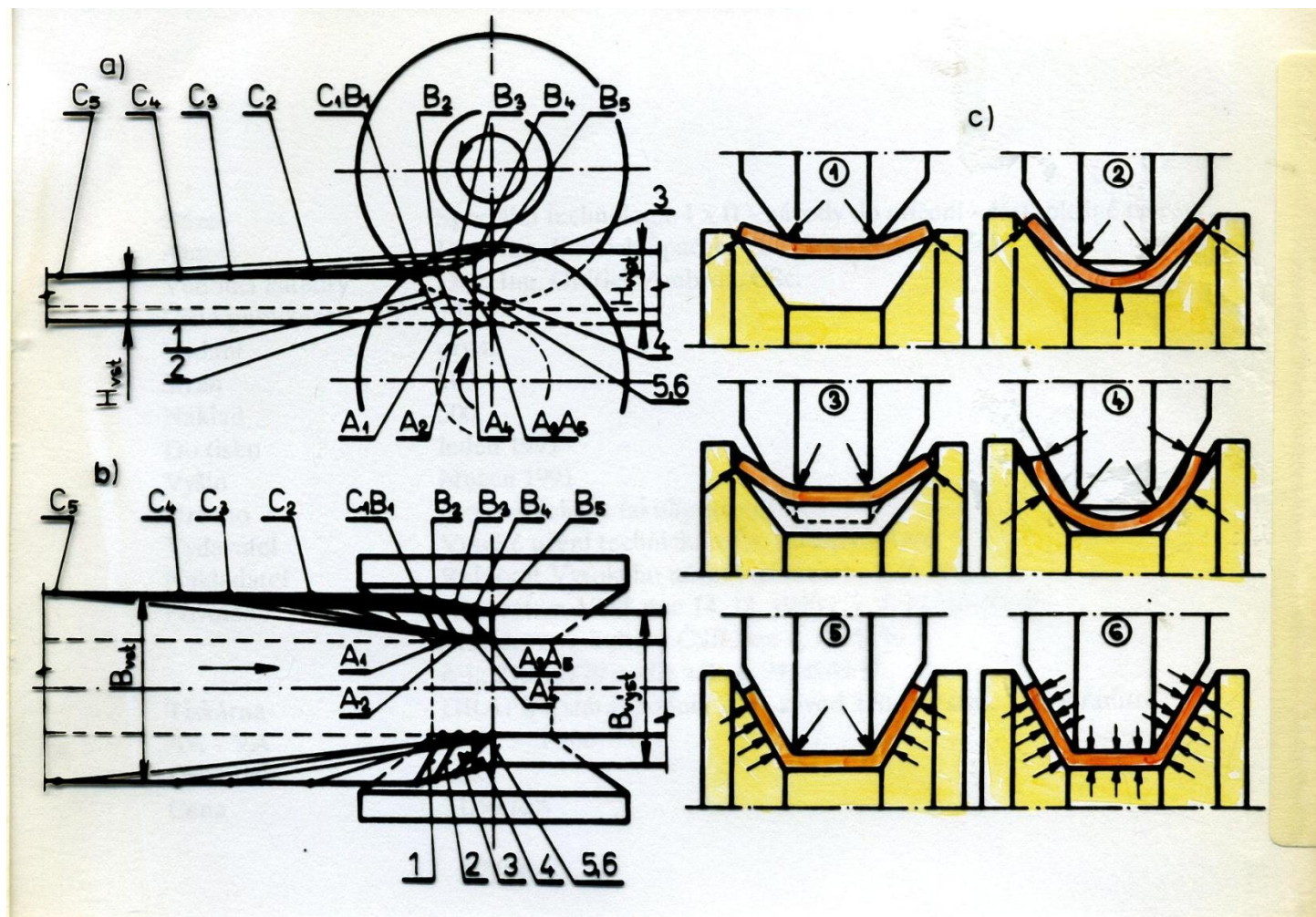
Ohýbání na ohraňovacím lise



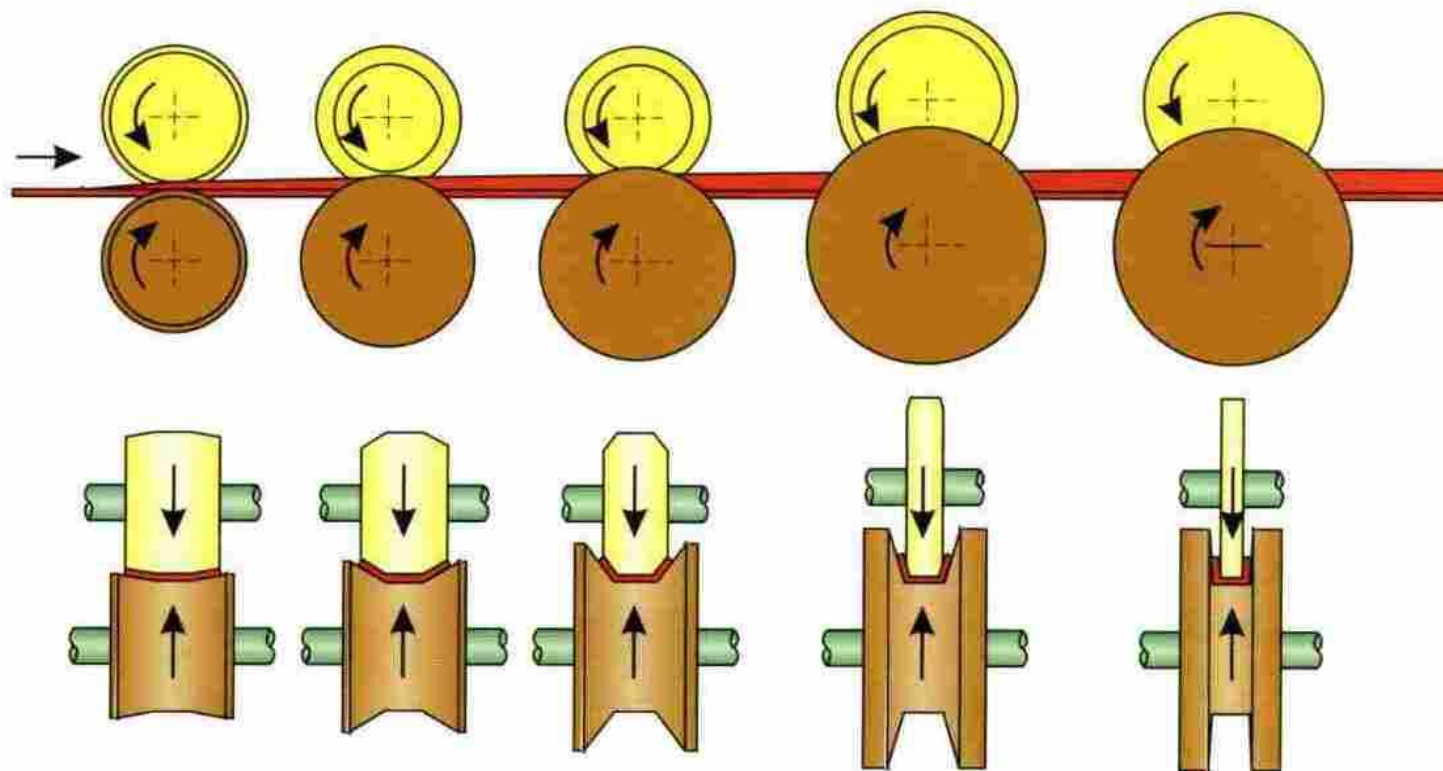
Ohraňovací lis



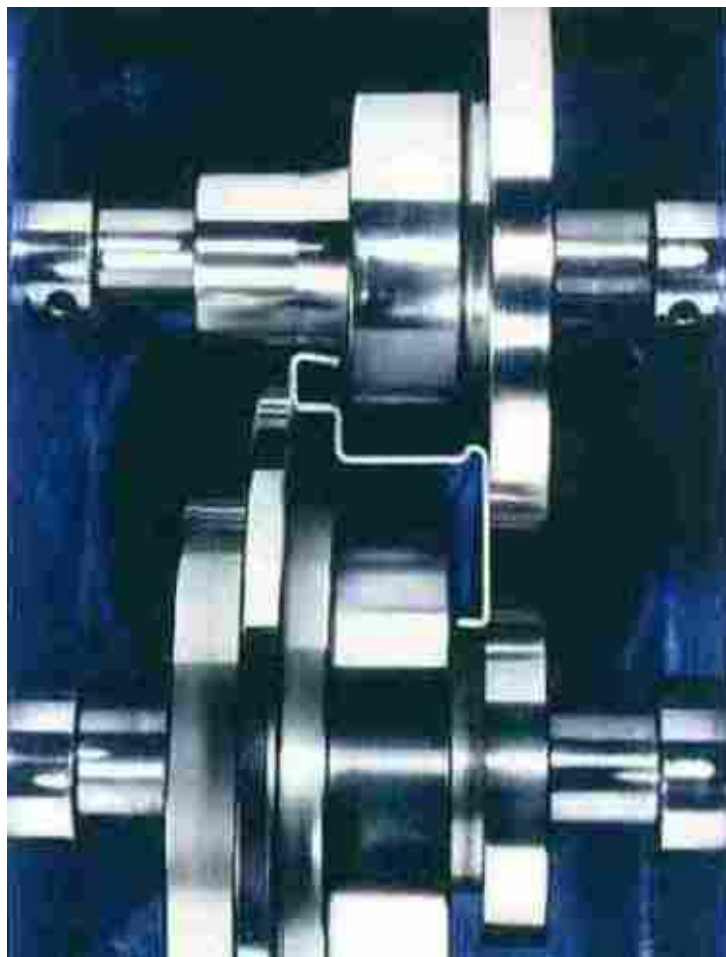
KONTINUÁLNÍ OHÝBÁNÍ PROFILOVÝMI VÁLCI



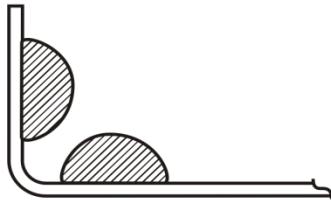
KONTINUÁLNÍ OHÝBÁNÍ PROFILOVÝMI VÁLCI



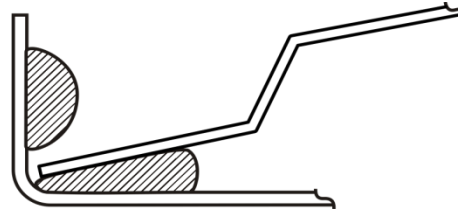
Dvojice válců – závěrečné pořadí



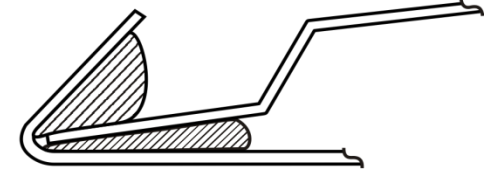
LEMOVÁNÍ A LEPENÍ



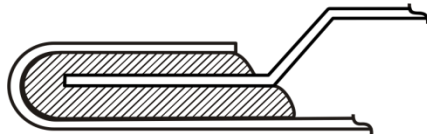
1. Nanesení dvou housenek lepidla na vnější plech



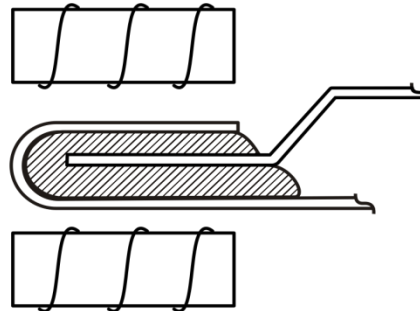
2. Přiložení vnitřního plechu



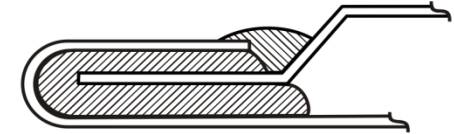
3. Vytvoření falcu (45°)



4. Vytvoření falcu (90°)



5. Vytvrzení indukčním ohřevem



6. Utěsnění spoje (zapečetění)

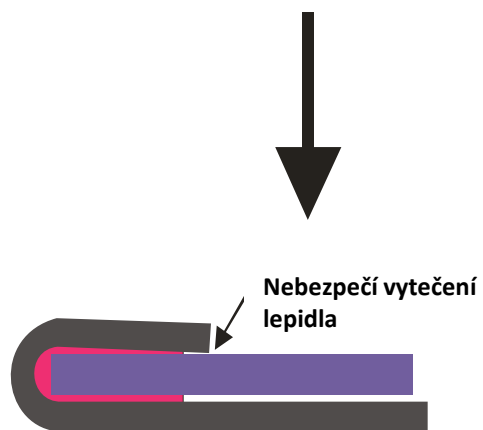
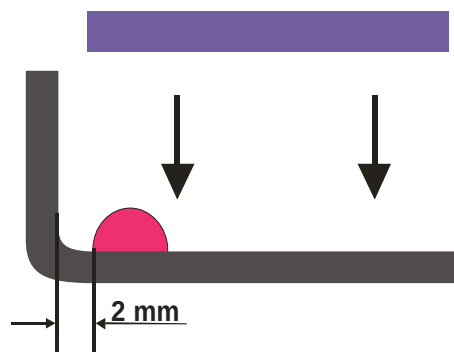


7. Vypodložení vnějšího pláště

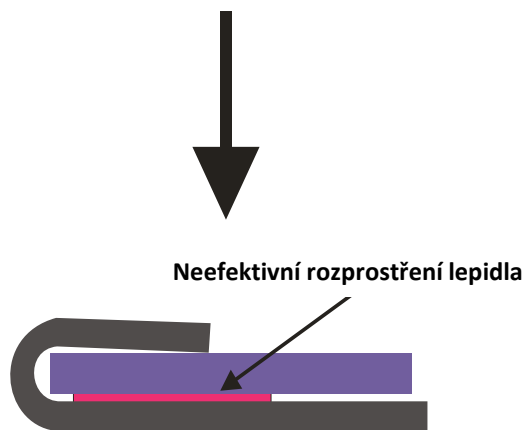
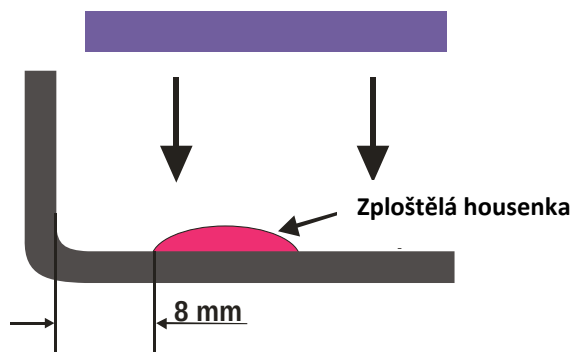
Zdroj: Endlich: Fertigungstechnik mit Kleb- und Dichtstoffen

Lemování a lepení

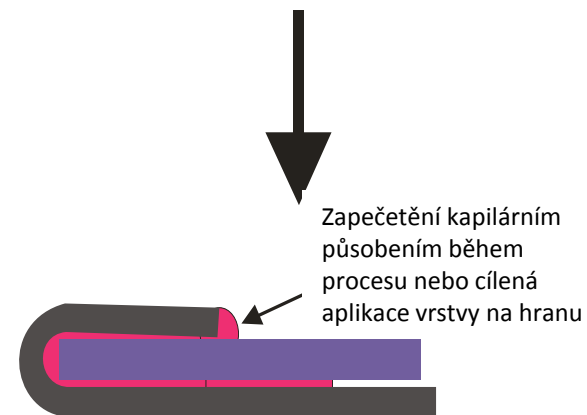
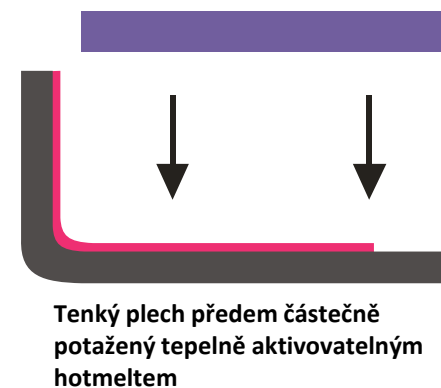
Teorie



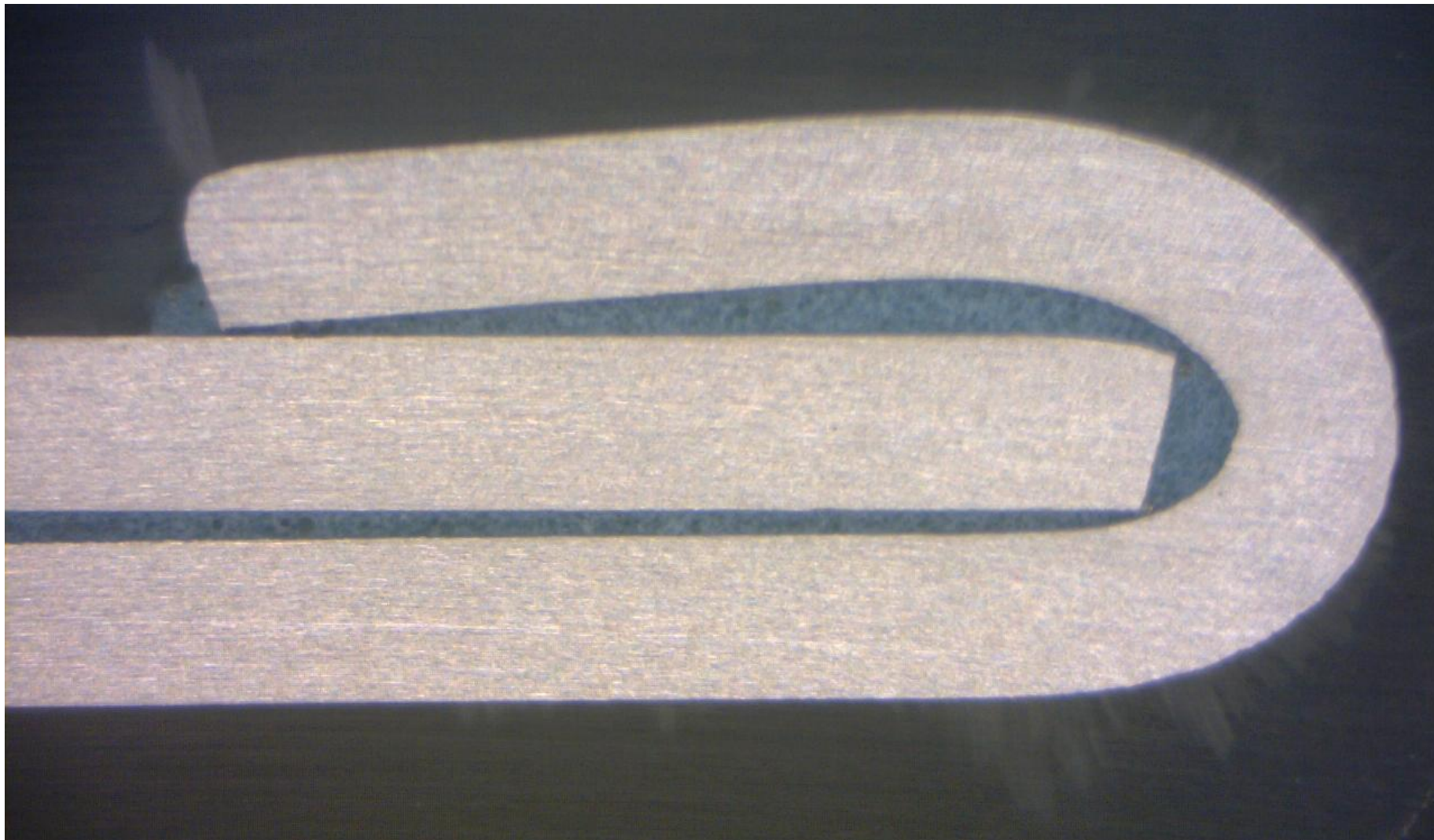
Praxe



Nová metoda

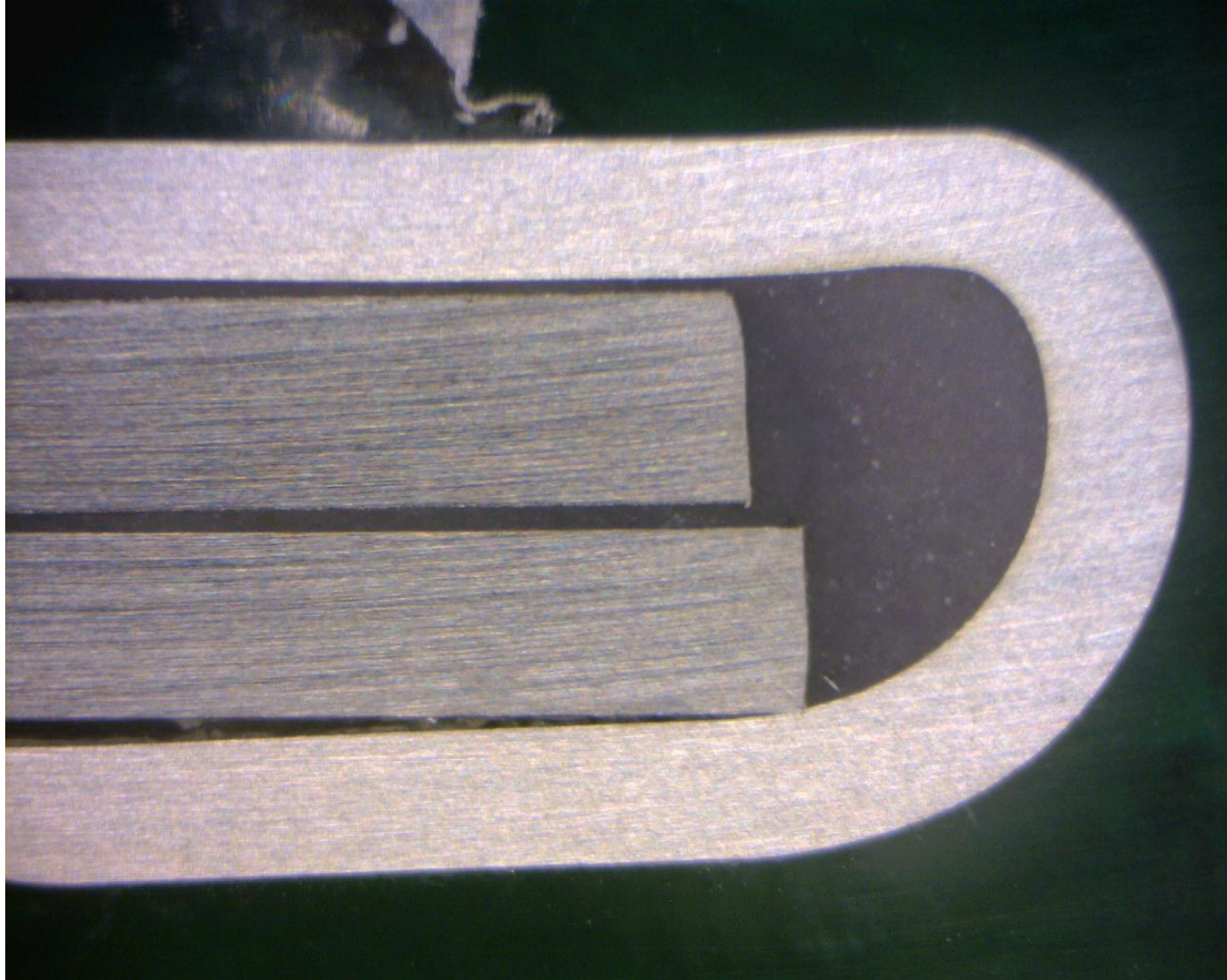


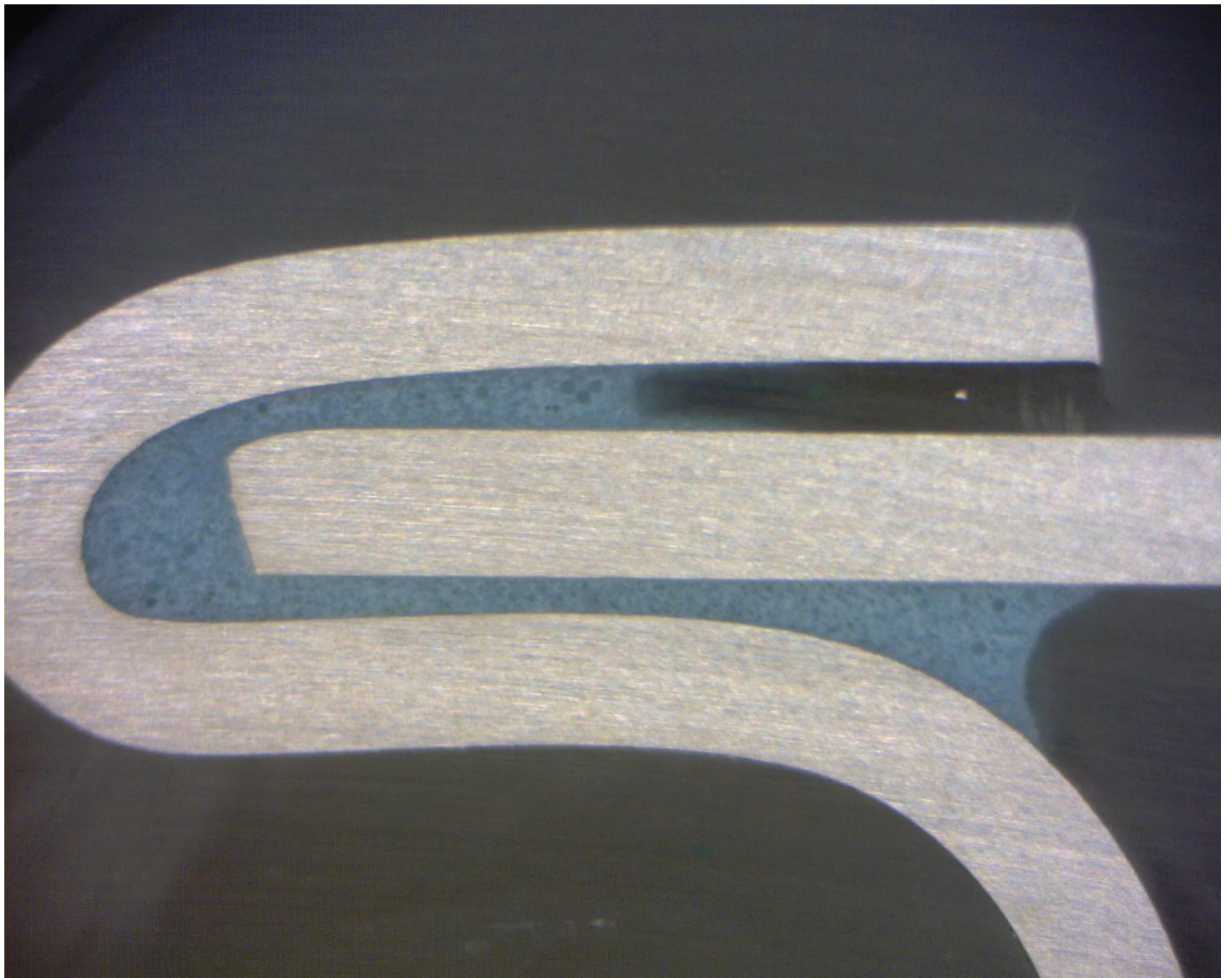
Kombinace lemování a lepidla – Al plechy (VW)

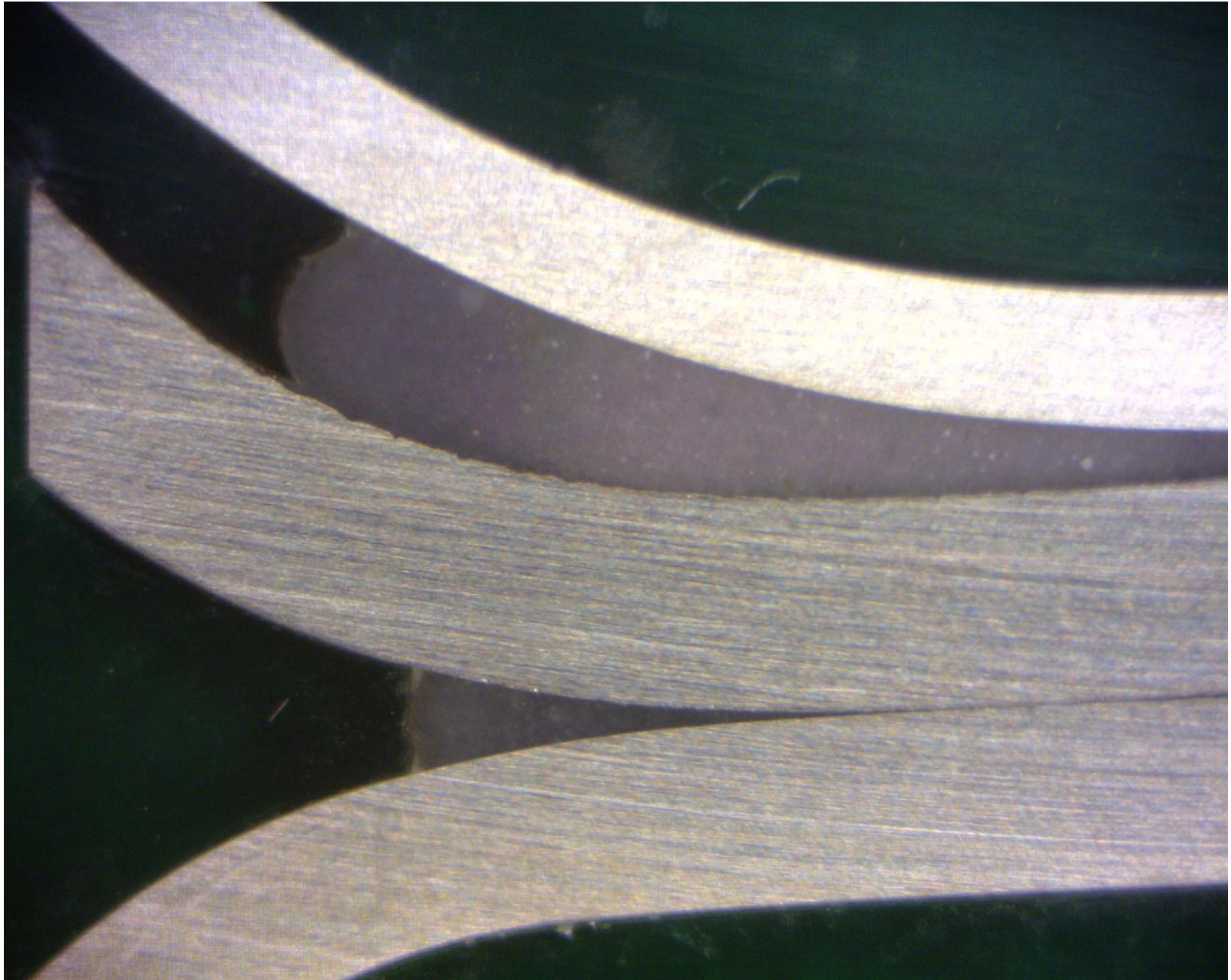


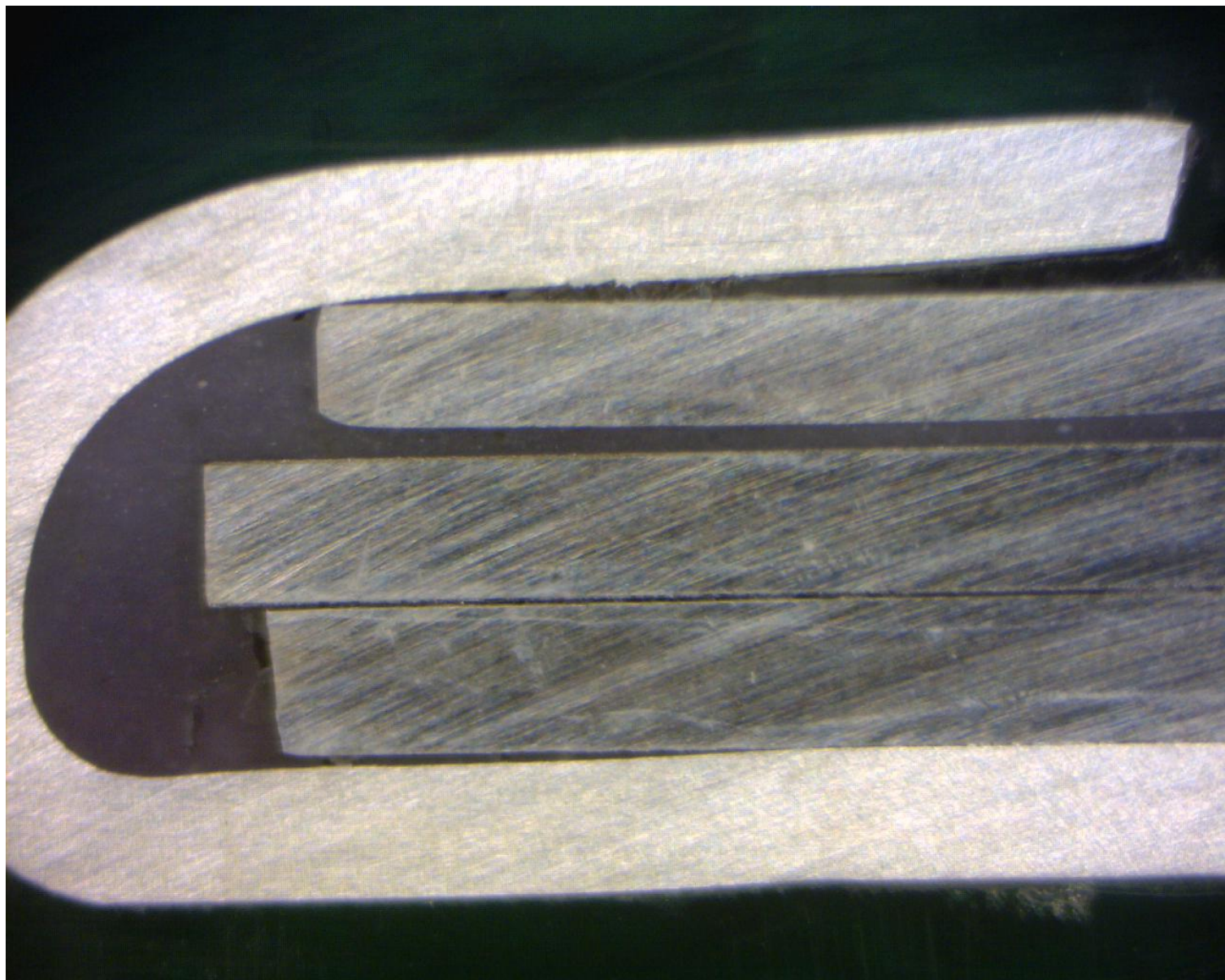
Kombinace lemování a lepidla

- Al plechy + ocelové uvnitř

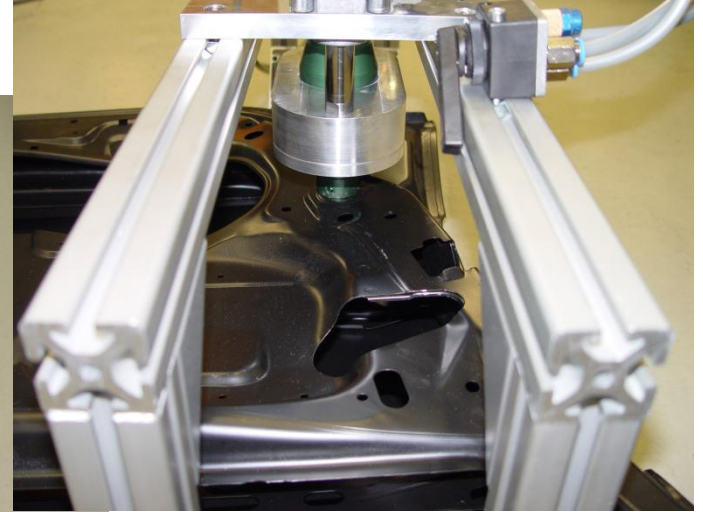
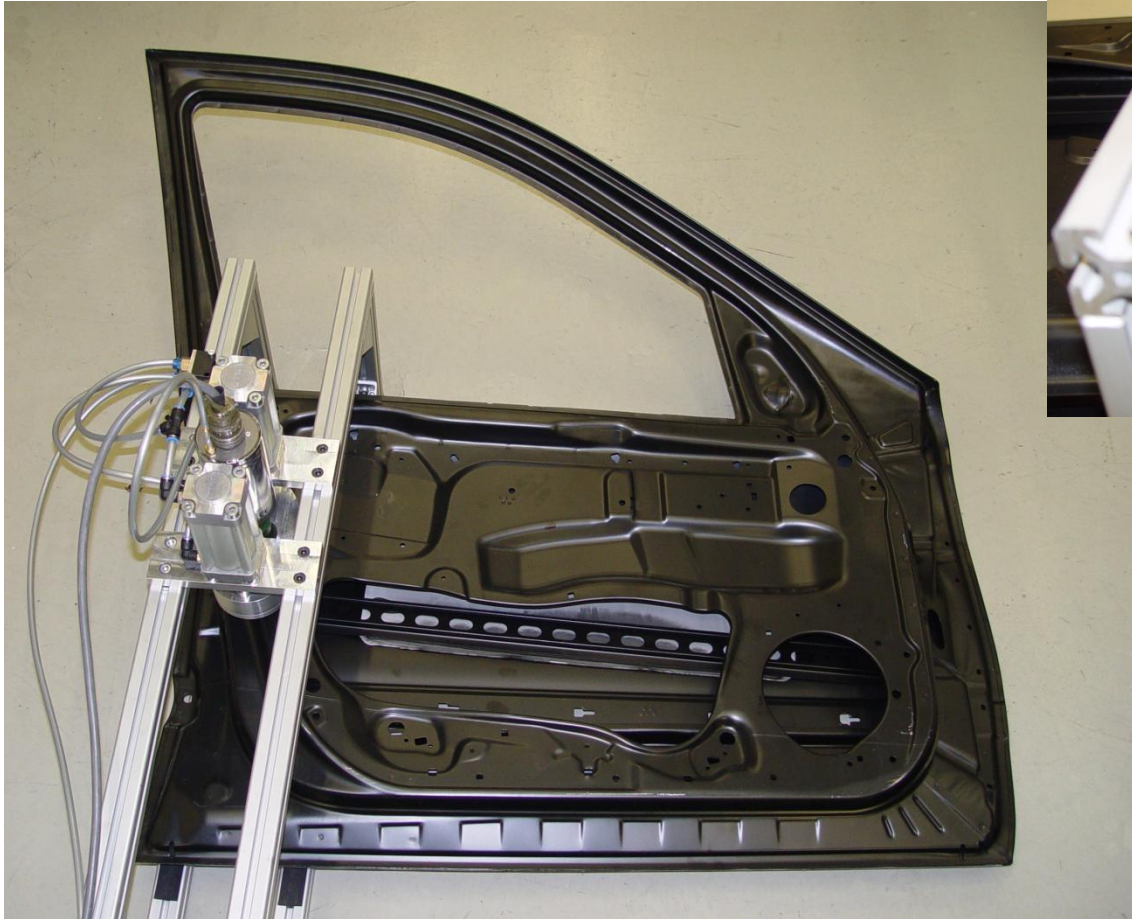




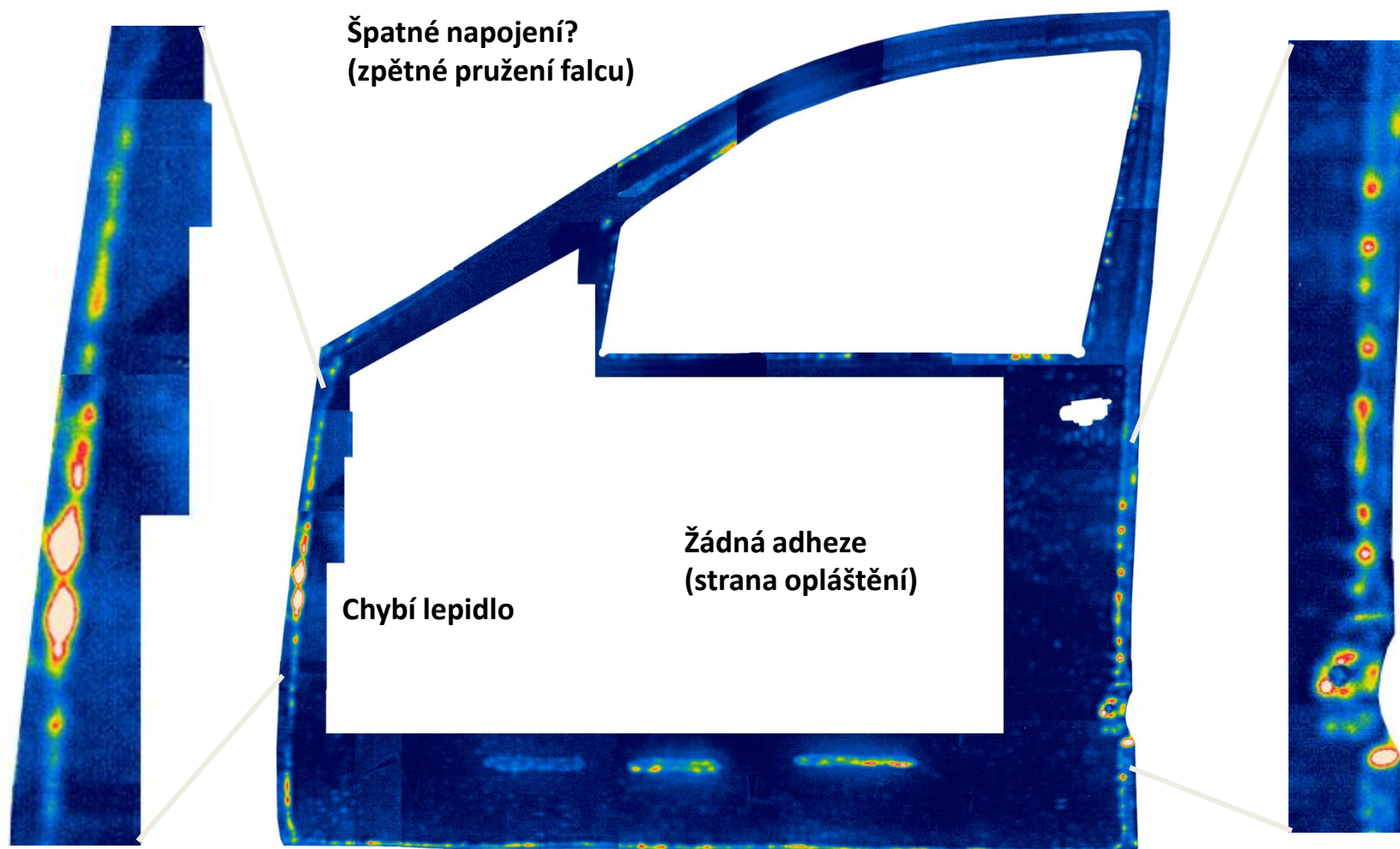




Lemování u dveří automobilu

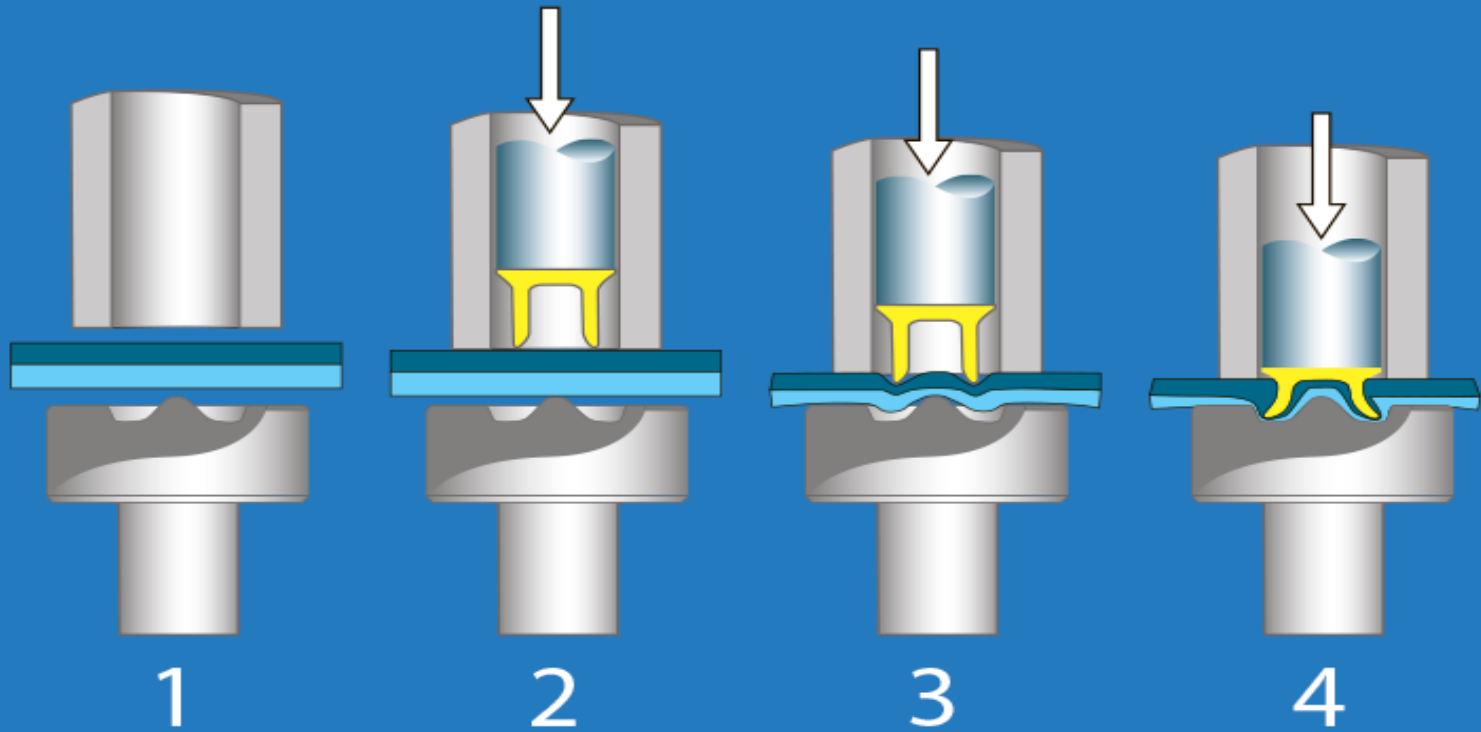


Kontrola zaplnění lemu lepidlem



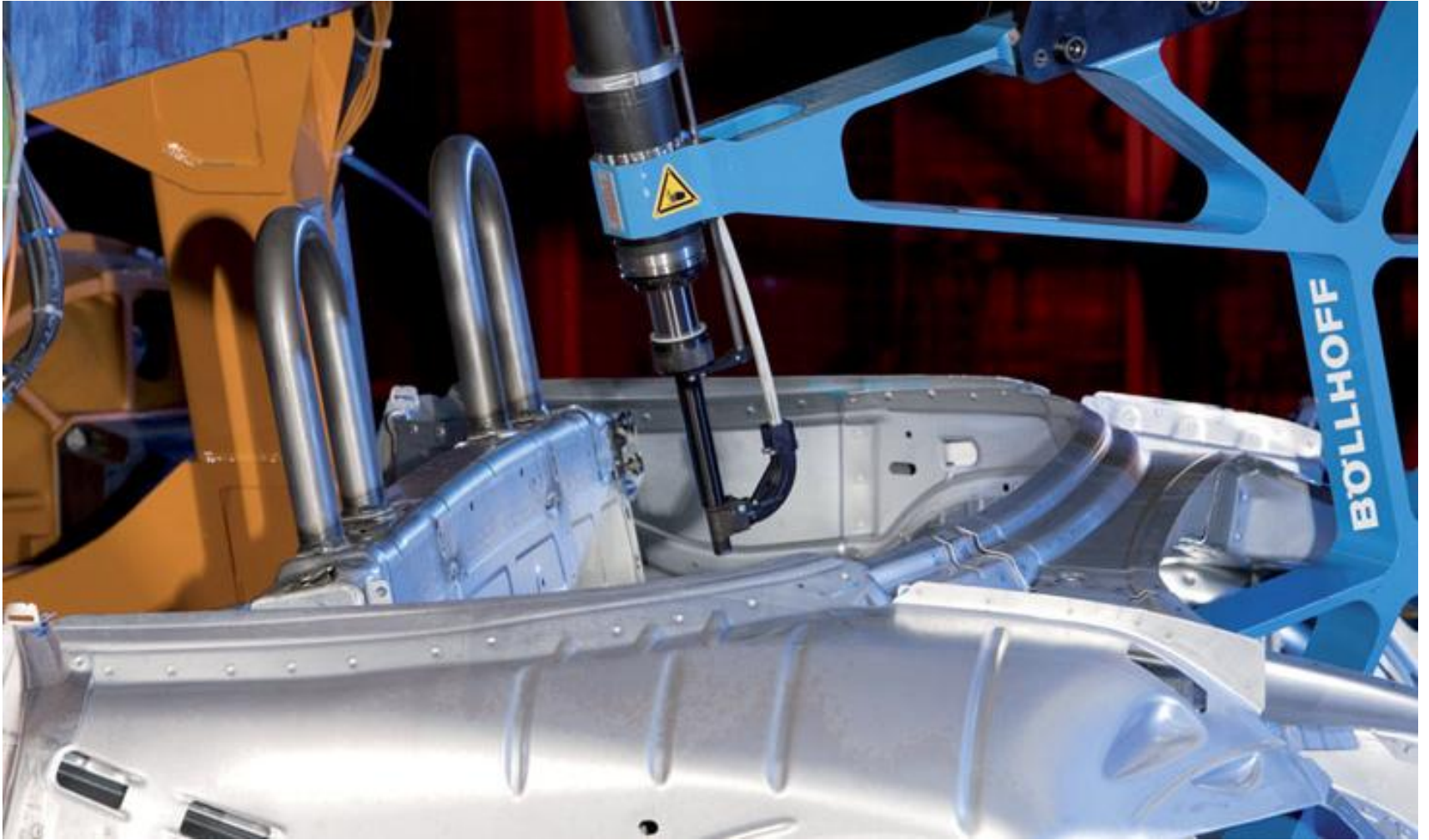
Samostřížné nýty Rivset

Rivset®



Charakteristika procesu spojování se samostřižnými nýty

- Spolehlivý a reprodukovatelný proces s vysoce dynamickou pevností spojení
- Tvářením za studena bez tepelného vlivu
- Žádné narušení materiálu v okolí spoje
- Různé kombinace spojovaných materiálů
- Široké spektrum materiálů nýtů
- Aplikace lepidla jako zpevňující vrstvy
- Vícevrstvé spoje







Metoda klinčování



Zdroj: Firma Böllhoff; firma Eckold



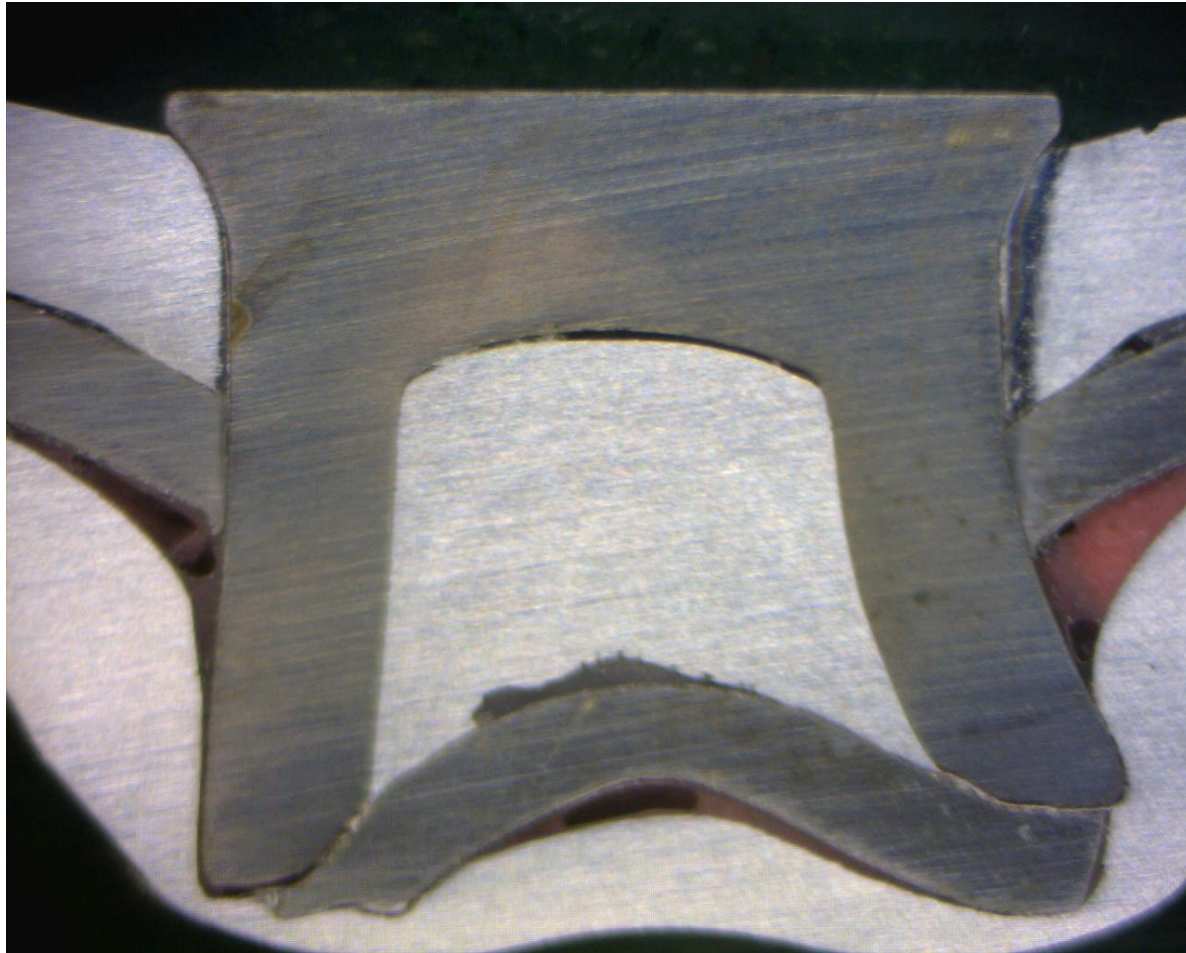
Spojení tří plechů Al + lepidlo



Spojení dvou plechů Al+ lepidlo



Spojení plechů Al-ocel-Al + lepidlo

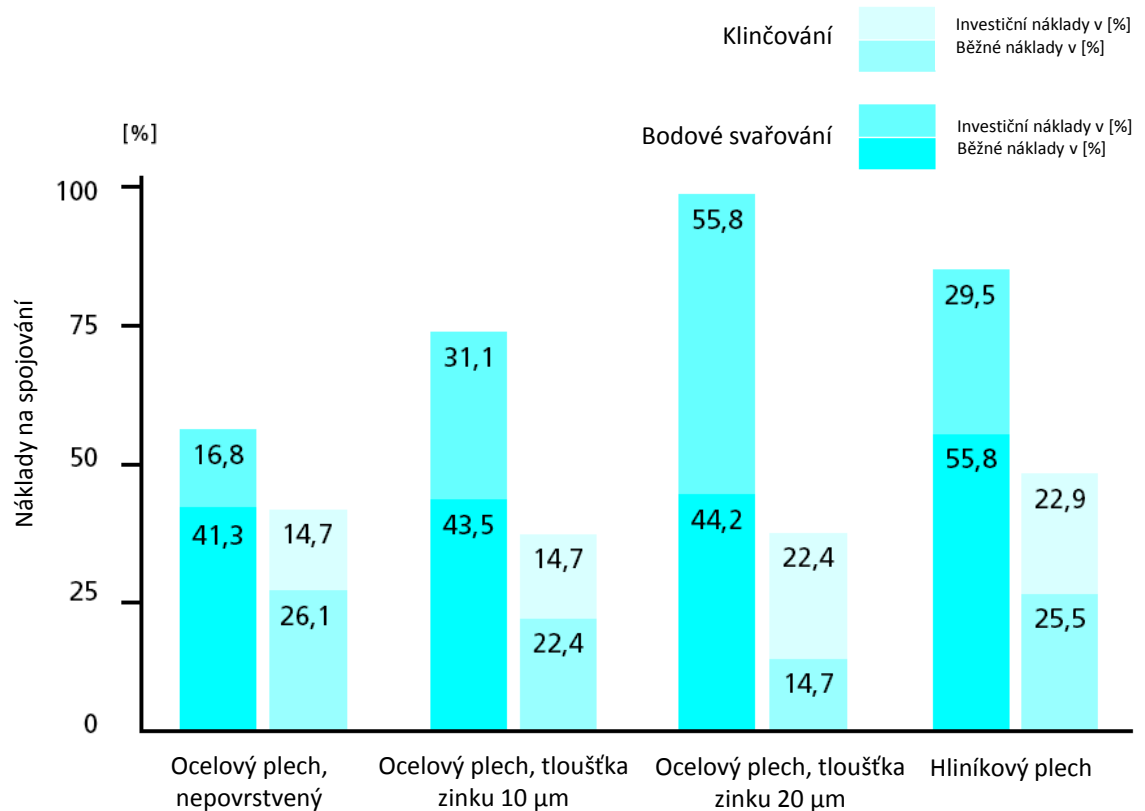


Aplikace v autoprůmyslu



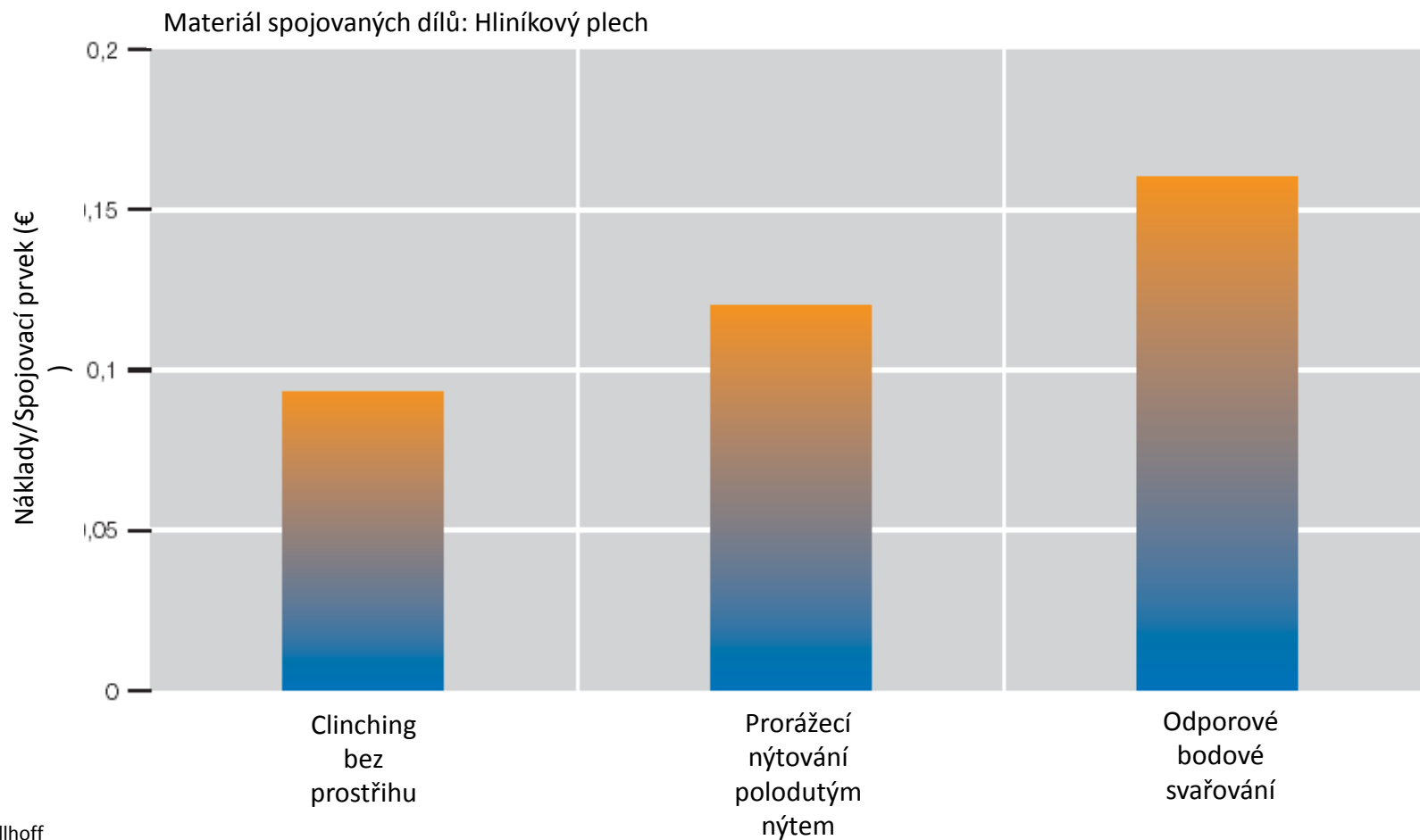
Náklady / Hospodárnost

- Porovnání hospodárnosti a nákladů klinčování a odporového bodového svařování



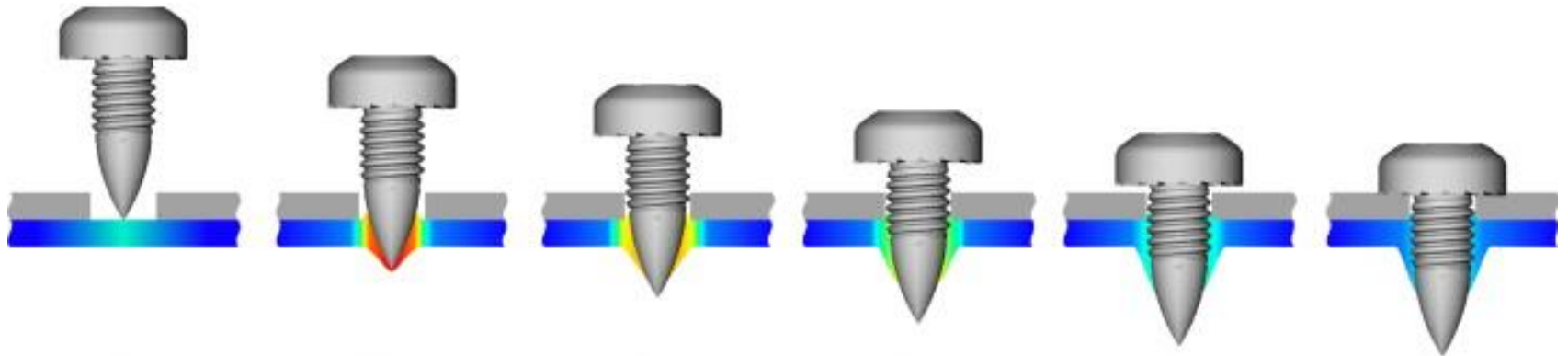
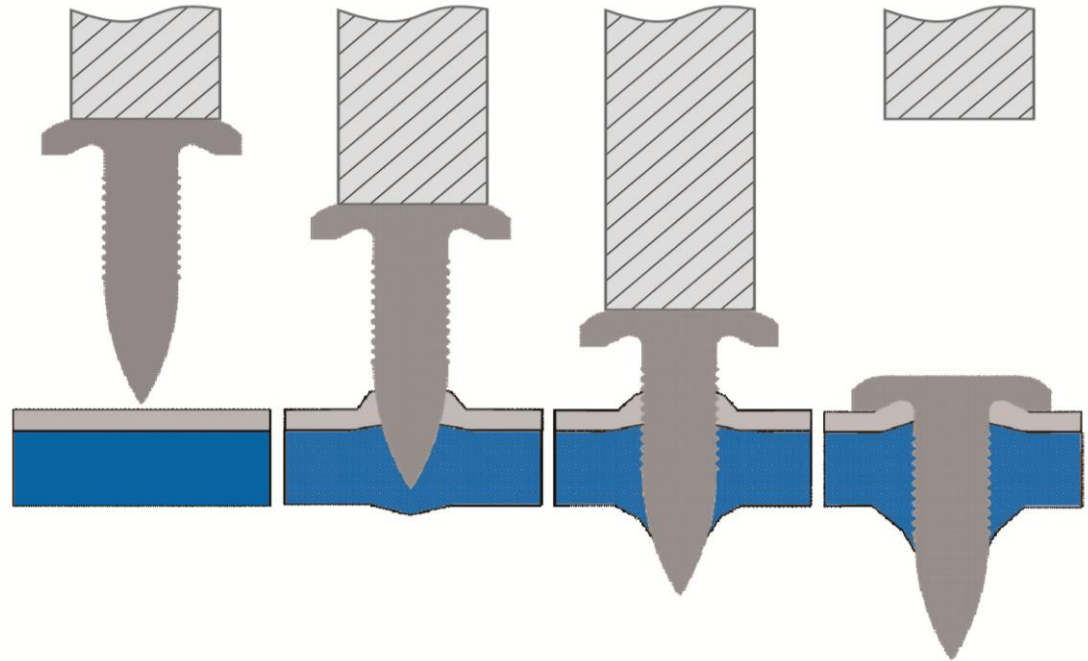
Zdroj: Firma Eckold

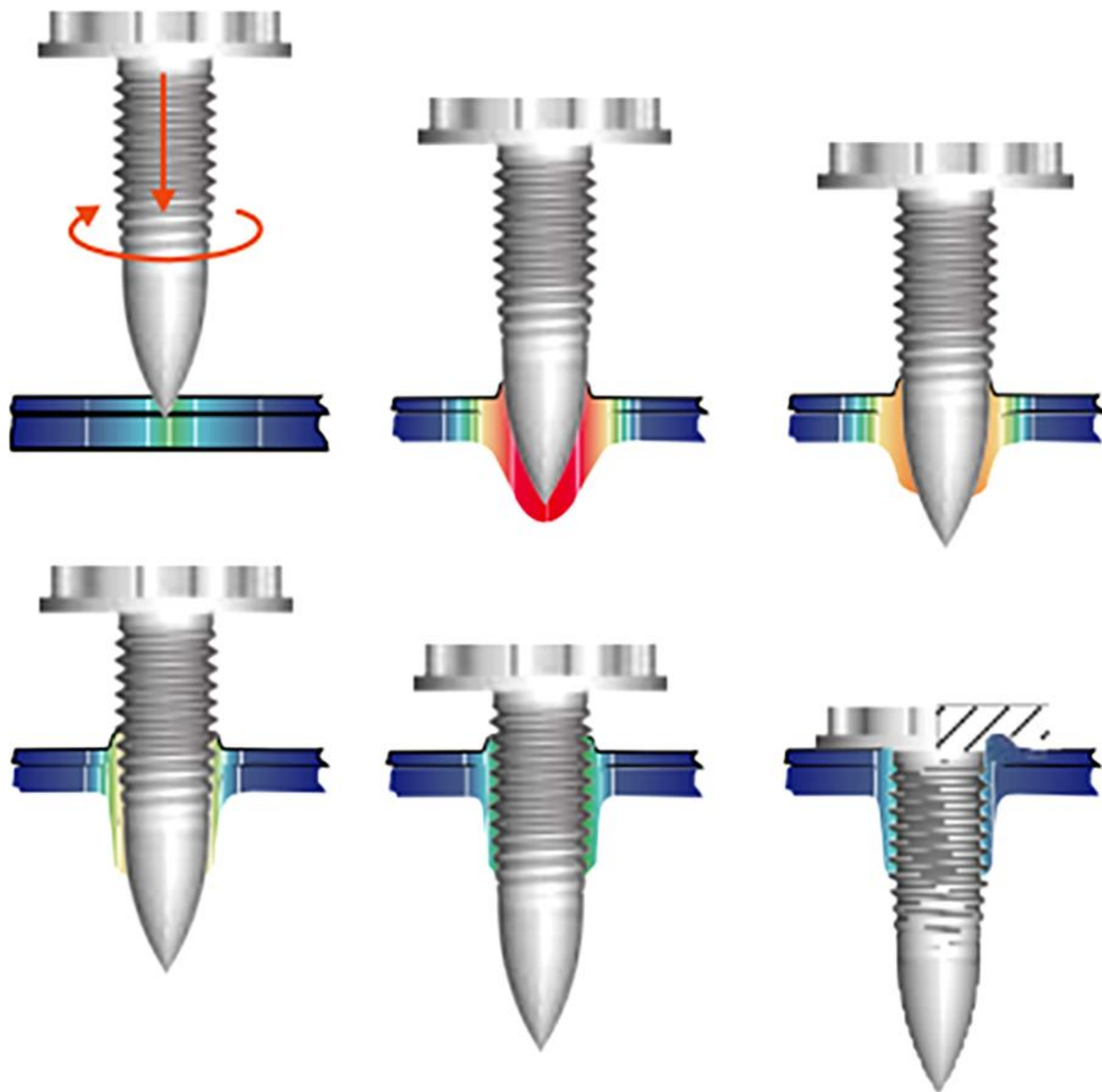
Náklady / Spojovací prvek na příkladu hliníkového plechu



Zdroj: Firma Böllhoff

Flow – drill šrouby







Šrouby Flow-Drill



- Špička závrtného šroubu EJOT® plní funkci spirálovitého vrtáku
- Příčný břit umožňuje rychlé navrtání a zabraňuje sklouznutí nebo „cestování“ na povrchu obrobku
- Drážkování závitu je ekonomickým řešením
- Žádné řezání závitů a s tím spojené vedlejší náklady
- Úspora nákladů na vrtací nebo děrovací nástroje
- Žádné přidavné pojistné prvky
- Vysoká procesní bezpečnost

Šrouby Flow-Drill



- Rozpojitelné a vysoce kvalitní spojení bez přípravy konstrukčních dílů, jako je předvrtání nebo děrování
- Žádné problémy s tolerancemi u průchodových děr a otvorů pro zašroubování
- Žádné materiálové ztráty při tváření otvoru / žádná tvorba třísek při drážkování závitu
- Více metrických chodů závitu v protažení
- Vysoká smyková zatížitelnost a velký odpor vůči vytržení
- Použití pro nejrůznější povrchy plechů
- Vysoké uvolňovací momenty a vibrační pevnost
- Možné opakované zašroubování také s běžnými metrickými šrouby
- Demontovatelné a recyklovatelné
- Nízké celkové náklady

Výroba šroubových spojů

Ruční šroubovací systémy



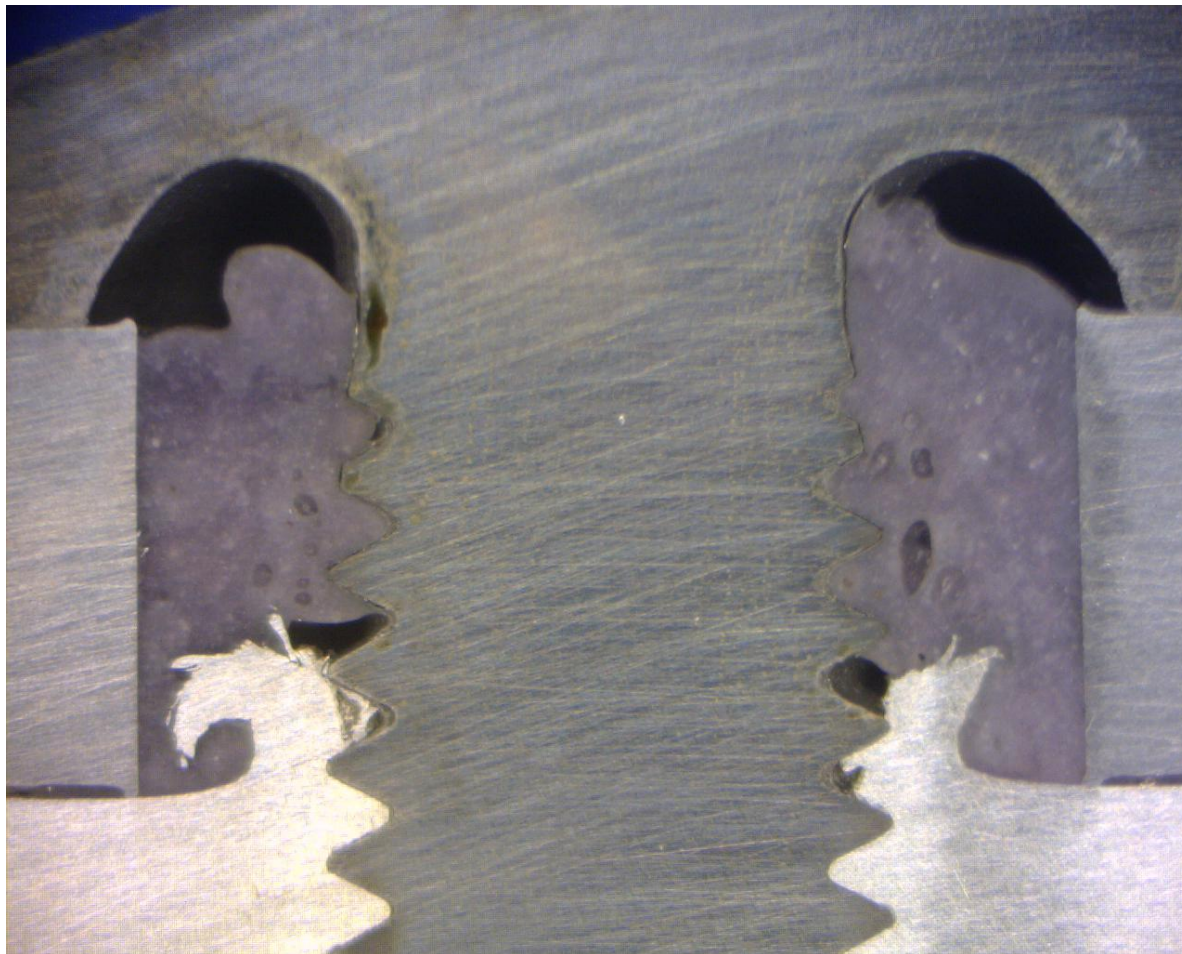
Zdroj: Weber

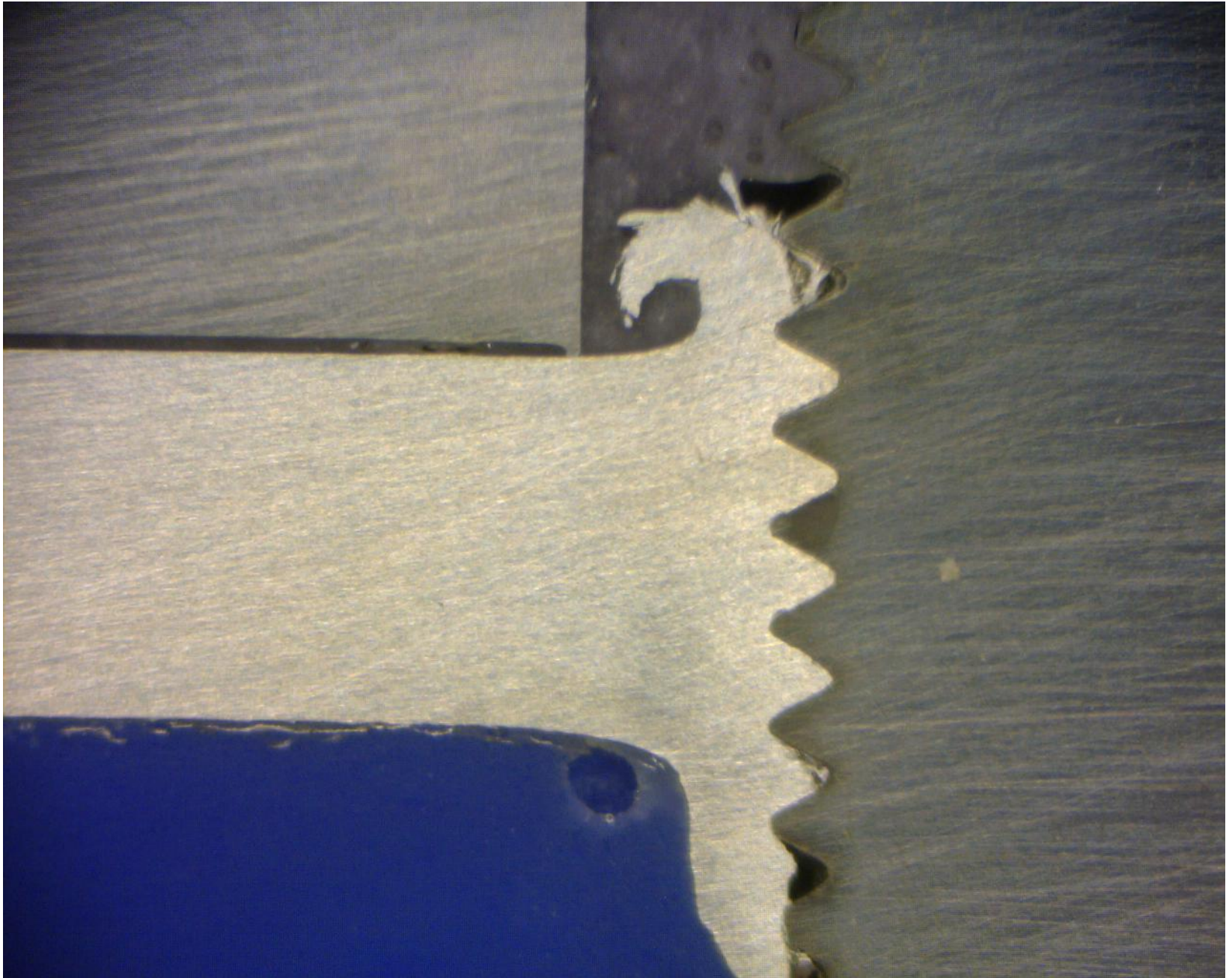
- Automobilový průmysl má vysoké požadavky na spojovací technologie. Flow-drill šrouby jsou vhodné pro jednostranně přístupné a odstranitelné spojovací prostředky, které jsou velmi důležité zejména s ohledem na recyklovatelnost. Používají se například pro montáž tenkých plechů z oceli a hliníku, aniž by bylo zapotřebí připravit vodící otvor.
- Vzhledem ke zvýšenému přetvoření s vysokým zahloubením se vytvoří šroubový spoj schopen přenést vysoké tahové i stříhové zatížení.

- Vyměnitelné a vysoce kvalitní šroubové spoje, bez přípravy jako je předvrtání.
- Jednostranná montáž, bez protiopory šroubu do plechu až do 1,8 mm tloušťky.



Flow-drill šroub + lepidlo







Šrouby s lepící plochou typu ONSERT®



- Spojovací šroub zvaný ONSERT[®], pro spojení kompozitů, tenkých plechů, plastů a dalších materiálů je určen pro víceúčelové využití.
- Zvláštním rysem této techniky je jeho rychlost. Lepidlo je vytvrzené během 4 sekund pomocí LED lampy. Je možné proces plně automatizovat. Připojení může být okamžitě zatíženo. Šrouby se základnou o průměru 25 mm mohou dosáhnout tahovou sílu až 2 000 N. Při použití vyššího zatížení je zajištěn lom na rozhraní - kompozitní materiál zůstává nedotčen a žádná vlákna nejsou vytrženy.
- Určeno pro automobilový průmysl, letectví a bílé zboží.

Charakteristika „elementárních“ spojovacích technologií

Lepení		Mechanické spojování		Kombinace
Výhody	Nevýhody	Výhody	Nevýhody	Výhody jednotlivých metod, s cílem kompenzace nevýhod
Přenos sil na velké ploše	Nutno fixovat až do vytvrzení	Vysoká spolehlivost metody	Malé využití materiálu	Zafixování spojovaných dílů až do vytvrzení lepidla
Velké využití charakteristických hodnot materiálů	Náchylnost k plastickému tečení	Možnost okamžité zátěže	Dutina mezi dvěma body	Zvyšuje tuhost konstrukčních dílů a materiálové vlastnosti
Vysoký potenciál pro lehké konstrukce	Malá pevnost při odlupování	Vysoká pevnost	Nebezpečí štěrbinové koroze	Vznik koroze v případě odlišných nosných materiálů
Zvýšená tuhost konstrukčních dílů	Závislost na čase, teplotě a okolí			

Porovnání spojovacích technologií

Kritéria použití	Klinčování	Prorážecí nýtování	Svařování
Druh spoje	Mechanický Bez tepelného ovlivnění Tvarový a silový spoj	Mechanický Bez tepelného ovlivnění Tvarový a silový spoj	Tavení Zóna tepelného ovlivnění Materiálový spoj
Pomocný materiál	Není zapotřebí	Je zapotřebí	Není zapotřebí
Různé kovy	Možné	Možné	Nemožné
Nekovy	cca. 30 - 60	cca. 30 - 60	cca. 30 - 60
Povrstvené spojované díly	Možné	Možné	Nemožné
Použití na pohledové straně	Rušivé	Rušivé	Rušivé
Nedestruktivní zkoušení	Možno vizuálně	Možno vizuálně	Podmínečně možno vizuálně
Statická pevnost	Nízká	Vysoká	Vysoká
Dynamická pevnost	Vysoká	Vysoká	Nízká
Životnost nástroje	200 000 bodů	250 000 bodů	2 500 bodů
Takty (počet bodů/min.)	cca. 30 - 60	cca. 30 - 60	cca. 20 - 40
Použití multinástrojů	Možné	Možné	Podmínečně možné (paralelní zapojení)
Instalace	Hydraulika / Pneumatika	Hydraulika / Pneumatika	Vzduch + proud + voda
Spotřeba energie	Nízká	Nízká	Vysoká
Prostorové požadavky	Malé	Malé	Velké
Investiční náklady	Nízké	Nízké	Vysoké