



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

BEZPEČNOST ZAŘÍZENÍ PRO UPÍNÁNÍ OBROBKŮ

SAFETY OF WORKPIECE CLAMPING DEVICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Mahel

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Bc. Petr Mahel**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Výrobní stroje, systémy a roboty
Vedoucí práce: **doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Bezpečnost zařízení pro upínání obrobků

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešerše současného stavu požadavků plynoucích ze směrnic Evropského parlamentu a Rady v oblasti strojních zařízení. Analýza požadavků standardů – harmonizovaných norem. Vypracování požadavkových listů a návrh vybraných bezpečnostních řešení u zařízení pro upínání obrobků na různých strojích.

Cíle diplomové práce:

Popsat stav vědy a techniky u zařízení pro upínání obrobků.
Shrnout současné legislativní požadavky EU a ČR.
Provést analýzu požadavků relevantních harmonizovaných norem.
Utřídit informace a zpracovat požadavkový list pro upínací zařízení.
Navrhnout vybrané bezpečnostní aplikace vztahující se k upínání obrobků na různých strojích.

Seznam doporučené literatury:

MAREK, Jiří, et al. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. 1. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.

Infozdroje.cz. Infozdroje.cz [online]. Praha: Albertina icome Praha s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-04].
Dostupné z: www.infozdroje.cz

MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM publishing, s. r. o., 2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: www.mmspektrum.com

EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie [online]. Brusel: Úřad pro publikace, 2016 [cit. 2016-11-04].
Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>

ČSN online [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: csnonline.unmz.cz

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá bezpečností zařízení pro upínání obrobků. V první části popisuje možnosti upínání obrobků na různých strojích, legislativní požadavky EU a ČR v oblasti strojních zařízení a všeobecné požadavky plynoucí z harmonizovaných norem na různé typy upínacích zařízení. Hlavním cílem práce je vypracování požadavkových listů pro hydraulicky ovládané tříčelist'ové sklíčidlo a návrh dvou vybraných bezpečnostních aplikací. První bezpečnostní aplikace se vztahuje na bezpečné upnutí obrobku v hydraulicky ovládaném sklíčidle. Druhá bezpečnostní aplikace je zaměřena na upínání obrobku pomocí upínek, kde je popsán postup na výpočet bezpečného utahovacího momentu při dotahování matice.

ABSTRACT

Master's thesis is dealing with safety of workpiece clamping device. In the first part we are describing possibilities of clamping workpiece on different machines, legislative conditions in EU and CR in engineering devices, and general demands that refer to harmonized standards for different types of clamping devices. The main target of the thesis are the lists of requirements for hydraulic three-jaw chucks and proposal of two chosen safety applications. The first safety application refers to safety of clamping workpiece in hydraulic chuck. The second safety application is aimed at clamping of workpiece with the help of strap clamps. There is a description of the procedure of calculation of safe tightening moment during assembly of the nut.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bezpečnost zařízení pro upínání obrobků, legislativní požadavky, harmonizované normy, hydraulicky ovládané tříčelist'ové sklíčidlo, upínky.

KEYWORDS

Safety of workpiece clamping device, legislative requirements, harmonized standards, hydraulic three-jaw chucks, strap clamps.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MAHEL, P. *Bezpečnost zařízení pro upínání obrobků*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2018, 123 s., Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za významné rady a připomínky v průběhu vypracování mé diplomové práce. Také děkuji mé rodině za podporu při studiu.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Blechy, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2018

.....

Bc. Petr Mahel

OBSAH

1	ÚVOD	17
2	OBROBEK	19
3	ZAŘÍZENÍ PRO UPÍNÁNÍ OBROBKŮ	21
3.1	Soustružení.....	21
3.1.1	Upínání obrobků při soustružení	22
3.2	Frézování	27
3.2.1	Upínání obrobků při frézování	28
3.3	Vrtání a vyvrtávání	32
3.3.1	Upínání obrobků při vrtání	32
3.4	Broušení	34
3.4.1	Upínání obrobků při broušení.....	34
4	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY EVROPSKÉ UNIE	35
4.1	Nařízení č. 765/2008	36
4.1.1	Akreditace.....	36
4.1.2	Dozor nad trhem a kontrola výrobků.....	36
4.1.3	Označení CE	37
4.2	Směrnice 2006/42/ES	37
4.2.1	Základní požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při konstrukci	38
4.3	Směrnice 2014/35/EU	38
4.3.1	Povinnosti výrobců	39
4.3.2	Základní prvky bezpečnostních zásad pro elektrická zařízení	39
4.4	Směrnice 2014/30/EU	40
4.4.1	Předpoklad shody zařízení	40
4.4.2	Základní požadavky na zařízení	40
4.5	Směrnice 2001/95/ES	40
4.6	Rozhodnutí č. 768/2008/ES	41
4.6.1	Obecné zásady	41
4.6.2	Postup posuzování shody.....	42
5	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY ČESKÉ REPUBLIKY	43
5.1	Zákon č. 22/1997 Sb.	43
5.2	Zákon č. 102/2001 Sb.	43
5.3	Zákon č. 262/2006 Sb.	44
5.4	Zákon č. 309/2006 Sb.	44
5.5	NV č. 378/2001 Sb.....	45
5.6	Vyhláška ÚBP 48/1982 Sb.	45
6	HARMONIZOVANÉ NORMY	47
6.1	Bezpečnostní normy	47
6.1.1	Normy typu A	47
6.1.2	Normy typu B	48
6.1.3	Normy typu C	48
7	BEZPEČNOST STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ	51
7.1	Posouzení rizika.....	51
7.1.1	Analýza rizika.....	51
7.1.2	Zhodnocení rizika	51

7.2	Snížení rizika.....	52
7.2.1	Metoda tří kroků.....	52
8	BEZPEČNOST UPÍNACÍCH ZAŘÍZENÍ.....	53
8.1	Požadavky na upínací zařízení pro soustruhy	53
8.1.1	Ručně ovládané soustruhy (bez NC řízení).....	53
8.1.2	Podmínky pro upínání obrobku.....	54
8.2	Požadavky na upínací zařízení pro frézky včetně vyvrtávaček.....	55
8.2.1	Požadavky vztahující se pro upínání obrobků.....	55
8.3	Požadavky na upínací zařízení pro vrtačky	56
8.3.1	Požadavky vztahující se pro upínání obrobků.....	56
8.4	Požadavky na upínací zařízení pro stacionární brusky.....	56
8.4.1	Požadavky pro upínání obrobků.....	56
8.5	Požadavky na obrobková sklíčidla	57
8.5.1	Požadavky a opatření	57
8.5.2	Informace pro použití	58
8.6	Funkční bezpečnost upínacího zařízení.....	58
8.6.1	Hlavní parametry bezpečnostních částí ovládacích systémů	58
8.6.2	Opatření proti systematické poruše	59
8.7	Mechanická bezpečnost upínacího zařízení	59
8.8	Požadavky na hydraulický systém upínacího zařízení	59
8.8.1	Hlavní požadavky na hydraulické systémy	59
8.9	Požadavky na pneumatický systém upínacího zařízení.....	60
8.9.1	Hlavní požadavky na pneumatické systémy	60
8.10	Požadavky na elektrické systémy upínacího zařízení	62
8.10.1	Ochrana před úrazem elektrickým proudem	62
8.11	Všeobecné zásady pro konstrukci	62
9	BEZPEČNOST HYDRAULICKY OVLÁDANÉHO TŘÍČELISTOVÉHO SKLÍČIDLA	63
9.1	Tříčelist'ové sklíčidlo.....	64
9.1.1	Požadavky plynoucí z ČSN EN 1550+A1:2009	64
9.1.2	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23 125:2018	65
9.1.3	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 13849-2:2013.....	65
9.2	Hydraulický válec.....	65
9.2.1	Požadavky plynoucí z ČSN EN 1550+A1:2009	65
9.2.2	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23 125:2018	66
9.2.3	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011	66
9.3	Hydraulický ventil	66
9.3.1	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011	67
9.4	Hydraulický agregát	67
9.4.1	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23 125:2018.....	68
9.4.2	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011	68
9.4.3	Požadavky plynoucí z ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007	70
9.5	Rozvody hydraulické kapaliny	70
9.5.1	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011	70
9.6	Ovládací a řídicí systém	71
9.6.1	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23 125:2018	71
9.6.2	Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 13849-1:2017-2:2013	72
10	POŽADAVKOVÉ LISTY	73

11 BEZPEČNÉ UPNUTÍ OBROBKU V HYDRAULICKY OVLÁDANÉM SKLÍČIDLE.....	75
11.1 Hlavní bezpečnostní požadavky	75
11.1.1 Ovládací systém.....	75
11.1.2 Monitorování ovládací síly	75
11.1.3 Monitorování zdvihu čelistí.....	75
11.1.4 Ruční upínání obrobků	76
11.1.5 Uchování upínací síly	76
11.1.6 Monitorování rychlosti vřetena	76
11.2 Základní princip bezpečnostní aplikace.....	76
11.3 Pravdivostní tabulka	78
11.4 Návrh hydraulického obvodu.....	78
11.5 Volba jednotlivých součástí	79
11.5.1 Řídicí systém a jeho periferie	79
11.5.2 Senzor polohy	80
11.5.3 Senzor tlaku	80
11.5.4 Elektromagnetický ventil 4/3.....	81
11.6 Blokové zapojení	81
11.7 Výpočet úrovně vlastností PL.....	81
12 BEZPEČNÉ UPNUTÍ OBROBKU POMOCÍ UPÍNEK	83
12.1 Bezpečnostní požadavky.....	83
12.2 Bezpečná konstrukce upínek	84
12.3 Bezpečné upnutí obrobku	84
12.3.1 Výpočet utahovacího momentu	84
12.3.2 Výpočet bezpečnosti vzhledem k meznímu stavu pružnosti	85
12.3.3 Kontrola závitu na otláčení	85
12.3.4 Výpočet potřebné síly předpětí	86
12.3.5 Výpočet síly od teplotní dilatace obrobku	87
12.3.6 Utřídění informací pro výpočet	88
13 ZHODNOCENÍ A DISKUZE	89
14 ZÁVĚR.....	91
15 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	93
16 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK.....	97
16.1 Seznam zkratk	97
16.2 Seznam symbolů	97
16.3 Seznam obrázků	99
16.4 Seznam tabulek	100
17 SEZNAM PŘÍLOH	101

1 ÚVOD

S rostoucím vývojem obráběcích strojů se zvyšují požadavky na bezpečnost. Snahou je vyrobit co nejbezpečnější stroj, proto je žádoucí se zabývat při konstrukci jednotlivými částmi obráběcího stroje, jako je zařízení pro upínání obrobků.

V případě zařízení pro upínání obrobků hrozí velké riziko vymrštění obrobku z důvodu nedostatečné upínací síly nebo poruchy upínacího zařízení. Je žádoucí tomuto riziku předcházet již konstrukcí upínacího zařízení. Není vhodné se spoléhat pouze na dodatečná opatření jako je krytování stroje, jenž by mělo zamezit úrazu nebo alespoň snížit následky úrazu při vymrštění obrobku.

Z důvodu velkého počtu upínacích zařízení pro obrobky neexistuje přesně stanovený postup na bezpečnou konstrukci. Je možné pouze postupovat podle požadavků harmonizovaných norem. V této diplomové práci je provedeno utřídění relevantních harmonizovaných norem pro upínací zařízení a také názorná ukázka jak postupovat při vypracování požadavkových listů, které slouží pro lepší přehlednost požadavků při konstrukci zařízení a zaručí, že žádný požadavek nebude opomenut.

Po vypracování požadavkových listů je důležitá realizace požadavků. Musí být správně realizovány tak, aby zabránily vzniku možného nebezpečí. Také je nutné brát v úvahu, že po realizaci bezpečnostního opatření může nastat nebezpečí způsobené tímto opatřením a musí být splněny další požadavky pro bezpečnou funkci zařízení. Diplomová práce také obsahuje návrh vybraných bezpečnostních aplikací. První bezpečnostní aplikace se vztahuje na bezpečné upnutí obrobku v hydraulicky ovládaném tříčelistovém sklíčidle. Aplikace především zahrnuje návrh ovládacího systému a monitorování správného upnutí. Druhá bezpečnostní aplikace popisuje výpočet utahovacího momentu matice při upínání obrobku pomocí upínek.

2 OBROBEK

Obrobek je předmět, který je obráběný nebo už obrobený polotovár. Polotovár je vždy rozpracovaný nedokončený výrobek vyžadující další zpracování. Z geometrického hlediska je obrobek charakterizován obráběnou, obrobenou a přechodovou plochou (obr. 1). [1]

Obráběná plocha: plocha na povrchu obrobku, která je přetvářena řezáním.

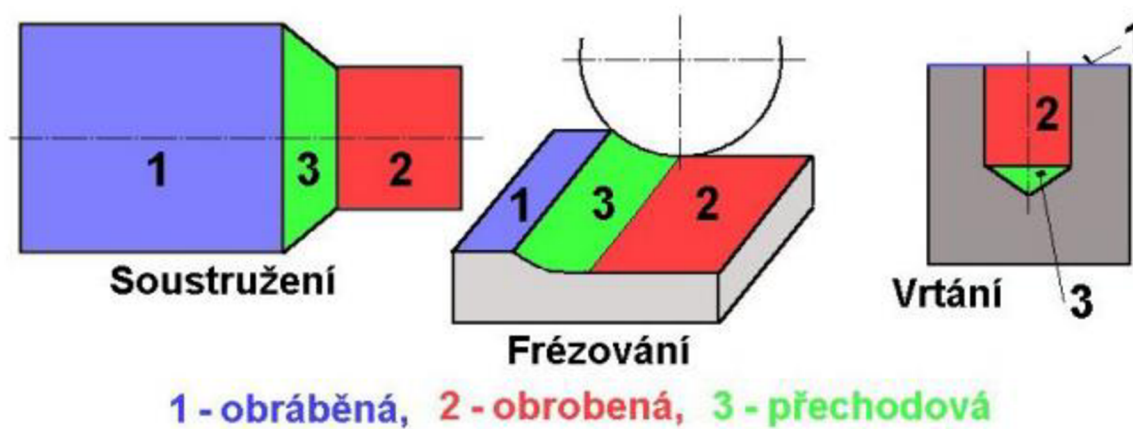
Obrobená plocha: plocha utvořená působením řezného nástroje (výsledek řezného procesu).

Z technologického hlediska je definovaná rozměry, tvarem, polohou, vlastnostmi a strukturou povrchu. Obrobenou plochu je možné identifikovat souborem parametrů vztažených k jmenovité ploše, jako jsou např. úchylky rozměrů, úchylky tvaru, úchylky polohy, struktura povrchu, vlastnosti povrchové vrstvy.

Přechodová plocha: okamžitě vytvořená plocha od působení ostří řezného nástroje při obrábění (dříve označovaná jako řezná plocha nebo plocha řezu). [1]

Technologické dopady na parametry obrobené plochy:

- Systematický konstantní – chyba v seřízení stroje, úchylka rozměru a tvar nástroje
- Systematicky proměnné – opotřebení nástroje, tepelné deformace
- Náhodné – rozptýlení přídavků na obrábění a vlastností obráběného materiálu [1]



Obr. 1) Vytvořené plochy při obrábění na obrobku [1]

3 ZAŘÍZENÍ PRO UPÍNÁNÍ OBROBKŮ

Účelem zařízení pro upínání obrobků je zajištění správné polohy obrobku vůči nástroji, zařezání obrobku proti posunutí vzhledem k nástroji a zachycení řezných sil od nástroje při procesu obrábění. Upnutí obrobku musí být dostatečně tuhé, aby nedošlo k uvolnění obrobku nebo k vzniku chvění, ale také nesmí být upnutí provedeno nadměrnou silou, aby nedocházelo k deformaci upnutého obrobku. [2]

Upínání obrobků může být prováděno:

- Mechanicky
- Elektromagneticky
- Hydraulicky
- Pneumaticky (uplatnění v sériové výrobě) [2]

Rozdělení upínacích zařízení dle obráběcí technologie:

- Soustružení
- Frézování
- Vrtání a vyvrtávání
- Broušení

3.1 Soustružení

Soustružení je obráběcí proces používaný pro výrobu součástí rotačního tvaru. Hlavní pohyb je rotace obrobku a vedlejší pohyb je vykonáván pomocí nástroje, který se může pohybovat v příčném a podélném směru nebo v obou současně. Pomocí soustružení lze obrábět vnitřní nebo vnější válcové, kuželové i různě zakřivené plochy, rovinné čelní plochy a zápichy. Dále je možné na soustruhu vrtat, vyvrtávat, hrubovat, vystružovat, řezat závity, hladit, leštit, atd. [1, 3]

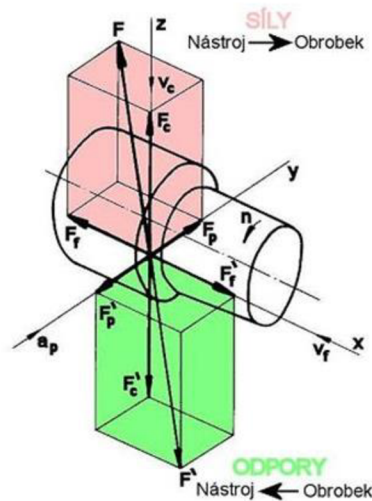
Soustruhy dělíme na:

- Univerzální hrotové – pro kusovou a malosériovou výrobu, obrobky je možné upnout do sklíčidla, do hrotů nebo na upínací desku
- Čelní soustruhy – pro obrábění deskového polotovaru velkého průměru, obrobek se upíná na lícni desku
- Revolverové soustruhy – využití v sériové výrobě, vybaven revolverovou hlavou
- Svislé soustruhy – využití v kusové, malosériové i v sériové výrobě, obrábění těžkých a rozměrných polotovarů
- Poloautomatické soustruhy – pracovní cyklus je automatický, obsluha provádí pouze výměnu obrobků
- Číslicově řízené – NC nebo CNC řízení [3]

3.1.1 Upínání obrobků při soustružení

Obráběný polotovar bývá různých rozměrů a tvarů, proto využíváme velkého množství upínacích zařízení, abychom mohli provést upnutí bezpečně, rychle a přesně (s nejmenším radiálním a bočním házením). Upínací zařízení přenáší rotační pohyb na obrobek a zachycuje řezné síly a odpory. [3, 4]

Síly působící na obrobek vznikají při vniku břitu nástroje do obráběného materiálu. Výsledná obráběcí síla F (viz obr. 2) je výslednice jednotlivých sil působících na nástroj. Tato obráběcí síla se skládá z řezné síly F_c , posuvové síly F_f a pasivní síly F_p . [4]



Obr. 2) Řezné síly a odpory při soustružení

a) Upínání do sklíčidla

Upínání obrobků do sklíčidla bývá nejpoužívanějším způsobem. Slouží k rychlému, bezpečnému a vystředěnému upínání odlišně tvarových obrobků. Nejčastěji bývají používána sklíčidla se třemi čelistmi (obr. 3) k upínání válcových, šestihranných a tříhranných obrobků. Dále se také můžeme setkat se čtyřčelistovým sklíčidlem pro upínání čtyřhranných nebo osmihranných obrobků. Upnutí obrobků se provádí buď za vnější plochu či za vnitřní plochu (díru). Upínací čelisti jsou z převážné míry kalené, opatřené stupni a jednoduše vyměnitelné. Pro dosažení maximální souososti jsou používány sklíčidla s nekalenými vyměnitelnými čelistmi, u kterých se provádí vysoustružení na požadovaný průměr. Tímto se také zmenší možnost deformace obrobku od upínací síly. [2, 4]



Obr. 3) Tříčelistové sklíčidlo [5]

Je potřeba dbát na to, aby čelisti nevyčnivaly příliš ze sklíčidla, protože by mohlo dojít k zmenšení upínací síly a zvýšilo by se nebezpečí úrazu. Upínací síla musí být dostatečná, aby umožnila přenos točivého momentu a také odolávala působení řezné síly na páce. Proto je nutné delší obrobky podepírat středícím hrotem na koníku. Z druhé strany velké upínací síly vedou k deformaci upínaného obrobku. Proto je nutné velikost upínací síly přizpůsobit tvaru, tuhosti součásti a velikosti řezné síly. [4]

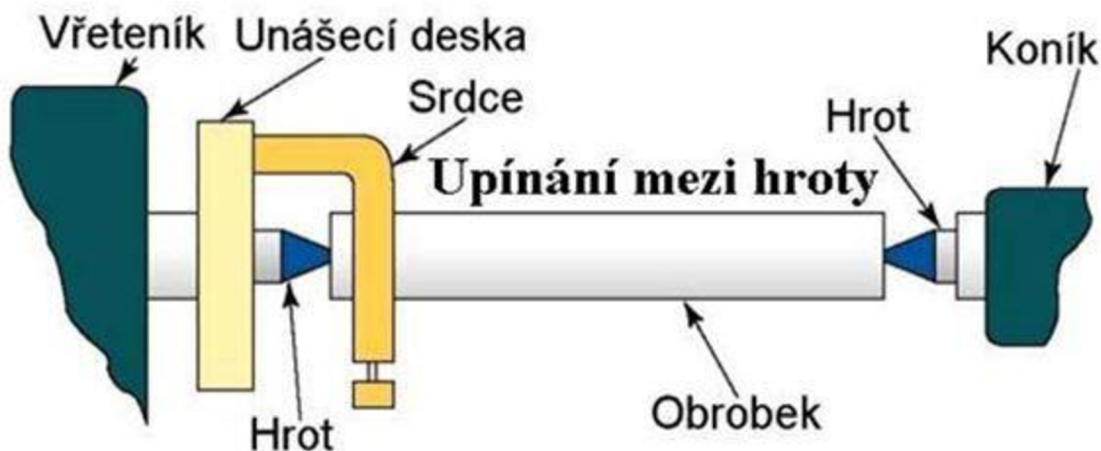
b) Upínání mezi hroty

Nacházejí uplatnění u soustružení delších obrobků, které i po přepnutí musí vykazovat co nejmenší obvodové házení.

Pro upnutí a podepření obrobku je na něm nutné zhotovit středící důlky. Skládají se z krátkého válcovitého otvoru a kuželového zahloubení s úhlem většinou 60° . Některé středící důlky mají ochranné zahloubení proti poškození nebo pro další soustružení z čela.

Upnutí soustružené součásti je realizováno pomocí středících hrotů. Při použití pevného středícího hrotu v koníku je nutné dbát na dostatečné mazání, proto je doporučováno při vysokých otáčkách používat otočné středící hroty.

Točivý moment se přenáší na obrobek prostřednictvím unášecího srdce, které je upnuto na obráběnou součást. Unášecí kotouč je připevněn na pracovním vřetenu a je spojen pomocí čepu s unášecím srdcem. Kvůli bezpečnosti nesmějí z unášече vyčnívat žádné díly. Pokud je podmínkou obrobení součásti na jedno upnutí, tak se využijí čelní unášече, ale na úkor poškození čelní plochy od kalených zubů na unášечи. [4]



Obr. 4) Upínání mezi hroty [2]

c) Upínání do kleštin

Používá se v hromadné a sériové výrobě pro upínání tyčového materiálu menších průřezů. Otvor v kleštině je tvarově přizpůsobený tvaru upínací části na obrobku, což usnadňuje práci kleštiny, která se nesmí rozvírat více než je potřeba a tím je její sevření snadnější a rychlejší. Výhoda kleštin spočívá v tom, že nepoškozuje čistě obrobený povrch součásti v upínací části a zaručuje správnou sousost upnuté součásti. Tento způsob upínání umožňuje obrábět tenkostěnné součásti díky většímu kontaktu kleštiny s upnutou součástí ve větší ploše.

Kleština (obr. 5) je vyrobena z ocelového kaleného pouzdra kuželového tvaru. Čelisti vznikají podélným naříznutím pouzdra do určité délky a to několikrát po obvodu. Upnutí

obrobku je zprostředkováno pomocí tažného šroubu, který zapříčiní sevření kleštiny vtáhnutím do kuželové dutiny v těle hlavy. [6]



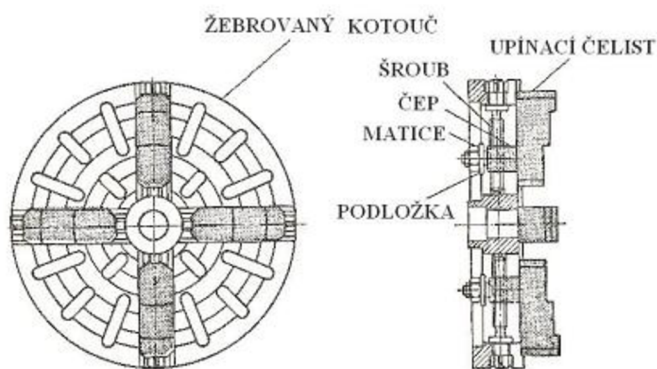
Obr. 5) Kleština [1]

d) Upínací deska

Nachází uplatnění v kusové a malosériové výrobě pro upínání rozměrných a těžkých obrobků s asymetrickým tvarem. Také nachází využití pro upínání součástí velkých průměrů v případě, že nelze využít univerzální sklíčidlo. Rovněž se hodí pro upínání excentrických výrobků. Rozsah využití upínací desky je možno zvýšit přidáním jiných upínacích prvků (např. upínací úhelník).

Upínací deska je dosti podobná univerzálnímu sklíčidlu, ale liší se velikostí, tvarem, rozsahem použití a konstrukcí upínačů. Zásadní rozdíl je, že upínací deska umožňuje seřízení každé upínací čelisti samostatně. Seřízení polohy čelistí se provádí prostřednictvím šroubu s čtyřhranným otvorem pro nástrčný klíč.

Nejvíce se využívá čtyřčelist'ová upínací deska. Stejně jako u univerzálních sklíčidel je umožněno obrobek upnout za vnější i vnitřní plochu obrobku. Přesnou polohu jednotlivých čelistí zabezpečí čep a matice s podložkou na zadní straně kotouče. Díky tomu lze docílit pevnější a spolehlivější upnutí než u univerzálního sklíčidla. Komponenty upínací desky je možno vidět na obrázku 6. [6]



Obr. 6) Řez upínací deskou [6]

Při upínání se obrobek nejprve ustaví do upínací desky na zkoušku a poté prostřednictvím různých pomůcek (např. číselníkového úchylkoměru) se provede přesné ustavení.

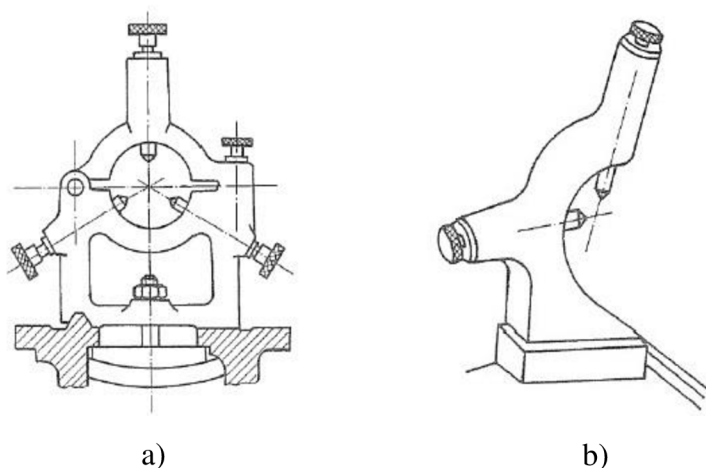
Při upnutí obrobků asymetrických tvarů je za potřeby obrobky nejprve vyvážit. Nesprávné vyvážení vede k chvění soustruhu, což zapříčiní nepřesné obrábění a postupné poškození stroje. Vyvážení je realizováno umístěním závaží do žebér na polovině kotouče, ve které je nejmenší hmotnost obrobku. Vyvažování je statické nebo dynamické. Nejčastěji se používá pouze statické vyvážení. Dynamické vyvážení je používáno převážně tam, kde na obrobek působí vysoké řezné rychlosti. Při tomto vyvážení odstraňujeme odstředivé síly při rotaci obrobku.

Elektromagnetické a magnetické upínací desky jsou používány v sériové nebo hromadné výrobě pro upínání tenkostěnných obrobků. Při malém odběru třísky umožňují soustružení více obrobků najednou. Hlavní výhodou je jednoduché a velice rychlé upnutí obrobků. [6]

e) Pevná a pohyblivá luneta

Pevná luneta (obr. 7) se používá pro zamezení vyhnutí tenkého a dlouhého obrobku. V místě, kde je obrobek podepřen musí mít přesný a válcový tvar. Luneta se připevňuje na lože soustruhu a prostřednictvím stavěcích šroubů ji dotáhneme k obrobku. Konce stavěcích šroubů mohou být opatřené kladkami, bronzovým nebo plastovým zakončením.

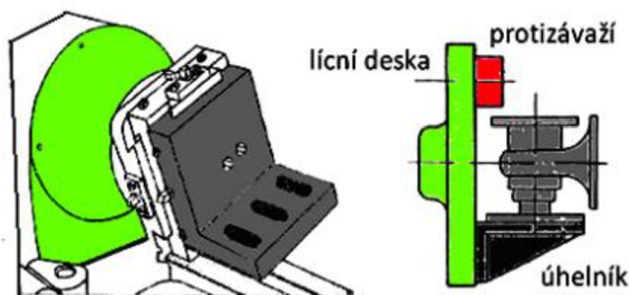
Pohyblivá luneta (obr. 7) se upevňuje na suport a zabraňuje vychýlení při hrubování dlouhých obrobků. [2]



Obr. 7) Opěry a) Pevná luneta, b) Pohyblivá luneta [2]

f) Upínání prostřednictvím úhelníku

Slouží pro upínání nepravidelných a komplikovaných obrobků s rovinnými plochami kolnými na obráběné čelo. V některých případech jsou používány společně s lící deskou. [7]



Obr. 8) Upínací úhelník [7]

g) Soustružnické trny

Slouží pro upínání obrobků s předem obrobenou dírou, za kterou se obrobek upne. Dosahuje se přesnější centrování díry vůči vnější ploše než u univerzálního sklíčidla nebo upínací desky. Způsob upnutí obrobku je podobný jako při upínání do kleštin. [3, 6]

Soustružnické trny dělíme na:

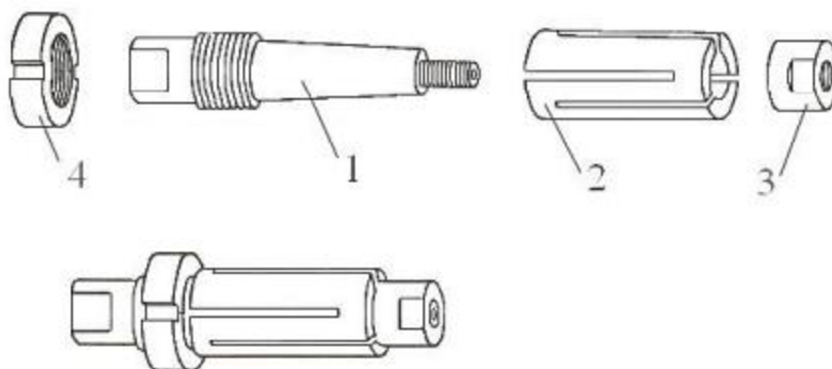
- Pevné – kuželové, se závitem
- Rozpínací – princip kleštiny, s pružnými elementy

Kuželový trn je kalený a broušený s velmi malou kuželovitostí, což zapříčiní velké upínací síly. Při výběru upínacího trnu musí průměr odpovídat průměru díry. Obrobek se nasadí na trn nalisováním nebo naražením přes měkkou podložku. Nevýhodou je, že obrobek nedosedá na trn celou plochou a může dojít k vychýlení obrobku vlivem řezné síly. [3, 6]

Válcové trny se závitem jsou využívány v sériové výrobě, např. při výrobě ozubených kol nebo řemenic. Uložení není tak přesné, jako u kuželových trnů z důvodu, že mezi trnem a obrobkem vzniká malá vůle. Nutnou podmínkou je kolmost čel na obrobku, aby se při dotažení pomocí matice obrobek nezkřížil. [6]

Rozpínací trny na principu kleštiny jsou používány tam, kde je požadovaná menší tolerance vnitřního otvoru obrobku. Způsob upínání je možné vidět na obrázku 9. Rozpínací pouzdro (2) s otvorem kuželového tvaru je několikrát naříznuto po svém obvodu, aby se snadněji rozpínalo. Společně s obrobkem se nasadí na kuželovou část trnu (1). Upnutí obrobku se docílí dotažením pravé matice (3), která posouvá rozpínací pouzdro po trnu a tím se zvětšuje upínací průměr. Uvolnění obrobku se provede povolením pravé matice a dotažením levé matice (4). [3, 6]

Rozpínací trny s pružnými elementy jsou používány u obrobků s nepřesnou dírou. Hlavní částí jsou pružné elementy, které jsou vloženy mezi válcový trn a obrobek. Při dotažení matice se tyto pružné elementy deformují, čímž se součást vystředí a upne. Pružnými elementy jsou nejčastěji pryžové kroužky. [7]



Obr. 9) Rozpínací trn na principu kleštiny. 1) Trn, 2) Rozpínací pouzdro, 3) Upínací matice, 4) Uvolňovací matice [6]

3.2 Frézování

Je třískové obrábění vnějších i vnitřních rovinných a tvarových ploch za použití vícebřitého nástroje (frézy). Hlavní rotační pohyb vykonává nástroj a vedlejší pohyb vykonává obrobek. Každý břit frézy pracuje pouze po krátký časový úsek a většinu otáčky běží naprázdno. U moderních CNC frézovacích strojů jsou pohyby realizovatelné ve všech osách a plynule měnitelné na rozdíl od starších frézovacích strojů, kde byl pohyb umožněn pouze v jedné ose. [1, 2]

Rozlišujeme dva základní způsoby frézování:

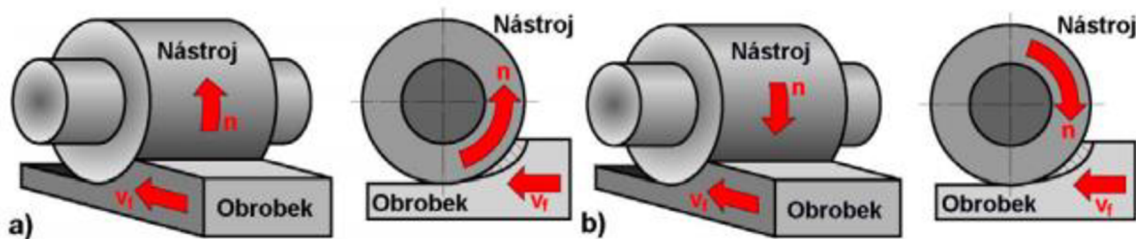
- Válcové – frézování obvodem frézy
- Čelní – frézování čelem frézy

Válcové frézování

Používají se válcové a tvarové frézy, které mají vytvořené zuby pouze na obvodu nástroje. Osa nástroje je shodná s osou obrobené plochy.

U nesousledného frézování (obr. 10) je smysl otáčení nástroje proti směru posuvu obrobku. Než dojde k vytvoření třísky, břit klouže a škrábe po povrchu obrobku. To způsobí opotřebení břitu nástroje. Po vniknutí břitu do obráběného materiálu se tloušťky třísky postupně zvětšuje. Největší řezná síla je při výstupu břitu z materiálu a během záběru směřuje šikmo ven z obrobku, což se snaží vytáhnout obrobek ven z upínacího zařízení.

U sousledného frézování (obr. 10) je smysl otáčení nástroje shodný se směrem posuvu. Vnikání břitů nástroje do obrobku je nárazové, což může vést u materiálu s tvrdým povrchem k velkému opotřebení nástroje. Vůči tomu je malá řezná síla během výstupu břitu z obrobku na povrch. Řezná síla směřuje na stůl stroje, proto se musí stůl pohybovat bez vůle (toto splňují NC stroje). [4]



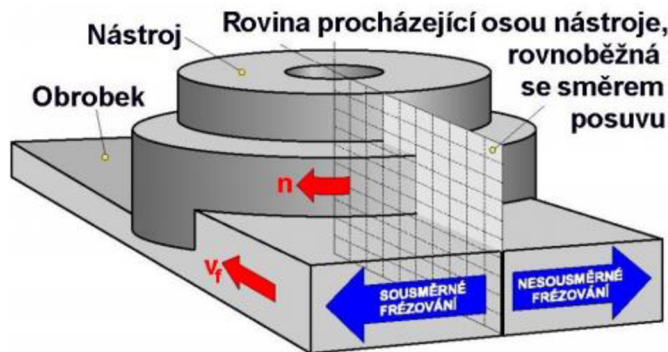
Obr. 10) Válcové frézování: a) nesousledné frézování, b) sousledné frézování [1]

Obvodové frézování stopkovými frézami

Stopková fréza se může elasticky deformovat od řezné síly, proto se musí nastavovat malé hloubky řezu a volit sousledné frézování. U frézování tenkostěnných obrobků mohou vznikat tvarové a rozměrové odchylky. V případě sousledného frézování je fréza odtlačovaná od obrobku a při nesousledném frézování je přitahovaná k obrobku. [4]

Čelní frézování

Jako nástroj jsou používány čelní frézy, které mají břity po obvodu i na čele nástroje. Dle polohy osy nástroje k frézovací ploše se čelní frézování dělí na symetrické (osa nástroje je totožná se středovou osou obráběné plochy) a na nesymetrické (osa nástroje není shodná se středovou osou obráběné plochy). Při čelním frézování nástroj pracuje současně nesousledně i sousledně. Teoretické znázornění čelního frézování je na obrázku 11. [1]



Obr. 11) Čelní frézování [1]

3.2.1 Upínání obrobků při frézování

U frézování dochází k záběru více zubů v jednom momentu, což vyvolává značnou řeznou sílu. Proto je nutné dbát na pevné a spolehlivé upnutí obrobku, který nesmí být po upnutí deformován a upínací plocha se musí přibližovat co nejvíce k vřetenu. [8]

Při volbě upínacího zařízení je potřeba brát v úvahu:

- Velikost a tvar obrobku
- Způsob frézování
- Požadovaná přesnost
- Počet kusů obrobku [9]

a) Strojní svěrák

Strojní svěráky se využívají u menších a tvarově jednoduchých obrobků. Ustavení obrobku se provádí pomocí kalených broušených podložek, na které se obrobek ve svěráku doklepne, aby byla zaručena rovnoběžnost ploch obrobku. Svěráky se dělí na pevné, otočné, sklopné a prizmaticky středící. Ovládání může být ruční, pneumatické nebo hydraulické.

Svěrák se na stůl frézky uchycuje pomocí upínacích šroubů se čtyřhrannou hlavou, která se zasune do T drážky ve stole frézky. Svěrák se obvykle upíná do polohy, aby upínací čelisti byly rovnoběžně nebo kolmo na drážky ve stole. [8, 9]

Pevný svěrák se skládá z pevné čelisti, která je součástí tělesa svěráku a pohyblivé čelisti. Upínání obrobků je realizováno posunem pohyblivé čelisti po tělese svěráku směrem k pevné čelisti. [9]

Otočný svěrák je vybaven spodní kruhovou deskou se stupňovým dělením. Po této desce je možné se svěrákem otáčet kolem svislé osy. Zajištění natočeného svěráku se provede dotažením dvou matic na upínacích šroubech. [9]

Sklopný svěrák umožňuje naklopení upínací části okolo vodorovné osy v rozmezí -30° až $+60^\circ$. Ve většině případech bývá kombinován s otočným svěrákem (obr. 12) nebo umožňuje naklápění dvou vzájemně kolmých rovin. [9]

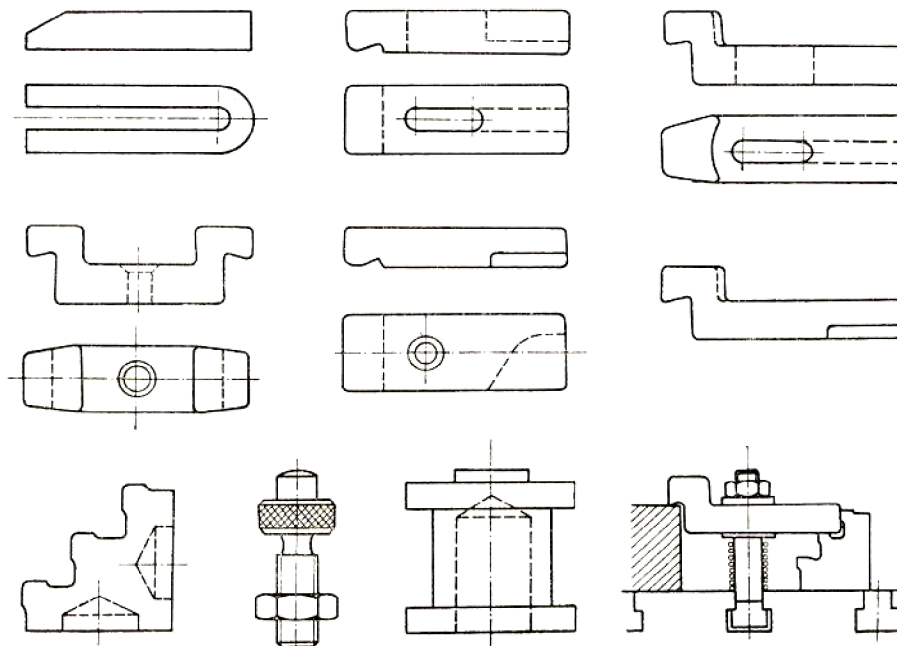
Prizmatický středící svěrák slouží k upínání válcových obrobků menších délek. Upínání obrobku je provedeno pomocí čelistí, které přitlačují polotovar k prizmatické vložce, čímž dojde k vystředění obrobku. [9]



Obr. 12) Sklopný a otočný svěrák [10]

b) Upínání prostřednictvím upínek a šroubů

Používají se pro upínání rozměrnějších polotovarů s komplikovaným tvarem (např. odlitků a výkovek). Upnutí obrobku se provádí přímo na pracovní stůl stroje za použití upínek, podpěr a upínacích šroubů s čtvercovou hlavou. Zásadou je, aby upínací šroub přidržel upínku co nejbližší k obrobku z důvodu větší upínací síly. Základní tvary upínacích pomůcek jsou znázorněny na obrázku 13. [8, 11]



Obr. 13) Základní tvary upínek a podpěr [11]

c) Dělicí přístroj

Slouží pro upínání válcových součástí, u kterých je požadavkem rozdělení obvodu na určitý počet dílů (frézování ozubených kol, frézování mnohohranu na válcové ploše, atd.). Dle konstrukce je možné obrobky upnout na desku s upínacími drážkami nebo do univerzálního sklíčidla. [1, 11]

Druhy dělicích přístrojů:

- Jednoduchý dělicí přístroj – umožňuje rozdělení obvodu na určitý počet dílů v závislosti na dělicím kotouči.
- Univerzální dělicí přístroj (obr. 14) – nachází využití pro přímé, nepřímé a diferenciální dělení, které umožňuje rozdělení obvodu na libovolný počet dílů. Je vybaven vnitřním převodem (obvykle 1:40). [8]



Obr. 14) Univerzální dělicí přístroj s příslušenstvím [11]

d) Otočný stůl

Hlavní uplatnění nachází při frézování rotačních tvarů, vaček, segmentů, atd. Je možné jej využít i pro dělicí operace v případě, že obrobek pro svoje rozměry nelze upnout do dělicího přístroje. Otočný stůl se umísť a připevní přímo na stůl frézky. Obrobek se upíná pomocí upínek a šroubů se čtyřhrannou hlavou. Otáčení stolu je realizováno ručně nebo prostřednictvím teleskopické šroubové hřídele poháněné od podélného pohybu pracovního stolu. V některých případech je možné otočný stůl (obr. 15) upevnit horizontálně nebo i vertikálně. [11]



Obr. 15) Otočný stůl pro upnutí ve vertikální i horizontální poloze [11]

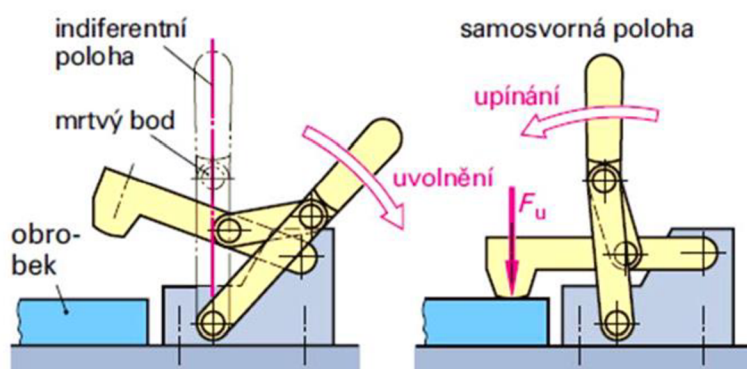
e) Upínací přípravky

Nacházejí uplatnění při výrobě většího množství kusů za cílem rychlého, přesného a snadného ustavení pro upnutí obrobku. Upínací přípravek musí být navržen tak, aby byl schopen zachytit řezné síly, současně tlumil chvění a hmotnost byla co nejmenší. Konstrukce přípravků s větší hmotností není vhodná pro manipulaci a způsobuje větší opotřebení vodících ploch.

Podle vyvozené upínací síly se přípravky dělí na mechanické, magnetické, hydraulické a pneumatické. [12]

Mechanické upínače

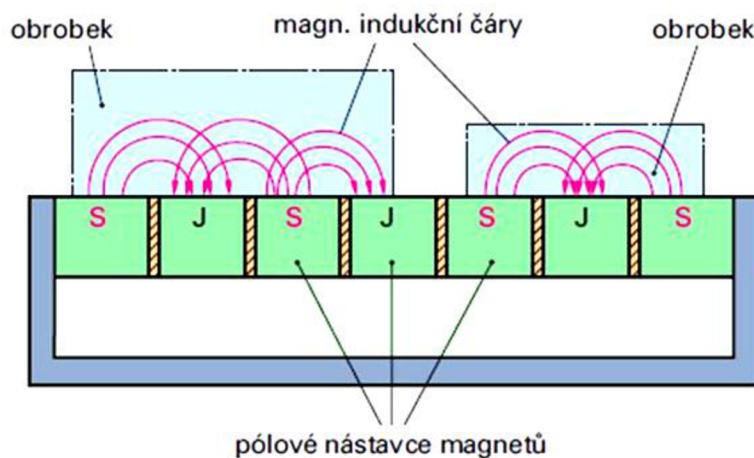
Pro tento způsob upínání se využívají pákové mechanismy. Rychloupínače (obr. 16) mají poměrně velkou dráhu upínací čelisti. V rozevřené poloze se upínací čelist pohybuje rychle, ale při překlopení mechanismu do samosvorné polohy se upínací čelist pohybuje pomalu. Rychloupínače se využívají pouze pro menší řezné síly. [11]



Obr. 16) Pákový rychloupínač [11]

Magnetické upínače

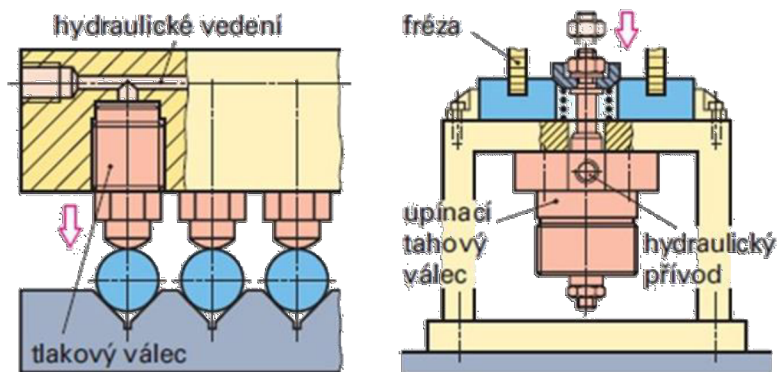
Slouží pro rychlé a bezpečné upínání obrobků a umožňují na jedno upnutí obrábět součást z pěti stran. Upínat lze pouze feromagnetické součásti s rovinnou plochou. Princip upínání (obr. 17) spočívá v uzavření magnetických indukčních čar přes obrobek. Deska s permanentními magnety vyžaduje proudový impuls pro zmagnetování a upnutí obrobku. Uvolnění obrobku se provádí odmagnetovacím impulzem. Obrobky s nedokonalou rovinou spodní plochy je možné upnout na upínacích deskách s výkyvnými pólovými nástavci. [11]



Obr. 17) Magnetické upínání [11]

Hydraulické upínače

Hydraulický upínač dosahuje vyšších upínacích sil, ale výroba je dražší, jelikož vyžaduje rozsáhlý hydraulický systém (zdroj tlakové kapaliny, řídicí ventily, hydraulické válce). Jako zdroj tlakového média může být ruční pumpe, pneumaticko-hydraulický převodník nebo hydraulické čerpadlo poháněné elektrickým motorem. Z obrázku 18 je patrné, že hydraulický válec pro upínání obrobku může být využit jako tažný nebo tlačný. [11, 12]



Obr. 18) Hydraulické upínací přípravky [11]

Pneumatické upínače

Jsou vhodné pro rychlé upínání obrobků. Nevýhoda spočívá ve stlačitelnosti vzduchu, proto jsou pneumatické upínače zpravidla sdružovány s mechanickými prvky (např. se samosvornými pákovými mechanismy). [11]

3.3 Vrtání a vyvrtávání

Je to proces, při kterém hlavní rotační pohyb i vedlejší posuvný pohyb vykonává nástroj. Podobně jako u dalších osových operací je řezná rychlost na obvodu nástroje největší a klesá směrem k ose nástroje až k nulové hodnotě.

Vrtáním se vytváří válcové díry (průchozí, neprůchozí) do plného materiálu. Pro zlepšení kvality vyvrtané díry se nejprve otvor předvrtá menším vrtákem.

Vyvrtáváním se zvětšuje průměr díry, která vznikla předchozí operací (předvrtáním, předlitím, předkováním). U vyvrtávání je vyraženo příčné ostří na nástroji, což zlepšuje kvalitu vyvrtaných děr.

Mezi vrtací operace také patří zahlubování, vyhrubování a vystružování. [2]

3.3.1 Upínání obrobků při vrtání

Má-li být vrtání přesné a bezpečné, musí být obrobek správně upnut. Upínací zařízení musí zajistit pevné a tuhé držení obrobku za předpokladu, že obrobek není deformován upínací silou. [2]

Volba upínacího zařízení závisí na:

- Tvaru, velikosti a hmotnosti obrobku
- Přesnosti výroby
- Požadované jakosti a velikosti tolerance
- Množství vyráběných kusů
- Konstrukci stroje [2]

a) Ruční svěrka

Ruční svěrka (obr. 19) slouží pouze pro upínání menších obrobků v kusové výrobě, kde nejsou velké řezné síly. Obsluha upne obrobek do svěrky a po celý čas vrtání ji pevně drží v ruce. [2]



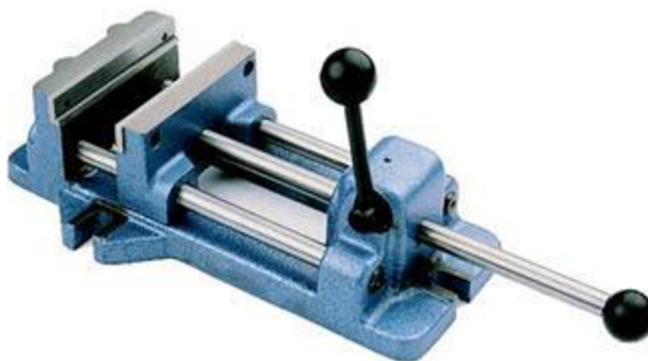
Obr. 19) Ruční svěrka [13]

b) Rychloupínací svěráky

Nacházejí uplatnění v sériové výrobě, protože umožňují rychlé upnutí a uvolnění obrobku. Rychloupínací svěráky mohou být s pevnou nebo posuvnou čelistí. [2]

U svěráku s pevnou čelistí je rychlé upnutí realizováno díky vačkovému mechanismu. Vlastní upnutí je provedeno utažením upínacího šroubu a následným dotažením páky.

U svěráků s posuvnou čelistí (obr. 20) je upnutí provedeno pomocí rychlé vačky, která ovládá kluznou ocelovou tyč připevněnou na vnitřní pohyblivé čelisti. [14]



Obr. 20) Rychloupínací svěrák s posuvnou čelistí [14]

c) Upínání do sklíčidla

Vhodné k upínání obrobků válcového tvaru. Upínání obrobků je stejné jako u univerzálního sklíčidla na soustruhu. Viz předchozí kapitola 3.1.1 Upínání obrobků při soustružení.

d) Strojní svěráky a upínky

Strojní svěráky a upínky jsou nejpoužívanější zařízení pro upínání obrobku na vrtačce. Tento způsob upínání obrobku je již popsán v kapitole 3.2.1 Upínání obrobků při frézování.

3.4 Broušení

Využívá se u dokončovacích operací. K obrábění se využívají mnohabřité nástroje (brousící kotouče), které odebírají drobné třísky z povrchu obrobku. Využití nachází při požadavku na větší přesnosti rozměrů, tvarů a menší drsnosti povrchu. Dále umožňuje obrábět tvrdé materiály (kalené, cementované, slinuté karbidy, ...). [15]

3.4.1 Upínání obrobků při broušení

Při broušení jsou kladeny velké požadavky na přesnost obráběné plochy, proto musí být správně zvolen upínací prvek pro daný obrobek určitých tvarů a rozměrů. [15]

Podle broušené plochy rozlišujeme:

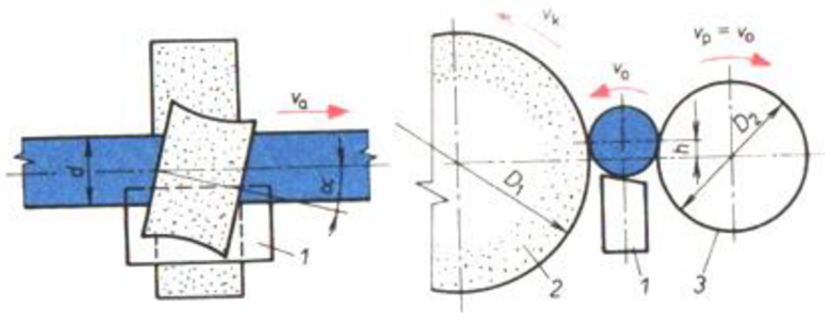
- Broušení válcových ploch
- Broušení rovinných ploch

a) Broušení válcových ploch

U hrotových brusek se obrobek nejčastěji upíná mezi hroty. Rotační pohyb je přenášen na obrobek pomocí unášče v pracovním vřeteníku a z druhé strany je podepřen hrotem v koníku. Dále se pro upnutí obrobku mohou užívat stejné upínací prvky jako u soustružení (univerzální sklíčidlo, upínací deska, kleštiny, trny, lunety).

Na bezhrotých bruskách se nepoužívá upínání mezi hroty nebo do sklíčidla. Při broušení vnějších válcových ploch (obr. 21) je obrobek veden mezi brusným kotoučem (2) a unášecím kotoučem (3), přičemž je podepírán pravítkem (1). Na bezhrotých bruskách je také možné brousit i vnitřní válcové plochy při jiné koncepci kotoučů.

Pro broušení vnitřních válcových ploch se používají brusky na díry. Upínání obrobku je nejčastěji do sklíčidla nebo na magnetickou desku. [15]



Obr. 21) Bezhroté broušení vnějších válcových ploch. 1) Podpěrné pravítko, 2) Brusný kotouč, 3) Unášecí kotouč [2]

b) Broušení rovinných ploch

Pro broušení rovinných ploch, úkosů a tvarů se používají rovinné brusky. Nejčastěji se obrobek upíná na pracovní stůl pomocí elektromagnetických upínacích desek. Upínací síla je realizována vlivem magnetického pole procházejícím obrobkem. Zdrojem magnetického pole mohou být permanentní magnety nebo elektromagnety.

Mezi další způsoby upínání na rovinných bruskách patří strojní svěráky, upínky, upínací přípravky a pomůcky (podložky, svěrky, úhelníky, ...). [15]

4 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY EVROPSKÉ UNIE

Evropský právní systém se rozděluje na primární a sekundární právo. Primární právo je největším pramenem neboli zdrojem práv v EU. Vyskytuje se na špičce evropského právního řádu a je sestaveno z velké části ze zakládajících Smluv EU. Sekundární právo je vytvářeno právními akty schválené orgány vyvinutými právem primárním. Sekundární právo navazuje a je odvozeno od primárního práva. Orgány mohou přijmout sekundární právo pouze v oblastech, ve kterých jsou k tomu pověřeny primárním právem. Některé právní akty mohou být závazné nebo nezávazné. [16, 17]

Právní akt:

- Nařízení – je všeobecně závazným předpisem na všech úrovních. Ve všech členských státech uplatňuje přímou účinnost podobně jako vnitrostátní právo.
- Směrnice – je určena členskými státy. Cílem je přiblížení dílčích právních systémů. Směrnice udává členským státům pouze výsledek, kterého má být dosaženo, ale nestanovuje, jak ho má být dosaženo. Záleží pouze na každém členském státě, jak vytvoří náležité vnitrostátní zákony.
- Rozhodnutí – je přímo závazný právní akt pro toho, komu je rozhodnutí určeno (např. členskému státu, vnitrostátnímu subjektu). Rozhodnutí se stává platné v den doručení adresátu.
- Doporučení – není závazné. Pomocí doporučení mají orgány EU možnost zviditelnit své názory a navrhnout určité postupy, aniž by se stávaly zákonnou povinností.
- Stanovisko – není závazné. Pomocí stanoviska se orgány EU mohou vyjádřit k dané otázce, aniž by vytvářely zákonnou povinnost. [17, 18]

Nařízení vztahující se pro strojní zařízení:

- „*Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 765/2008 ze dne 9. července 2008, kterým se stanoví požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh a kterým se zrušuje nařízení (EHS) č. 339/93 (Text s významem pro EHP)*“ [19]

Směrnice vztahující se pro strojní zařízení:

- „*Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES (přepřacované znění) (Text s významem pro EHP)*“ [20]
- „*Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh Text s významem pro EHP*“ [21]
- „*Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility (přepřacované znění) Text s významem pro EHP*“ [22]
- „*Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/95/ES ze dne 3. prosince 2001 o obecné bezpečnosti výrobků Text s významem pro EHP*“ [23]

Rozhodnutí vztahující se pro strojní zařízení:

- „*Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008/ES ze dne 9. července 2008 o společném rámci pro uvádění výrobků na trh a o zrušení rozhodnutí Rady 93/465/EHS (Text s významem pro EHP)*“ [24]

Ve směrnici se uvádí, že členské státy určí sankce za nerespektování vnitrostátních předpisů přijatých dle směrnice a přijmou veškerá opatření, aby zajistily jejich uplatňování. Ve směrnici není přesně stanovena výše sankcí, pouze udává, že sankce musí být účinné, přiměřené a odrazující. [20]

4.1 Nařízení č. 765/2008

Vymezuje požadavky pro organizaci a vykonávání akreditace subjektů posuzování shody, jenž realizují činnosti posuzování shody. Dále toto nařízení stanovuje rozsah pro dozor nad trhem s výrobky. Hlavním zájmem je zajistit, aby výrobky plnily požadavky na velký stupeň ochrany všeobecných zájmů (zdraví a bezpečnost obecně a na pracovišti, ochrana zákazníka, ochrana životního prostředí a bezpečnosti). Také nařízení stanovuje rozsah kontroly produktů ze třetích zemí a obecný princip, jimiž se řídí označení CE. [19]

4.1.1 Akreditace

Akreditací se rozumí osvědčení, že subjekt splňuje všechny požadavky pro vykonávání daných činností posuzování shody, které vytyčí harmonizované normy. Osvědčení realizuje a vydává vnitrostátní akreditační orgán.

Vnitrostátní akreditační orgán hodnotí, jestli je subjekt posuzování shody schopný provádět danou činnost posuzování shody. Jestliže zjistí, že je subjekt způsobilý, tak vydá osvědčení o akreditaci.

Nařízení vymezuje požadavky a zásady na vnitrostátní akreditační orgán. Např. stanovuje, jak má akreditační orgán provádět akreditace. Pojednává o zásadách nekonkurování jednotlivých vnitrostátních akreditačních orgánů. Udává, co má dělat členský stát, jestliže se rozhodne nepoužívat akreditaci. [19]

4.1.2 Dozor nad trhem a kontrola výrobků

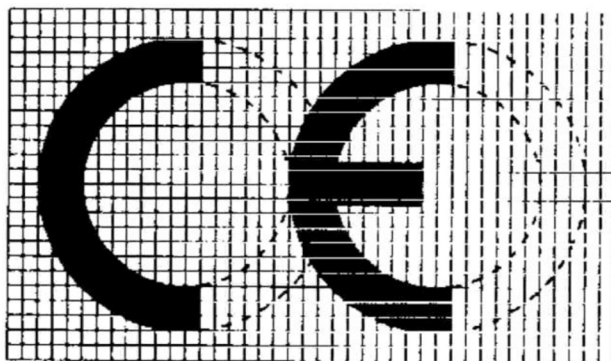
Dozor nad trhem zabezpečí, aby výrobky, které mohou ohrozit bezpečnost, zdraví uživatelů, nebo nejsou ve shodě s požadavky harmonizačních právních předpisů, nebylo možné dodávat na trh nebo v případě působení na trhu byly staženy. V takové situaci se musí informovat veřejnost, Komise a ostatní členské státy. Dozor nad trhem se týká i výrobků pro vlastní využití výrobce, jestliže to ustanovují harmonizační právní předpisy.

Orgán Dozor nad trhem uskutečňuje kontrolu vlastností výrobků, také má právo požádat výrobce, aby poskytl doklady a informace (jestliže je to nezbytné). Má právo vcházet do prostorů výrobců či distributorů a odebírat vzorky. Výrobky reprezentující závažné riziko může orgán Dozor nad trhem učinit nepoužitelnými. Orgán Dozor nad trhem řádně zohlední protokoly nebo osvědčení potvrzující shodu vydanou akreditovaným orgánem.

Dále nařízení popisuje, jak postupovat při zjištění výrobku, u kterého hrozí závažné riziko, zásady spolupráce a výměnu informací mezi členskými státy a Komisí, spolupráci s orgány třetích zemí. [19]

4.1.3 Označení CE

Označením CE výrobce pronáší, že výrobek plní stanovené požadavky dle harmonizačních právních předpisů Společenství. Výrobce, který připojil nebo nechal připojit označení CE, nese odpovědnost za shodu výrobku s patřičnými požadavky určenými v harmonizačních právních předpisech. Není dovoleno používat označení, jenž by mohlo uvést třetí stranu v nedopatření, že se jedná o význam a tvar označení CE. Kterékoliv odlišné označení může být přiřčleněno na výrobek, ale nesmí být zmenšena viditelnost, čitelnost a význam označení CE. V případě použití mylného označení CE členský stát určí sankce, včetně trestních sankcí za vážné porušení. Označení CE znázorněné na obrázku 22 může být zvětšeno nebo zmenšeno, ale musí odpovídat proporcím dané mřížky. [19]



Obr. 22) Označení CE [19]

4.2 Směrnice 2006/42/ES

Jedná se o nejdůležitější směrnici, jenž vymezuje obecné zásadní požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví u strojního zařízení. [20]

Směrnice je určena pro:

- Strojní zařízení
- Vyměnitelná přídavná zařízení
- Bezpečnostní zařízení
- Příslušenství pro zdvihání
- Lana, popruhy a řetězy
- Odnímatelná mechanická převodová zařízení
- Neúplná strojní zařízení

Na výstavách nebo veletrzích je umožněno vystavovat strojní zařízení, která neodpovídají požadavkům směrnice 2006/42/ES, ale nemohou být odkoupena. [20]

Výrobce než zajistí uvedení strojního zařízení na trh nebo do provozu:

- Zajistí, aby strojní zařízení splňovalo patřičné požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví.
- Zabezpečí, aby byla k dispozici technická dokumentace.
- Poskytne nezbytné informace (např. návod k obsluze).
- Provede náležité postupy k posouzení shody.
- Vyhotoví ES prohlášení o shodě a přidá ho ke strojnímu zařízení.
- Nainstaluje označení CE na strojní zařízení. [20]

Jestliže se na zařízení vážou i jiné směrnice příslušející jiným aspektům a je umístěno na strojní zařízení označení CE, znamená to, že splňuje taktéž požadavky i těchto dalších směrnic. [20]

4.2.1 Základní požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při konstrukci

Výrobce je povinen zajistit posouzení rizika s cílem vytyčit požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví, jenž se vztahují pro strojní zařízení. Výsledky posouzení rizika musí být zohledněny při návrhu a konstrukci strojního zařízení. [20]

Výrobce při posuzování a snižování rizika:

- Stanoví meze strojního zařízení (předpokládané použití, důvodné předpokládané nesprávné použití).
- Stanoví nebezpečí, které pramení ze strojního zařízení, a s tím sloučené nebezpečné situace.
- Odhadne rizika, při čemž bere v potaz závažnost poranění, škody na zdraví a pravděpodobnost výskytu.
- Vyhodnotí rizika a určí, jestli je nutné snížení rizika.
- Vyloučí nebezpečí nebo provede snížení rizika za využití ochranných opatření.

Strojní zařízení musí plnit svou funkci, pro kterou bylo navrženo a konstruováno. To znamená, že musí umožnit provozování, seřizování a udržování, aniž by vystavovalo osoby riziku, jestliže jsou tyto operace provedeny za předpokládaných podmínek, avšak se zřetelem na důvodně předvídané nesprávné použití. Vyloučení rizika se provádí na celou předpokládanou dobu životnosti strojního zařízení a rovněž na dopravu, montáž, demontáž, vyřazení z provozu a šrotování. [20]

Směrnice dále popisuje, jaké náležitosti se mají brát v potaz při konstrukci a návrhu strojního zařízení. (např. instalace osvětlení, konstrukce z hlediska manipulace, požadavky na ergonomii, jak správně vytvořit ovládací systém, požadavky na údržbu, apod.)

Směrnice ještě uvádí základní požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro další specifické kategorie strojních zařízení, jako jsou např. ruční nebo ručně vedená strojní zařízení, strojní zařízení pro opracování dřeva, potravinářská strojní zařízení. Dále jsou v příloze popsány požadavky na ES prohlášení o shodě pro strojní zařízení a postup sestavení technické dokumentace strojního zařízení a technické dokumentace pro neúplné strojní zařízení. [20]

4.3 Směrnice 2014/35/EU

Tato směrnice má zajistit vysokou úroveň ochrany zdraví osob a bezpečnosti, domácích zvířat a majetku u elektrických zařízeních na trhu, a současně zaručit funkčnost trhu.

Směrnice se vztahuje na elektrická zařízení, jenž jsou určena pro použití v širší jmenovitých napětí od 50 V do 1000 V pro střídavý proud a od 75 V do 1500 V pro stejnosměrný proud. S výjimkou:

- Elektrických zařízení určených pro použití v prostředí, kde hrozí výbuch
- Elektrických zařízení určených pro radiologii a lékařské účely
- Elektrických součástí pro osobní a nákladní výtahy
- Elektroměrů
- Zásuvek a vidlic pro domácnost
- Zařízení pro napájení elektrických ohradníků

- Rádiového a elektrického rušení
- Speciálních elektrických zařízení využívaných v letadlech, na lodích a železnicích, jenž vyhovují bezpečnostním předpisům vyhotovenými mezinárodními orgány, ve kterých jsou členské orgány zastoupeny.
- Hodnotících souprav vyrobených na míru pro profesionály výlučně pro využití ve výzkumných a vývojových zařízeních stanovených pro tyto účely.

Na trh Unie mohou být dodávány pouze elektrická zařízení, která jsou vyrobena ve shodě se správnou technickou praxí příslušející bezpečnosti a neohrožují bezpečnost a zdraví osob, domácích zvířat nebo majetek za předpokladu správné instalace, údržby a užívání zařízení k účelu, pro který bylo vyrobeno. [21]

4.3.1 Povinnosti výrobců

Výrobci musí zajistit, aby zařízení při uvádění na trh byla vyrobena v souladu s bezpečnostními zásadami uvedenými v této směrnici. Dále výrobci vyhotoví technickou dokumentaci a vypracují postup posuzování shody. Jestli posuzování shody bylo v souladu s bezpečnostními zásadami, tak výrobci vyhotoví EU prohlášení o shodě a umístí na zařízení označení CE.

Výrobci jsou povinni umístit na zařízení sériové číslo, číslo typu či dávky nebo jiný prvek poskytující jeho identifikaci, nebo v případech, že to rozměry nebo charakter elektrického zařízení neumožňuje, informaci uvedou na jeho obal nebo do dokladu přiloženém k zařízení. Stejným způsobem jsou výrobci povinni uvést své jméno, obchodní název nebo zapsanou ochrannou známku a poštovní adresu (jediné místo, na kterém je možné výrobce kontaktovat).

Výrobci k elektrickému zařízení přiloží návod a bezpečnostní informace ve snadno srozumitelném jazyce pro spotřebitele. Tyto přiložené dokumenty a další označení musí být jasné, srozumitelné a snadno pochopitelné. [21]

4.3.2 Základní prvky bezpečnostních zásad pro elektrická zařízení

Obecné podmínky

- Na elektrickém zařízení musí být uvedeny podstatné údaje a pokyny. Znalost a dodržování těchto informací zajistí bezpečné používání zařízení k účelu, pro nějž bylo vyrobeno. Jestliže není možné tyto informace uvést na zařízení, uvedou se do přiloženého dokumentu k zařízení.
- Elektrické zařízení a jeho komponenty musí být navrženy a konstruovány tak, aby umožňovaly bezpečné a správné smontování a připojení.
- Jestliže je elektrické zařízení používáno pro účely, ke kterým bylo navrženo a je náležitě udržováno musí zajistit ochranu před nebezpečími (viz níže). [21]

Ochrana před nebezpečími, která mohou být zapříčiněna elektrickým zařízením

Technická opatření musí být stanovena tak, aby:

- Osoby a domácí zvířata byly v poměrné míře ochraňovány před fyzickým poraněním nebo jiným poškozením, které může být zapříčiněno přímým dotykem nebo nepřímo.
- Nevytvořily teploty, elektrické oblouky nebo záření, jenž mohou být nebezpečné.
- Osoby, domácí zvířata i majetek byly v poměrné míře ochraňovány před nebezpečími neelektrické povahy.
- Izolace odpovídala předpokládaným podmínkám. [21]

Ochrana před nebezpečími od působení vnějších vlivů

Technická opatření musí být stanovena tak, aby elektrické zařízení:

- Odpovídalo předvídanému mechanickému namáhání, aby nenastalo ohrožení osob, domácích zvířat a majetku.
- Bylo za předvídaných okolních podmínek odolné vůči působení odlišných vlivů než mechanických, aby nenastalo ohrožení osob, domácích zvířat a majetku.
- Za předpokládaných podmínek přetížení nenastalo ohrožení osob, domácích zvířat a majetku. [21]

4.4 Směrnice 2014/30/EU

Směrnice vymezuje požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu zařízení. Cíl je zabezpečit funkčnost vnitřního trhu tím, že požaduje, aby zařízení splňovala přiměřený stupeň elektromagnetické kompatibility.

Elektromagnetická kompatibilita je způsobilost zařízení uspokojivě pracovat v elektromagnetickém prostředí, aniž by vyvolalo nepřijatelné elektromagnetické rušení dalšího zařízení v tomto okolí.

Elektromagnetické rušení je elektromagnetický jev, jenž může snížit správnou funkci zařízení. Za elektromagnetické rušení je považován elektromagnetický šum, nežádoucí signál nebo změna v samotném šíření. [22]

4.4.1 Předpoklad shody zařízení

Jestliže zařízení splňuje příslušné harmonizované normy, na které byly uveřejněny odkazy v Úředním věstníku EU, mají členské státy za to, že je splněn předpoklad shody se základními požadavky na zařízení, na něž se dané normy vztahují. [22]

4.4.2 Základní požadavky na zařízení

Obecné požadavky

Zařízení musí být konstruováno a vyrobeno tak, aby:

- Elektromagnetické rušení nepřesáhlo mez, za kterou telekomunikační, rádiové a jiné zařízení nebylo schopné správně pracovat.
- Úroveň jeho odolnosti vzhledem k elektromagnetickému rušení předpokládanému při používání k určitému účelu mu umožňuje fungovat bez nevyhovujícího zhoršení daných funkcí. [22]

Speciální požadavky na pevné instalace:

- Při sestavě několika typů přístrojů, jež jsou instalovány a stanoveny k stálému používání na konkrétním místě musí být pro instalaci využito správné technické praxe s ohledem na informace o daném použití jednotlivých komponentů, aby byly dodrženy obecné požadavky. [22]

4.5 Směrnice 2001/95/ES

Tato směrnice zabezpečí, aby výrobky zaváděné na trh byly bezpečné. Všechna její nařízení se využijí pouze tehdy, pokud nejsou žádné zvláštní požadavky na bezpečnost v rámci právních předpisů Společenství. Za podmínek, že se na výrobky vztahují zvláštní požadavky na

bezpečnost, tak se tato směrnice vztahuje pouze na rizika, jichž se tyto zvláštní požadavky netýkají. [23]

Pokud neexistují žádná zvláštní nařízení Společenství, jimiž se upravuje bezpečnost konkrétního výrobku, aby byl bezpečný, tak je bezpečnost výrobku upravena zvláštními vnitrostátními předpisy členského státu, na jehož území se výrobek uvádí na trh. [23]

Bezpečný výrobek

Je každý výrobek, který za normálních nebo rozumně předpokládaných podmínek, včetně předpokladu životnosti výrobku nepředstavuje žádné nebezpečí nebo představuje pouze malá rizika, která jsou považována za přijatelná. S ohledem na bezpečnost osob a velkou úroveň ochrany zdraví se bere v potaz zejména:

- Charakteristika výrobku (složení, návod k montáži, instalaci a údržbě, atd.).
- Vliv na další výrobky, pokud lze předpovídat užívání s jinými výrobky.
- Obchodní úprava výrobku, označení štítkem, všechna upozornění a návody k používání a jiné údaje a informace.
- Kategorie spotřebitelů, kteří využívají výrobek a jsou vystaveni riziku (především děti a starší osoby) [23]

4.6 Rozhodnutí č. 768/2008/ES

Rozhodnutí stanovuje obecné zásady a referenční ustanovení pro zpracování harmonizačních právních předpisů Společenství.

Harmonizační právní předpisy Společenství pramení z obecných zásad a patřičných referenčních ustanovení. Tyto právní předpisy se mohou lišit od obecných zásad a referenčních ustanovení v případě, že je to vhodné k neobyčejným znakům daného odvětví, zvláště pokud se jedná o již komplexně právně upravenou oblast. [24]

Rozhodnutí definuje následné výrazy:

- **Posouzení shody** je postup dokazující, že byly dodrženy dané požadavky vztahující se na výrobek, postup, služby, systém, osoby nebo subjekty.
- **Harmonizační právní předpisy Společenství** jsou všechny právní předpisy Společenství harmonizující předpoklady pro uvedení výrobku na trh.
- **Označení CE** je označení, jímž výrobce uvádí, že výrobek je v souladu s náležitými požadavky určenými v harmonizačních právních předpisech Společenství, jenž upravují jeho přiřazení. [24]

4.6.1 Obecné zásady

- Výrobky, které se uvádějí na trh Společenství, musí být ve shodě se všemi patřičnými předpisy.
- Hospodářské subjekty podle funkce, kterou plní v dodavatelském řetězci, jsou při uvádění výrobku na trh Společenství odpovědné za shodu výrobku s příslušnými právními předpisy.
- Hospodářské subjekty odpovídají za to, že veškeré informace uváděné o výrobcích jsou pravdivé, úplné a ve shodě s příslušnými pravidly Společenství. [24]

4.6.2 Postup posuzování shody

Jestliže harmonizační právní předpisy Společenství požadují, aby bylo vyhotoveno posouzení shody určitého výrobku, je nutné využít postupy uvedené mezi moduly a to dle těchto kritérií:

- Zda je daný modul vyhovující pro určitý druh výrobku.
- Charakter rizika, jenž sebou nese výrobek, a míra rizika, která odpovídá druhu a úrovni rizika při posouzení shody.
- Jestliže je povinná účast třetí strany, nezbytnost výrobce si vybrat mezi moduly zabezpečení jakosti a osvědčení výrobku.
- Nezbytnost vyvarovat se předepisování modulů, které by byly velice velkou zátěží vzhledem k rizikům, ke kterým se vztahují příslušné právní předpisy. [24]

Moduly postupů pro posuzování shody:

- Modul A – „Interní řízení výroby“ (výrobce na svou odpovědnost garantuje a prohlašuje, že konkrétní výrobky splňují požadavky právních nástrojů, jenž se na ně vážou).
- Modul A1 – „Interní režim výroby spolu s kontrolním zkoušením výrobku.“
- Modul A2 – „Interní režim výroby spolu s kontrolním zkoušením výrobku v náhodně zvolených intervalech.“
- Modul B – „ES přezkoušení typu“ (oznámený subjekt prošetří návrh výrobku a stvrdí, že návrh výrobku vyhovuje požadavkům právního nástroje, které se týkají výrobku).
- Modul C – „Shoda s typem založená na interním řízení výroby“ (výrobce garantuje a prohlašuje, že konkrétní výrobky jsou v souladu s typem popsáním v certifikátu ES přezkoušení typu) – Moduly C1 a C2.
- Modul D – „Shoda s typem založena na zabezpečení kvality výroby.“
- Modul D1 – „Zabezpečení kvality výroby.“
- Modul E – „Shoda s typem na základě zabezpečení jakosti výrobku.“
- Modul E1 – „Zabezpečení jakosti výstupní kontroly a zkoušky konečného výrobku.“
- Modul F – „Shoda s typem na základě ověřování výrobku.“
- Modul F1 – „Shoda na základě ověřování výrobku.“
- Modul G – „Shoda na základě ověřování každého jednotlivého výrobku.“
- Modul H – „Shoda založená na komplexním zabezpečení jakosti.“
- Modul H1 – „Shoda založená na komplexním zabezpečení jakosti a přezkoušení konstrukce.“ [24]

5 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY ČESKÉ REPUBLIKY

Evropské směrnice udávají požadavky na všechny členské státy, pro které jsou závazné. Tyto požadavky jsou nadále v jednotlivých členských státech přeneseny do zákonů a předpisů.

V České republice je vztah státu a výrobce, či dovozce nebo dodavatele převážně udáván zákonem č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobek. Tento zákon byl zaveden institutem objektivní právní odpovědnosti do právního řádu ČR. V praxi z toho vyplývá, že poškozený prokazuje jediné vady výrobku, vzniklou škodu a vztah příčiny mezi vadou výrobku a škodou. Poté je výrobce povinen prokázat, že výrobek byl vyroben v souladu se všemi předpisy a technickými požadavky, které na výrobek spadají. [25]

Mezi předpisy a technické požadavky na bezpečný výrobek se řadí tyto zákony a nařízení vlády:

- *NV č. 176/2008 Sb. „o technických požadavcích na strojní zařízení“*
 - toto nařízení vlády je v souladu se směrnicí 2006/42/ES [30]
- *NV č. 118/2016 Sb. „o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh“*
 - toto nařízení vlády je v souladu se směrnicí 2014/35/EU [31]
- *NV č. 117/2016 Sb. „o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh“*
 - toto nařízení vlády je v souladu se směrnicí 2014/30/EU [32]
- *Zákon č. 102/2001 Sb. „o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků)“* [27]
- *Zákon č. 262/2006 Sb. „zákoník práce“* [29]
- *Zákon č. 309/2006 Sb. „kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy“* [28]
- *NV č. 378/2001 Sb. „kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí“* [33]
- *Vyhláška ÚBP 48/1982 Sb. „kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení“* [34]

5.1 Zákon č. 22/1997 Sb.

Tento zákon stanovuje:

- Způsob vymezení technických požadavků na výrobky, jenž mohou ohrozit bezpečnost nebo zdraví osob, majetek nebo přírodní prostředí.
- Práva a povinnosti osob, jenž distribuují nebo uvádějí výrobky na trh.
- Práva a povinnosti pověřených osob k činnostem, které souvisí s vytvářením a uplatňováním českých technických norem nebo se státním zkušebnictvím. [26]

5.2 Zákon č. 102/2001 Sb.

Cílem zákona je zajistit (v souladu s právem Evropských společenství) bezpečné výrobky pro spotřebitele, které jsou uváděné na trh nebo do oběhu.

Tento zákon se použije pouze tehdy, pokud požadavky na bezpečnost výrobku nebo omezení rizik, jenž jsou s používáním výrobku spojená, nestanovuje zvláštní právní předpis, který přejímá požadavky stanovené právem Evropských společenství. [27]

Orgán dozoru může stanovit pokutu až do částky 50.000.000 Kč tomu, kdo poskytne na trh nebezpečný výrobek, nebo nesplní povinnosti, kdy uváděný výrobek na trh musí obsahovat průvodní dokumentaci a být označen dle příslušných právních předpisů, a dále osoby musí plnit povinnosti pro zaopatření bezpečnosti výrobku uváděného na trh (§ 5). Při ukládání pokuty se bere v potaz závažnost, délka trvání, následek a způsob protiprávního jednání. [27]

5.3 Zákon č. 262/2006 Sb.

Zákoník práce upravuje vztahy mezi zaměstnancem a zaměstnavatelem, cílem je také, aby zaměstnavatel zabezpečil přijatelné, bezpečné a zdravé neohrožující podmínky pro zaměstnance.

Významná je část pátá, která pojednává o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Je rozdělena na tři úseky. První úsek je zaměřen na předcházení ohrožení života a zdraví při práci, druhý úsek stanovuje povinnosti zaměstnavatele, práva a povinnosti zaměstnance a v třetím úseku se nachází společná ustanovení.

Popisuje, že zaměstnavatel musí pečovat o bezpečnost a ochranu zdraví při práci všech osob, jenž se zdržují na pracovišti s jeho vědomím. Také se musí starat o pracovní prostředí, aby bylo bezpečné a neohrožovalo zdraví pracovníků. Dále musí v nejlepším případě odstraňovat nebo alespoň minimalizovat dosud neodstraněná rizika, které je povinen neustále vyhledávat.

Pokud není možné rizika odstranit nebo v poměrné míře minimalizovat, je zaměstnavatel povinen poskytnout osobní ochranné pracovní prostředky. Tyto prostředky musí ochránit zaměstnance před riziky, ale nesmí ohrožovat zdraví a zamezovat výkonu práce.

Zaměstnavatel musí umožnit zaměstnancům se účastnit schůzek, kde jsou řešeny otázky bezpečnosti a ochrany zdraví. [29]

5.4 Zákon č. 309/2006 Sb.

Tento zákon pojednává o úpravě dalších požadavků na bezpečnost a ochranu zdraví v návaznosti na zákoník práce. [28]

Zákon upravuje požadavky na:

- Pracoviště a pracovní prostředí – Uspořádání a vybavení pracoviště musí odpovídat bezpečnostním požadavkům.
- Výrobní a pracovní prostředky – Zaměstnavatel musí zabezpečit, aby používaná zařízení byly z pohledu bezpečnosti a ochrany zdraví vyhovující pro práci.
- Organizaci práce – Pracovní postupy se stanoví tak, aby se při práci dodržovaly zásady bezpečného chování a zaměstnanci nebyli nijak ohroženi.
- Bezpečnostní značení – Tam, kde může vzniknout nebezpečí při práci, musí zaměstnavatel instalovat bezpečnostní značky. [28]

Zákon také neopomíná předcházení ohrožení života, kde se věnuje rizikovým faktorům pracovních podmínek a zákazu vykonávání některých prací. Dále se zákon zaměřuje na

odbornou způsobilost, kde udává, že zaměstnavatel má povinnost zjišťovat a dělat hodnocení rizik a předcházet rizikům, jenž by mohly ohrozit zdraví zaměstnance. [28]

5.5 NV č. 378/2001 Sb.

Pokud zvláštní právní předpisy nestanovují jinak, tak se nařízení vztahuje na používání a bezpečný provoz strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí.

Nařízení vymezuje minimální požadavky na používání a bezpečnost zařízení, jenž musí být zajištěny s přihlédnutím na rizika vyprodukovaných daným zařízením.

Také pojednává o tom, že jakákoliv činnost na stroji (oprava, údržba, seřízení nebo čištění stroje), musí být prováděna při odpojeném zařízení od sítě energie. V případě, že to není technicky možné, tak se musí učinit vhodná ochranná opatření.

Dále popisuje, že je nutné před uvedením stroje do provozu provést kontrolu z hlediska bezpečnosti provozu dle průvodní dokumentace od výrobce zařízení. Jestliže není tato dokumentace k dispozici, vytyčí míru kontroly zaměstnavatel pomocí MPBP (místního provozního bezpečnostního předpisu). Zařízení musí být opatřeno provozní dokumentací a následná kontrola se provádí nejméně jednou za rok v rozsahu stanoveném v MPBP, jestliže není stanoveno zvláštními právními předpisy jinak. [33]

5.6 Vyhláška ÚBP 48/1982 Sb.

Vyhláška stanovuje hlavní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, které jsou organizace povinny zabezpečit ve své výrobní a nevýrobní činnosti.

Nevztahuje se na výrobky určené k posuzování shody dle zákona 22/1997 Sb. a nařízení vlády k provádění zákona 22/1997, dále se nevztahuje na činnosti, pracoviště a technická zařízení, jenž podléhají předpisům dozoru orgánů státní báňské správy, a také na technická zařízení, které podléhají předpisům dozoru orgánů na úseku národní obrany, dopravy a strojů a na stanovené objekty ministerstva vnitra. [34]

Vyhláška popisuje tyto požadavky na upínací zařízení:

- Aby u rotujících upínacích zařízení v případě brždění nebo změně smyslu otáčení nedošlo k samovolnému uvolnění.
- V případě pneumatických, hydraulických nebo elektromagnetických upínacích zařízení se musí zajistit za použití ochranného zařízení, aby v případě výpadku dodávky energie nedošlo k ohrožení bezpečnosti práce nebo k provozní nehodě.
- Při upínání a sundávání rozměrných a těžkých obrobků, přístrojů nebo přípravků musí být zajištěna manipulace buď použitím vhodného manipulačního zařízení, nebo pomocí další osoby, jestliže není z hlediska bezpečnosti umožněna ruční manipulace a jejich ustavení ve stroji.
- Upínací zařízení na obrobky u svislých soustruhů musí mít pojistné zařízení, jenž zamezí vymrštění upínacích elementů. [34]

Tato vyhláška dále popisuje požadavky na různé stroje pro obrábění kovu, dřeva, lisování a stříhání, zakružování a rovnání, apod. Také v ní lze najít základní požadavky na tlakové zařízení, plynová zařízení, elektrická zařízení, nářadí a pracovní pomůcky, atp. [34]

6 HARMONIZOVANÉ NORMY

Harmonizovanou normou se chápe nezávazná technická specifikace přijatá Evropským normalizačním orgánem (CEN, CENELEC, ETSI) na základě pověření Komise dle postupů uvedených ve směrnici 98/34/ES za záměrem stanovení evropského požadavku. [20]

Nejdůležitějším účelem harmonizovaných norem je dát výrobcům, konstruktérům i uživatelům strojních zařízení taktiku, jak dosáhnout shody s příslušnými legislativními požadavky. [25]

Za harmonizovanou normu je považována každá bezpečnostní norma, na níž byl uveřejněn odkaz v Úředním věstníku EU. Např. ke směrnici 2006/42/ES jsou uveřejněné názvy a odkazy harmonizovaných norem v Úředním věstníku č. 2017/C 183/02. [25, 35]

ČSN se stává harmonizovanou českou technickou normou, jestliže přejímá veškeré požadavky uváděné evropskou normou nebo harmonizačním dokumentem, jenž byly uznány orgány Evropského společenství jako harmonizovaná evropská norma.

V případě upřesnění technických požadavků na výrobky stanovených z příslušných technických předpisů mohou příslušná ministerstva či další ústřední správní úřady, pokud se jich toto pole působnosti týká, stanovit české technické normy, mezinárodní technické normy nebo dokumenty, a další technické dokumenty, které obsahují detailnější technické požadavky (určené normy).

V zákoně č. 22/1997 Sb. je uvedeno, že české technické normy nejsou obecně závazné. Tato obecná závaznost je chápána jako povinnost dodržovat ČSN obecně, bez žádného omezení, tj. všemi právníckými nebo fyzickými osobami. Povinnost jednat v souladu s českou technickou normou vzniká převážně na základě ustanovení právního předpisu.

Využívání technických norem uživateli zajistí splnění legislativních požadavků ČR a tím pádem i lehčí a kvalifikovanější prosazení na trhu. V současné době harmonizované a určené normy vytváří asi 1/6 všech platných ČSN.

Dle zákona 22/1997 Sb. úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví oznamuje všechny harmonizované české normy a určené normy, popřípadě jejich změny či zrušení, ve Věstníku ÚNMZ. [36]

6.1 Bezpečnostní normy

Bezpečnostní normy používané za záměrem dodržení legislativních požadavků EU se podle jejich hierarchie rozdělují do třech následujících skupin.

6.1.1 Normy typu A

Tento typ normy specifikuje základní pojmy, zásady při projektování a konstrukci a všeobecná hlediska, jenž jsou aplikovány na všechny skupiny strojních zařízení. Použití jenom těchto norem sice poskytne uvedené požadavky plynoucí ze směrnice o strojních zařízeních, ale nestačí k zajištění shody s příslušnými požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví uváděných ve směrnici. Proto normy typu A nevedou k celkovému předpokladu shody. [35]

Mezi normy typu A patří:

- *ČSN EN ISO 12100:2011 „Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika“ [38]*

6.1.2 Normy typu B

Normy typu B jsou zaměřeny na bezpečnostní aspekty strojních zařízení nebo na jednotlivé typy ochranných opatření, které je možné využívat u všech typů strojních zařízení. Používání těchto norem vede ke splnění shody s hlavními požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví, uvedenými ve směrnici o strojních zařízeních, které tyto normy zahrnují, jestliže posouzení rizika nebo norma typu C prokáže, že technické řešení stanovené v normě typu B je vyhovující pro danou kategorii. [35]

Normy typu B se dělí na:

- Normy typu B1 se zabývají jednotlivými bezpečnostními aspekty pro specifické bezpečnostní požadavky (např. hluk, bezpečnostní vzdálenost, teploty povrchu,...).
- Normy typu B2 se zabývají jednotlivými bezpečnostními zařízeními (např. dvouruční ovládání, ochranné kryty, tlačítko pro nouzové zastavení,...). [37]

Mezi normy typu B patří:

- *ČSN EN ISO 4413:2011 „Hydraulika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na hydraulické systémy a jejich součásti“ [46]*
- *ČSN EN ISO 4414:2011 „Pneumatika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na pneumatické systémy a jejich součásti“ [47]*
- *ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007 „Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky“ [48]*
- *ČSN EN ISO 13849-1:2017 „Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Obecné zásady pro konstrukci“ [44]*
- *ČSN EN ISO 13849-2:2013 „Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 2: Ověřování platnosti“ [45]*

6.1.3 Normy typu C

Normy typu C určují detailní požadavky pro konkrétní stroj nebo skupinu strojních zařízení. Jestliže různé typy strojních zařízení patří do jedné skupiny a vztahuje se na ně norma typu C, tak to znamená, že mají podobné použití a reprezentují podobná rizika. Některé normy typu C se odkazují na normy typu A nebo B a stanovují, které části normy typu A nebo B jsou vhodné pro příslušnou skupinu strojních zařízení. Pokud vzniká odchylka požadavků normy typu C od normy typu A nebo B, tak má před nimi přednost norma typu C. Aplikování normy typu C na základě vyhotovení posouzení rizika od výrobce vede k předpokladu shody s hlavními požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví stanovenými ve směrnici o strojních zařízeních. Normy typu C mohou být uspořádány z několika částí, první část se věnuje obecným specifikacím, jenž se vztahují na konkrétní skupinu strojních zařízení, v další části se stanovují specifikace pro zvláštní skupiny strojních zařízení, které spadají do konkrétní skupiny, přičemž upravují nebo doplňují specifikace uvedené v první části. [35]

Mezi normy typu C patří:

- *ČSN EN 1550+A1:2009 „Bezpečnost obráběcích strojů – Bezpečnostní požadavky na konstrukci a výrobu obrobkových sklíčidel“ [43]*

- ČSN EN ISO 23125:2018 „Obráběcí stroje – Bezpečnost – Soustruhy“ [39]
- ČSN EN 13128+A2:2009 „Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Frézky (včetně vyvrtávaček)“ [40]
- ČSN EN 12717+A1:2009 „Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Vrtačky“ [41]
- ČSN EN ISO 16089:2017 „Obráběcí stroje – Bezpečnost – Stacionární brusky“ [42]

7 BEZPEČNOST STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ

Hlavní mezinárodní normou, která se vztahuje na bezpečnost strojních zařízení, je norma ČSN EN ISO 12100:2011. Upřesňuje základní terminologii, metodologii a zásady pro konstrukci bezpečného strojního zařízení. Udává zásady pro posuzování a snižování rizika, jenž napomáhají konstruktérům navrhnout bezpečné strojní zařízení. Tyto zásady vyplývají ze znalostí a zkušeností z konstruování, používání, úrazů, nehod a rizik u strojních zařízení. Také udává postupy jak identifikovat nebezpečí pro odhad a hodnocení rizik, jak vyloučit nebezpečí nebo dostatečně snížit riziko. Norma se nevztahuje na poškození domácích zvířat, majetku nebo prostředí. [38]

7.1 Posouzení rizika

Při konstrukci strojního zařízení je povinnost vzít v úvahu všechna rizika, jenž mohou nastat. Proto je nutné provést posouzení rizika dle normy ČSN EN ISO 12100:2011. Tento proces se skládá z analýzy rizika a zhodnocení rizika.

7.1.1 Analýza rizika

Analýza rizika přináší informace potřebné pro zhodnocení rizika. Tato analýza je založena na:

- Stanovení mezních hodnot strojního zařízení – Při stanovení těchto hodnot je nezbytné přihlížet ke všem fázím životního cyklu strojního zařízení. V této první fázi je nutné vymezit používání (předpokládané správné i předvídané nesprávné použití), prostor, dobu (životnosti a intervaly údržby), prostředí, apod.
- Identifikaci nebezpečí – Do této identifikace spadají rozumně předvídaná nebezpečí, nebezpečné situace a události v každé životní fázi strojního zařízení. Rozumně předvídaná nebezpečí jsou stálá nebezpečí i nebezpečí, která mohou přicházet neočekávaně. Identifikace nebezpečí musí být provedena s ohledem na vzájemné působení člověka a stroje, možné stavy stroje a nepředpokládané chování obsluhy nebo předpokládané selhání stroje.
- Odhadu rizika – Pro každé identifikované nebezpečí musí být proveden odhad rizika. Riziko, jenž je spojené s jednotlivým nebezpečím závisí na závažnosti úrazu a pravděpodobnosti výskytu úrazu.

Při odhadu závažnosti úrazu se musí přihlídnout k míře zranění nebo poškození zdraví a rozsahu úrazu (u jedné nebo několika osob).

Míru pravděpodobnosti výskytu úrazu ovlivňuje vystavení osob nebezpečím, výskyt nebezpečné události a možnost vyvarování nebo omezení úrazu. [38]

7.1.2 Zhodnocení rizika

Zhodnocení rizika se používá za účelem zjištění, zda je potřeba snížení rizika. Pokud je vyžadováno snížení rizika, provedou se vhodná opatření (viz. snížení rizika). Jestliže konstruktér použije nová ochranná opatření, musí kontrolovat, zda nevznikají nová nebezpečí nebo nenavysílají stávající rizika. Vyskytne-li se nové nebezpečí, tak jej musí doplnit do seznamu a stanovit vhodná opatření pro omezení tohoto nebezpečí.

Odpovídající snížení rizika docílíme prostřednictvím metody tří kroků (viz. snížení rizika). [38]

Součástí procesu zhodnocení rizika je možné provést porovnání rizik v případě, že se jedná o podobné strojní zařízení, jenž je v souladu s normou typu C, a má srovnatelné předpokládané použití, nebezpečí a rizika, konstrukci a výrobu, technické parametry a podmínky pro použití.

Dosažení odpovídajícího snížení rizika a kladný výsledek porovnání rizika (pokud je to prakticky možné) uděluje důvěru, že riziko bylo vhodně sníženo. [38]

7.2 Snížení rizika

Snížení rizika je možné docílit úplným vyloučením nebezpečí anebo snížením jednoho nebo současně dvou prvků, jenž stanovují míru rizika:

- Závažnost úrazu od daného nebezpečí.
- Pravděpodobnost výskytu úrazu.

Aby se dosáhlo snížení rizika, musí být určena veškerá ochranná opatření v následujícím pořadí, které stanovuje metoda tří kroků. [38]

7.2.1 Metoda tří kroků

1. Zabudovaná konstrukční bezpečnostní opatření

V procesu snížení rizika je nutné nejprve zabudovat integrovaná konstrukční bezpečnostní opatření do stroje, z důvodu, že tato opatření zůstávají pokaždé účinná. Ze zkušeností je ale patrné, že i dobře navržená bezpečnostní ochrana může občas selhat, bývá také často obcházena z důvodu nedodržení informací pro použití. U konstrukčních bezpečnostních opatření jsou rizika minimalizována nebo mohou být i vyloučena (což odstraní nutnost použití následujících ochranných opatření) během konstrukce stroje. [38]

2. Bezpečnostní ochrana a/nebo doplňková ochranná opatření

Jestliže pomocí konstrukčního bezpečnostního opatření nebylo nebezpečí odstraněno nebo alespoň dostatečně sníženo riziko, musí být použita ochranná zařízení nebo také doplňková ochranná opatření. Tento krok zahrnuje používání ochranných krytů a ochranných zařízení, bezpečnostní ochranu pro snížení emisí a doplňková ochranná opatření jako jsou např. opatření pro manipulaci s těžkými součástmi, opatření pro uvolnění zachycených osob, součástí a prvky pro nouzové zastavení, apod. [38]

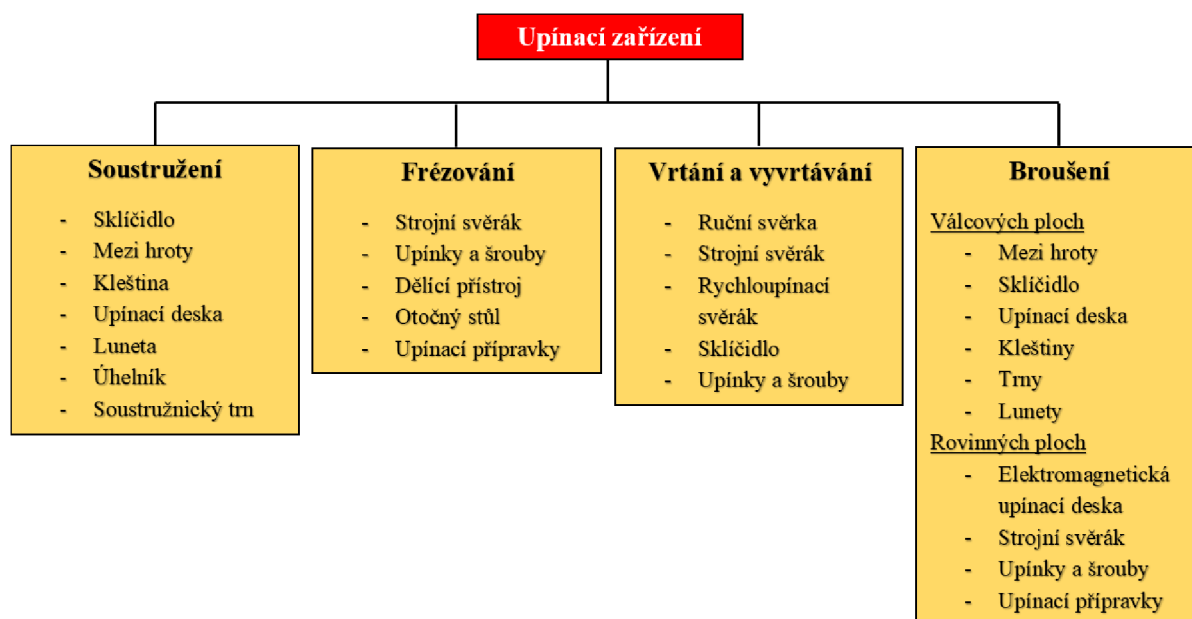
3. Informace pro používání

Pokud rizika přetrvávají i po zabudování opatření z prvního a druhého kroku, tak se musí zbytková rizika uvést do informací pro použití. Tyto informace mohou být formou textu, slov, symbolů, značek, signálů nebo diagramů, používané ve vzájemné kombinaci nebo i samostatně, hlavně tak, aby informovali uživatele. Je nepřipustné využívat informace pro používání jako náhradou za správnou aplikaci prvního a druhého kroku. [38]

8 BEZPEČNOST UPÍNACÍCH ZAŘÍZENÍ

Z rešeršní části o zařízení pro upínání obrobků vyplývá rozdělení znázorněné na obrázku 23.

Existuje pouze jediná bezpečnostní norma ČSN EN 1550+A1:2009, která se zabývá konkrétním typem upínacího zařízení a to pouze obrobkovými sklíčidly, z čehož vyplývá, že většina upínacích zařízení nemá vlastní bezpečnostní normu. Proto je nutné se řídit normami pro konkrétní stroj, které nám také stanovují požadavky na upínací zařízení pro tento stroj. Dále je nutné vzít v úvahu normy typu B i A, přičemž nesmíme zapomenout, že před těmito typy mají přednost normy typu C stanovující požadavky na konkrétní strojní zařízení.



Obr. 23) Rozdělení upínacích zařízení

8.1 Požadavky na upínací zařízení pro soustruhy

Následující požadavky vychází z normy ČSN EN ISO 23125:2018 vztahující se na bezpečnost všech skupin soustruhů. Tato norma je využitelná i na pomocná zařízení, jako jsou zařízení na obrobky, nástroje a upínací zařízení, jenž jsou součástí stroje.

8.1.1 Ručně ovládané soustruhy (bez NC řízení)

Z hlediska primární bezpečnosti musí obsahovat ochranný kryt sklíčidla. Tento ochranný kryt má za účel zabránit nebo omezit přístup k rotujícímu upínacímu zařízení na obrobky a snížit efekt v případě vymrštění čelisti ze sklíčidla.

Jelikož se jedná o pohyblivý kryt, musí být vybaven ochranným zařízením pro blokování vřetena. Tato bezpečnostní funkce musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = d$ v souladu s normou ČSN EN ISO 13849-1:2017.

Tento ochranný kryt musí být široký jako je délka tělesa sklíčidla a při použití běžných čelistí musí dosahovat k nejkrajnějším částem těchto čelistí. Vyčnívající obrobek ze sklíčidla již nemusí být zakrytován. Ochranný kryt musí dosahovat co nejbliže do osy upínacího zařízení pro obrobky. [39]

8.1.2 Podmínky pro upínání obrobku

a) Obecné podmínky

- Upínací zařízení na obrobky musí být v souladu s ČSN ISO 16156:2004.
- Upínací zařízení na obrobky musí mít zřetelně vyznačenou jeho nejvyšší pracovní rychlost (nevztahuje se na kleštiny).
- Pokud se vřeteno otáčí, nesmí být umožněno ruční spuštění otevírání nebo uzavírání zařízení pro upínání obrobku.
- U strojů, které umožňují programování rychlosti vřetena a jsou osazeny upínacím zařízením jiným než kleštinami, nemůže být umožněno programu uvést stroj do chodu v obráběcím režimu, jestliže nesplňuje následující podmínky:
 - I. - Stroj musí umožňovat vložení nebo ověření maximální pracovní rychlosti vřetena a musí brát v ohled maximální pracovní rychlost upínacího zařízení obrobku a maximální rychlost obrobku v seřizovacím režimu.
 - Nastane-li porucha při vložení nebo ověření těchto rychlostí, při jakémkoliv změně programu, musí být zabráněno chodu stroje v automatickém režimu.
 - Musí být umožněno monitorování pomalé rychlosti a nesmí být přesažena. (Monitorování omezení rychlosti vřetena musí splňovat $PL_r = d$ v souladu s ČSN EN ISO 13849-1:2017).
 - II. U velkých NC soustruhů a soustružnických center musí být zamezeno zrychlení nebo zpomalení, jenž by mohlo způsobit ztrátu upnutí obrobku. To může zapříčinit např. dynamické zrychlení nebo zpomalení, ruční nastavení (měkké spuštění nebo zastavení, většinou u ručně ovládaných strojů).
- Upínací zařízení (sklíčidla, lící desky, apod.) musí být přichyceny k vřetenu dle ČSN ISO 702-1:2010, ČSN ISO 702-2:2010, ČSN ISO 702-3:2010 a ČSN ISO 702-4:2010.

b) Podmínky pro poháněné zařízení pro upínání obrobku

- Dostatečná upínací síla pro bezpečné upnutí musí být udržována do doby, než dojde k úplnému zastavení vřetena, např. samosvorným zařízením pro upínání obrobku, zpětným ventilem u hydraulického zařízení. Tato podmínka je v souladu s ČSN ISO 16156:2004 (5.2.1).
- U poháněného upínacího zařízení musí být zabezpečeno monitorování ovládací síly (např. monitorování hydraulického tlaku), také se musí monitorovat zdvih čelistí, aby byl zajištěn dostatečný zdvih pro upnutí obrobku. Jestliže není docíleno potřebné ovládací síly nebo potřebného zdvihu, musí být zamezeno spuštění vřetena. Pro ovládací systém upínání obrobku je požadovaná úroveň vlastností $PL_r = b$ v souladu s ČSN EN ISO 13849-1:2017. V případě, že je nemožné monitorovat zdvih čelistí, musí být aplikována jiná bezpečnostní opatření.
- V případě, že se vřeteno otáčí a upínací síla nebo zbývající zdvih potřebný pro upnutí se zmenší pod nastavenou hodnotu, musí být zabezpečeno zastavení stroje kategorie 1 v souladu s ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007.
- Pouze pro NC soustruhy, soustružnická centra a automatické soustruhy, musí být umožněn (pro zahřívání, plnění stroje a dokončování výroby) provoz stroje bez obrobku v obrobkovém vřetenu, a to pouze v automatickém režimu s uzavřeným ochranným krytováním stroje. V tomto případě je možné vyřadit

monitorování upnutí obrobku. Výrobce musí být dán bezpečný postup pro možnost vypnutí tohoto monitorování, např. speciálními klíči, NC podprogramy nebo ovládním přístupu.

- Vyřazení monitorování obrobku musí být také umožněno i u strojů s protivřetenem, kde dochází k předání obrobku z jednoho vřeten do druhého, při otáčení stejnou rychlostí obou vřeten, v automatickém režimu s uzavřeným ochranným krytovaním. Vždy musí být zajištěno, aby bylo minimálně jedno z vřeten monitorováno. Nesmí dojít k vyřazení monitorování hlavního vřeten a protivřeten souběžně.
- U ručního zakládání a vyjímání obrobků musí být zabezpečena ochrana, aby nedošlo k zachycení prstů. Toto zachycení může být minimalizováno:
 - I. Nastavením čelisti nepřevyšující zdvih 4 mm nebo ochranným krytem splňující bezpečné vzdálenosti dle ČSN ISO 13857:2008.
 - II. Nastavením inkrementálních pohybů nepřevyšující 4 mm.
 - III. Uzavírající rychlostí nepřevyšující 4 mm/s.
 - IV. Ručním ovládním upínacího zařízení z místa mimo pracovní prostor, např. dvouručním ovládacím zařízením se zasouvatelnou opěrkou pro obrobek.

c) Podmínka pro ručně ovládaná sklíčidla

Pokud je zasunutý ovládací klíč ve sklíčidle nesmí dojít k spuštění vřeten. Tomuto je možné zamezit ochranným krytem sklíčidla s blokováním vřeten nebo odpružením místa pro zasunutí ovládacího klíče. [39]

8.2 Požadavky na upínací zařízení pro frézky včetně vyvrtávaček

Norma ČSN EN 13128+A2:2009, vztahující se na bezpečnost frézek a vyvrtávaček, není zaměřena na upínací zařízení obrobku na těchto strojích. Norma je psána dosti obecně a udává pouze následující požadavky, které se vztahují na obrobek, manipulaci a upínací zařízení.

8.2.1 Požadavky vztahující se pro upínání obrobků

Automatická výměna obrobku

Nesmí být umožněna v seřizovacím režimu stroje. Smí být pouze povolena v automatickém cyklu stroje.

Zařízení pro přemístění obrobku

Místo pro vykládání nebo nakládání obrobků musí být mimo pracovní prostor i další mechanismy, jenž by mohli způsobit nebezpečí.

Musí být zamezeno přístupu k nebezpečným pohybům (ochrannými kryty) nebo tyto pohyby musí být zastaveny nebo znemožněny ochranným zařízením.

Při nutnosti, kdy jsou otevřeny ochranné kryty, nebo je vyřazeno ochranné zařízení z provozu, tak toto zařízení může být ovládáno pouze povelovým zařízením a zařízením, které vyžaduje neustálé působení na ovladač umožňující pohyb pouze krok po kroku. V případě požadavku na nepřetržitý pohyb musí být využito dvouručního ovládní, které je bezpečně vzdálené od nebezpečné situace.

Ergonomické hledisko

Při ruční manipulaci s obrobky, musí být upínací přípravky umístěny tak, aby nezpůsobovaly nesnadné a namáhavé dosáhnutí do stroje.

Ovládací zařízení pro upínací zařízení (tažné tyče, sklíčidla) nesmí být umístěny tak, aby způsobovali nesnadné a namáhavé dosáhnutí na ně.

Návod pro použití

Musí obsahovat bezpečné metody držení obrobku a informace správného použití vhodných zařízení pro upínání obrobků. [40]

8.3 Požadavky na upínací zařízení pro vrtačky

Norma ČSN EN 12717+A1:2009, vztahující se na bezpečnost vrtaček, není zaměřena na upínací zařízení pro obrobky na tomto stroji. Přesto norma alespoň udává následující požadavky, které se vztahují na obrobek, manipulaci a upínací zařízení.

8.3.1 Požadavky vztahující se pro upínání obrobků

Držení obrobku

Všechny ručně ovládané vrtačky musí umožnit bezpečné upnutí obrobku a stůl (např. za pomoci montážních děr, průchozích děr, T-drážek). [41]

Další požadavky

V normě ČSN EN 12717+A1:2009 se také nacházejí stejné požadavky, které již byly zmíněny v kapitole 8.2.1.

8.4 Požadavky na upínací zařízení pro stacionární brusky

Následující požadavky vychází z normy ČSN EN ISO 16089:2017 vztahující se na bezpečnost stacionárních brusek. Tato mezinárodní norma je využitelná i na pomocná zařízení, jako jsou pomocná zařízení pro obrobky, upínací zařízení pro obrobky, apod., jenž jsou součástí stroje.

8.4.1 Požadavky pro upínání obrobků

Stacionární brusky musí být vybaveny upínacím zařízením obrobku nebo držením či vedením obrobku. Upínací zařízení určené pro ruční výměnu obrobku může umožňovat otevírání a zavírání tohoto upínacího zařízení ve všech režimech bezpečného provozu. [42]

Motoricky poháněné upínací zařízení pro obrobky

- V případě poklesu upínací síly pod minimální hodnotu nebo ztráty upínací energie musí být zamezeno obráběcímu procesu nebo dojít k zastavení stroje podle kategorie 1 uvedené v ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007.
- U polohovacího rotačního zařízení pro upínání obrobků je umožněno ve výjimečných situacích rotace upínacího vřetena, přičemž nesmí vzniknout nebezpečí od vymrštění obrobku. Nesmí být přesažena maximální přípustná rychlost upínacího pracovního vřetena pro každý režim bezpečného provozu.
- Musí být provedeno monitorování účinnosti ovládací funkce (např. upínacího tlaku, upínacího zdvihu).
- V případě rotace upínacího zařízení nesmí být umožněno otevření upínacího zařízení s rotačním pracovním vřetenem.
- Při ručním vkládání obrobku do upínacího zařízení a během ovládání tohoto zařízení nesmí dojít k poranění prstů (např. nastavením největšího zdvihu čelisti nepřevyšující 4 mm dle ČSN ISO 13857:2008).
- Rotační upínací zařízení musí mít zřetelně vyznačenou jeho maximální rychlost.

- Stav upínacího zařízení musí být signalizován obsluze.
- Upínací funkce musí být udržena i v případě poruchy nebo přerušení dodávky upínací energie. Není-li to možné, zabránění vymrštění obrobku musí být provedeno konstrukcí brusky nebo ochranným krytem. [42]

8.5 Požadavky na obrobková sklíčidla

Bezpečnostní požadavky na obrobková sklíčidla stanovuje norma ČSN ISO 16156:2004 a ČSN EN 1550+A1:2009. Jelikož, norma ČSN ISO 16156:2004 nespadá mezi harmonizované normy, tak následující bezpečnostní požadavky na obrobková sklíčidla jsou stanoveny z normy ČSN EN 1550+A1:2009.

8.5.1 Požadavky a opatření

Pro ochranu osob před rizikovými faktory musí být využity následující prostředky:

- Ovládací zařízení musí být kompatibilní s obrobkovým sklíčidlem.
- Výrobce musí uvést faktor jakosti vyvážení G v průvodní dokumentaci.
- Vlivem odstředivé síly nesmí dojít k vymrštění základních čelistí. Musí tomu být účinně zabráněno např. pojistnými kolíky.
- Obrobková sklíčidla převyšující hmotnost 20 kg musí obsahovat prostředky pro manipulaci, např. závitové díry.

Speciální požadavky

Výrobce musí uvádět maximální otáčky n_{max} u sklíčidel s vyvažováním.

Maximální otáčky u sklíčidel bez vyvažování nesmí přesáhnout otáčky, při kterých je vypočtená ztráta 67 % celkové změřené upínací síly před roztočením sklíčidla při použití čelistí dodávaných výrobcem.

Sklíčidla ovládaná silově

Upínací zařízení musí být konstruováno se zařízením, které zabezpečí, aby upínací síla působila účinně (např. snímačem polohy před koncem zdvihu).

V případě závady v dodávce energie k válcům nebo ovladačům musí být upínací zařízení vybaveno zařízením, které udrží potřebný tlak po stanovenou dobu výrobcem (např. použití zpětných ventilů).

Vybavení pro ruční utahení sklíčidla

Veškerá vybavení pro utahování všech typů sklíčidel musí být navrženy tak, aby nemohly zůstat zasunuty v rotujícím sklíčidle. Uťahovací vybavení nebo místa pro zasunutí musí být opatřeny pružinou, která po uvolnění sama vysune toto vybavení ze sklíčidla, nebo musí být opatřeno blokovacím zařízením vřetena, zamezující otáčení vřetena, je-li utahovací vybavení zasunuto.

Sklíčidla s drážkami nebo zářezy

V případě, že drážky nebo zářezy jsou otevřeny na vnějším obvodu sklíčidla, musí být zabudovány bezpečnostní prostředky (např. kolíky), jež zamezí vymrštění nárážek, vyvažovacích závaží nebo obdobných věcí vlivem odstředivé síly. [43]

8.5.2 Informace pro použití

Z hlediska bezpečnosti obrobkových sklíčidel je nutné zpracovat návod k použití obsahující informace v souladu s normou ČSN EN ISO 12100:2011 a ČSN EN 1550+A1:2009, také je nezbytné značení sklíčidel, upínacích válců i nástavců v případě, že by ovlivnily vlastnosti sklíčidla. Značení musí být provedeno čitelně a neodstranitelně a musí obsahovat údaje v souladu s normou ČSN EN 1550+A1:2009. [43]

8.6 Funkční bezpečnost upínacího zařízení

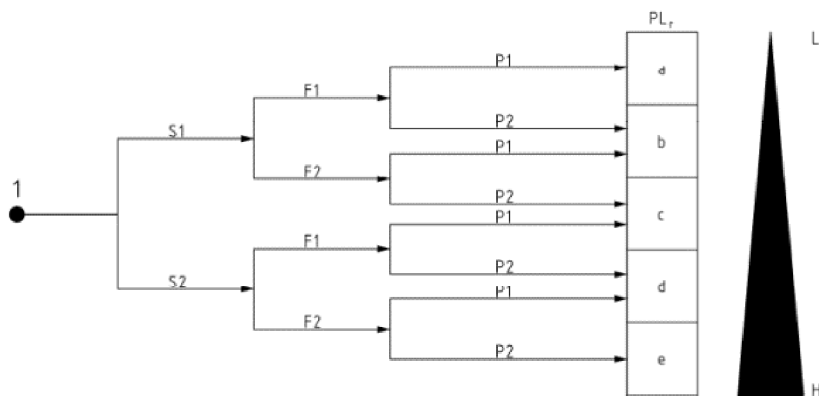
Funkční bezpečnost je důležitá v oblasti řídicích a ovládacích systému, které se vyskytují u poháněných upínacích zařízení pro obrobky. Požadavky a všeobecné zásady pro návrh bezpečnostních částí ovládacích systémů uvádí norma ČSN EN ISO 13849-1:2017. Tato norma je typu B a nachází uplatnění u ochranných opatření, jenž byly navrženy v druhém kroku při snižování rizika a jsou závislé na ovládacím systému. V případě upínacích zařízení se uplatní např. při návrhu monitorování upínacího tlaku nebo upínacího zdvihu.

Pro každou navrženou bezpečnostní funkci se provede opakovací proces bezpečnostních částí ovládacích systémů (uvedený v normě ČSN EN ISO 13849-1:2017). [44]

8.6.1 Hlavní parametry bezpečnostních částí ovládacích systémů

Požadovaná úroveň vlastností - PL_r

Požadovaná úroveň vlastností se stanoví podle míry přispění bezpečnostní funkce k omezení rizika (obr. 24). Při určení se uvažuje závažnost zranění (lehké - S1, závažné - S2), vystavení nebezpečí (doba vystavení je krátká - F1, dlouhá - F2) a vyloučení nebezpečí nebo snížení škody (možné za zvláštních podmínek - P1, sotva možné - P2). [44]



Obr. 24) Postup při určování PL_r [44]

Vyhodnocení dosažené úrovně vlastností - PL

Při odhadu úrovně vlastností se bere v úvahu kategorie bezpečnostní funkce, střední doba do nebezpečné poruchy $MTTF_d$, diagnostické pokrytí DC, porucha se společnou příčinou CCF a software bezpečnostních částí (pokud existuje). Postup pro stanovení, odhad nebo výpočet jednotlivých hodnot je popsán v normě ČSN EN ISO 13849-1:2017. [44]

Ověření

Úroveň vlastností PL musí být větší nebo rovna požadované úrovni vlastností PL_r . Jestliže to není splněno, je nutné tento proces opakovat. [44]

8.6.2 Opatření proti systematické poruše

Bezpečnostní části ovládacích systémů vyžadují jejich odolnost vůči systematické poruše. Opatření pro řízení a vyloučení systematických poruch jsou uvedeny v příloze G normy ČSN EN ISO 13849-1:2017 a podrobný soupis opatření je uveden v normě ČSN EN ISO 13849-2:2013. Je žádoucí tyto základní a osvědčené bezpečnostní zásady využívat při konstrukci bezpečnostních systémů. [44]

8.7 Mechanická bezpečnost upínacího zařízení

Upínací zařízení musí být také mechanicky bezpečné. Mechanickou bezpečnost stanovuje norma ČSN EN ISO 13849-2:2013, která se zabývá ověřováním platnosti bezpečnostních částí ovládacích systémů. Norma popisuje obecné zásady pro konstrukci s ohledem na typ použité techniky (mechanická, elektrická, hydraulická, atd.).

Základní a osvědčené bezpečnostní zásady pro mechanické systémy stanovuje příloha A, udává také osvědčené prvky pro bezpečnostní použití, závady a vyloučení závad. Mezi osvědčené prvky spadá např. šroub. Také udává, že není dovoleno používat zásadu odpojení energie u upínacího zařízení, aby nedošlo ke ztrátě upínací síly a k vymrštění obrobku. [45]

8.8 Požadavky na hydraulický systém upínacího zařízení

Hydraulické systémy se používají pro vyvození upínací síly u poháněných upínacích zařízení. Tyto systémy se skládají z mnoha prvků, jenž mohou také způsobit nebezpečné situace. Proto je žádoucí při návrhu a konstrukci takového systému postupovat v souladu s normou ČSN EN ISO 4413:2011, která je typu B a stanovuje bezpečnostní požadavky a všeobecná pravidla pro hydraulické systémy.

8.8.1 Hlavní požadavky na hydraulické systémy

a) Výběr součástí a potrubí

Veškeré zvolené komponenty hydraulických systémů musí zajistit bezpečné používání a spolehlivou funkci. Volba, instalace a používání musí být provedeny podle doporučení a instrukcí dodavatele součástí. Doporučuje se, aby součásti a potrubí, pokud je to prakticky možné, byly vyrobeny podle mezinárodních norem.

b) Nepředpokládané tlaky

Všechny komponenty musí být navrženy, aby vydržely předvídanou mez tlaku překračující jmenovitý tlak nebo nejvyšší pracovní tlak celého systému. Hrozí-li nebezpečí zvýšením nebo poklesem tlaku v odpojené nebo utěsněné části systému (např. vlivem změny teploty kapaliny), je žádoucí použít prostředky pro omezení tlaku.

K omezení tlaku v systému z důvodu nadměrného tlaku jsou přednostně preferovány odlehčovací ventily.

Konstrukcí, výrobou a nastavením systému musí být snižovány rázy a kolísání tlaku. Kolísání tlaku ani rázy nesmí vytvářet příčinu nebezpečí.

Pokles nebo ztráta tlaku nesmí způsobit nebezpečí pro osoby a nemají způsobit škodu na strojním zařízení.

c) Mechanické pohyby

Zamýšlené nebo neúmyslné mechanické pohyby nemohou vystavovat osoby nebezpečným situacím.

d) Hluk

Hluk musí být snižován v jeho zdroji. S ohledem na použití musí být využita opatření ke snížení rizik, jenž jsou způsobena hlukem. Bere se v úvahu šíření a přenášení hluku vzduchem, pevnou hmotou a kapalinou. (Pro minimalizaci hladiny hluku viz ČSN EN ISO 11688-1:2010)

e) Netěsnost

Výskyt vnější nebo vnitřní netěsnosti nemůže způsobit příčinu vzniku nebezpečí.

f) Teplota

Provozní teplota nesmí přesáhnout stanovené meze celého systému nebo jednotlivých součástí.

Části hydraulických systému, u kterých jsou teploty povrchu větší, než stanovené dotykové hodnoty musí být konstruovány, aby minimalizovaly nebezpečí, buď umístěním či zakrytím (viz ČSN EN ISO 13732:2009). Jestliže taková ochrana není prakticky možná, musí být aplikovány patřičné výstrahy.

g) Další požadavky

Norma ČSN EN ISO 4413:2011 uvádí i další požadavky, které se týkají instalace, údržby, používání a specifických požadavků na součásti a ovladače. [46]

8.9 Požadavky na pneumatický systém upínacího zařízení

Podobně jako hydraulické systémy jsou využívány i pneumatické systémy u poháněných upínacích zařízení. Pneumatické systémy mohou být rovněž zdrojem nebezpečí, které je potřeba minimalizovat nebo odstranit. Proto je nutné pneumatické systémy a jejich komponenty navrhovat a konstruovat v souladu s normou ČSN EN ISO 4414:2011. Tato norma typu B udává pravidla a požadavky na tyto systémy a jejich části.

8.9.1 Hlavní požadavky na pneumatické systémy

a) Výběr součástí

Všechny komponenty i potrubí musí být voleny tak, aby zajistily jejich bezpečné používání a pracovaly spolehlivě při předpokládaném použití systému. Musí být voleny, instalovány a používány podle doporučení výrobce a provozovány v jejich jmenovitých mezích. Je doporučeno, aby součásti a potrubí, pokud je to prakticky možné, byly vyrobeny dle mezinárodních norem.

b) Nepředpokládané tlaky

Všechny komponenty musí být navrženy, aby vydržely předvídanou mez tlaku překračující jmenovitý tlak nebo nejvyšší pracovní tlak celého systému.

K omezení tlaku v systému z důvodu nadměrného tlaku jsou přednostně preferovány pojistné (přepouštěcí) ventily a pro omezení provozního tlaku se mohou používat jiné prvky (např. regulátory tlaku).

Konstrukcí, výrobou a nastavením systému musí být snižovány rázy a kolísání tlaku. Kolísání tlaku ani rázy nesmí vytvářet příčinu nebezpečí.

Pokles nebo ztráta tlaku nesmí způsobit nebezpečí pro osoby a nemá způsobit škodu na strojním zařízení.

Pneumatické komponenty musí vyúsťovat do bezpečného prostoru v atmosféře.

c) Mechanické pohyby

Zamýšlené nebo neúmyslné mechanické pohyby (např. účinky z držení hmot) nemohou vystavovat osoby nebezpečným situacím.

d) Hluk

U pneumatických systémů se musí brát v úvahu očekávaný hluk. S ohledem na použití musí být využita opatření ke snížení rizik, jež jsou způsobena hlukem. Bere se v úvahu šíření hluku vzduchem a přenášení pevnou hmotou. (Pro minimalizaci hladiny hluku viz ČSN EN ISO 11688-1:2010)

e) Netěsnost

Výskyt vnější nebo vnitřní netěsnosti nemůže způsobit příčinu vzniku nebezpečí.

f) Dodávka energie a ovládání

Při obnovení, přerušení, redukci či zapnutí nebo vypnutí dodávky energie nesmí vzniknout nebezpečí.

g) Odpojení od zdrojů energie

Pneumatické zařízení musí usnadnit uvolnění tlaku provozního media a umožnit spolehlivé odpojení od zdrojů energie (např. vhodným uzamykatelným vypínacím zařízením, odpojením elektrické energie v souladu s ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007).

h) Umístění ovladačů a součástí

Všechny komponenty systému musí být lehce přístupné při údržbě, nastavování a používání tak, aby nevytvářeli nebezpečí.

i) Neočekávané spuštění

Systémy musí být konstruovány tak, aby nedošlo k neočekávanému spuštění v souladu s normou ČSN EN 1037+A1:2008.

j) Látky šířené vzduchem

Nebezpečné látky šířené vzduchem musí být minimalizovány (např. konstrukcí nebo patřičným vybavením).

k) Další požadavky

Norma ČSN EN ISO 4414:2011 stanovuje další požadavky na instalaci, údržbu a používání, specifické požadavky na ovládání a součásti (válce, ventily, součásti pro úpravu vzduchu, apod.). [47]

8.10 Požadavky na elektrické systémy upínacího zařízení

Elektromagnetické upínací desky nebo hydraulicky či pneumaticky poháněná upínací zařízení mají řídicí systém sestaven z několika elektrickým prvků. Požadavky a doporučení pro elektrická zařízení z hlediska bezpečnosti osob a majetku udává norma ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007. Největší újma na zdraví vzniká při úrazu elektrickým proudem, může mít za následek smrt, proto je žádoucí toto riziko minimalizovat nebo jej odstranit.

8.10.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem může vzniknout dvěma způsoby, buď dotykem živých částí, nebo neživých částí.

Úraz dotykem živých částí

Aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem od živých částí, tak každý elektrický obvod musí být chráněn:

- Kryty – živé části jsou umístěny vevnitř krytů, jenž zajišťují příslušnou ochranu podle normy ČSN EN 60529:1993. Kryt (např. dveře, víko, atp.) musí být otevíratelný, avšak pouze pod podmínkou použití klíče nebo odpojením živých částí dříve, než je možné kryt otevřít.
- Pomocí izolace – živé části musí být zcela zakryty izolací. K odstranění izolace může dojít jedině poškozením.
- Před zbytkovým napětím – tato ochrana se používá, pouze pokud živé části mají po odpojení napětí větší než 60 V. Po odpojení napájení musí dojít k vybití na hodnotu menší nebo rovnu 60 V do 5 s. [48]

Úraz dotykem neživých částí

Příčina úrazu nastává poruchou izolace mezi živými částmi a neživými. Proto je nutné použít alespoň jedno z opatření:

- Opatření zabráňující výskytu – výskyt dotykového napětí je možné zamezit:
- použitím zařízení třídy II nebo s ekvivalentní izolací (tyto zařízení mají zesílenou izolaci),
- elektrickým oddělením.
- Automatické odpojení elektrického napájení – v případě poruchy dojde k automatickému přerušení pracovních vodičů v dostatečně krátkém intervalu, v kterém není dotykové napětí nebezpečné. [48]

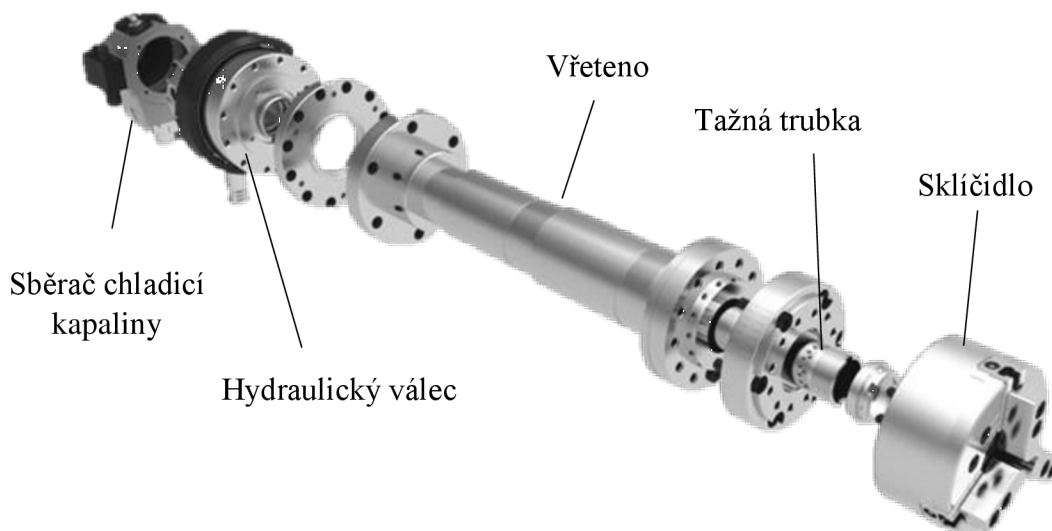
8.11 Všeobecné zásady pro konstrukci

Všeobecné zásady, které se musí dodrženy při konstrukci, stanovuje norma ČSN EN ISO 12100:2011. Norma popisuje proces posuzování a snižování rizika, jenž byl popsán v kapitole 7. Díky tomuto procesu je konstruktér schopen navrhnout bezpečné strojní zařízení, ale musí brát v potaz normy typu B a C pro konkrétní zařízení. Z toho vyplývá, že pokud konstruktér upínacího zařízení bude postupovat v souladu s normou ČSN EN ISO 12100:2011 a vezme v úvahu všechny požadavky na upínací zařízení uvedené výše, navrhne bezpečné upínací zařízení pro obrobky.

9 BEZPEČNOST HYDRAULICKY OVLÁDANÉHO TŘÍČELIST'OVÉHO SKLÍČIDLA

Pro názornou ukázkou vypracování bezpečnostních požadavků jsem si zvolil hydraulicky ovládané tříčelist'ové sklíčidlo pro soustruhy. Tento typ obrobkových sklíčidel, mimo jiné vyrábí a dodává na trh společnost Kitagawa Europe, od které si pro inspiraci volím tříčelist'ové sklíčidlo B-210. Samostatné sklíčidlo neobsahuje hydraulický válec, který přeměňuje tlakovou energii na mechanický pohyb čelistí. Proto je nutné zvolit zvlášť hydraulický válec. Pro zvolené sklíčidlo výrobce doporučuje hydraulický válec S1875. Umístění tříčelist'ového sklíčidla a hydraulického válce na vřetenu je znázorněno na obrázku 25. Čelisti sklíčidla jsou ovládané pomocí plunžru, který je spojen s pístem prostřednictvím tažné trubky procházející vřetenem.

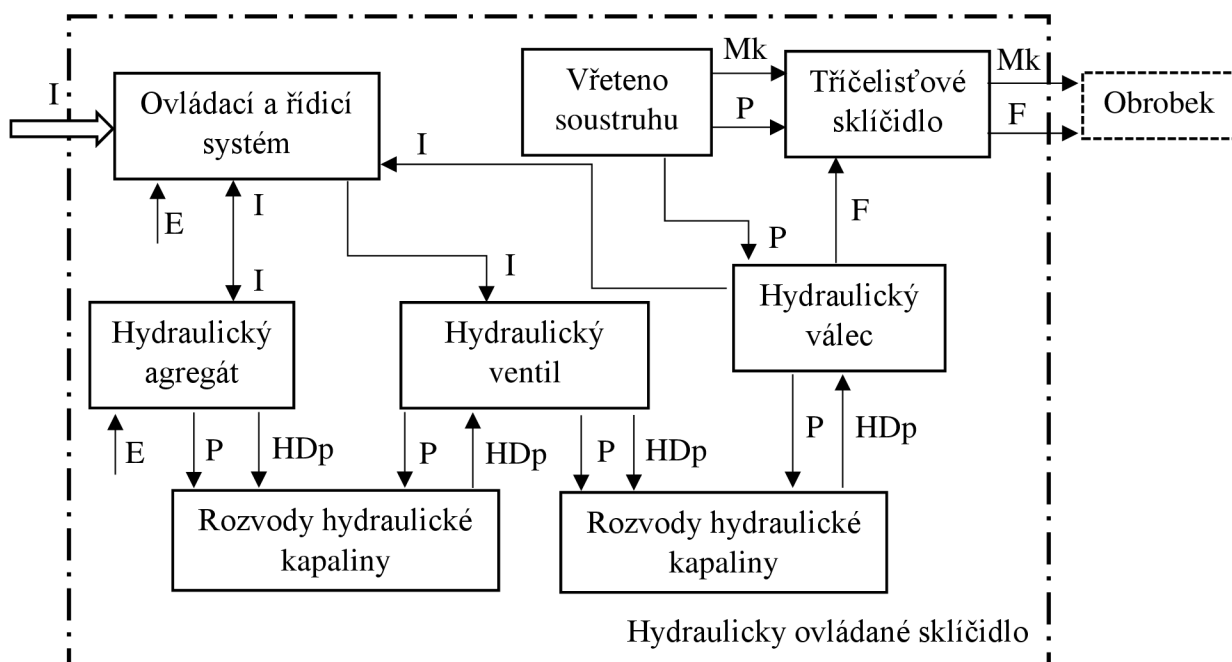
Po volbě hlavních částí upínacího zařízení je nutné si uvědomit, jaké další komponenty jsou potřeba pro funkčnost. Vzhledem ke zvolenému upínacímu zařízení je potřeba pohon pro hydraulický válec a také ovládací a řídicí systém. Pohon pro hydraulický válec se skládá z hydraulického agregátu a hydraulických ventilů. Hydraulický agregát je osazen asynchronním motorem, z čehož plyne, že motor bude řízen frekvenčním měničem. Pro ovládací a řídicí systém je volen SINUMERIK 840D sl, který je možné propojit s periferií SIMATIC ET 200M.



Obr. 25) Umístění komponentů hydraulicky ovládaného tříčelist'ového sklíčidla [50]

V prvním kroku je potřeba vytvořit blokový diagram (obr. 26), abychom zřetelně viděli, z jakých částí se upínací zařízení skládá. Poté ke každé části zařízení přiřadíme příslušné harmonizované normy a utřídíme požadavky stanovující těmito normami.

Dle blokového diagramu (obr. 26) stanovím požadavky na tříčelist'ové sklíčidlo, hydraulický válec, hydraulický ventil, hydraulický agregát, rozvody hydraulické kapaliny a ovládací a řídicí systém.



E – elektrická energie; I – informace; HDp – hydraulická kapalina pod tlakem; P – polohová vazba; F, Mk – silové vazby

Obr. 26) Blokový diagram hydraulicky ovládaného sklíčidla

9.1 Tříčelist'ové sklíčidlo

Na tříčelist'ové sklíčidlo se vztahuje norma ČSN EN 1550+A1:2009 stanovující bezpečnostní požadavky na obrobková sklíčidla, norma ČSN EN ISO 23125:2018 vztahující se na bezpečnost soustruhů a norma ČSN EN ISO 13849-2:2013 vztahující se na bezpečnostní části ovládacích systémů.

9.1.1 Požadavky plynoucí z ČSN EN 1550+A1:2009

Norma ČSN EN 1550+A1:2009 stanovuje bezpečnostní požadavky na obrobková sklíčidla, přičemž udává následující předpoklady, které musí být dodrženy při konstrukci tříčelist'ového sklíčidla:

- Tříčelist'ové sklíčidlo musí být kompatibilní s ovládacím zařízením (např. shodné připojovací rozměry, ovládací zařízení musí umožnit dostačující zdvih čelistí, apod.).
- Statické a dynamické vyvážení sklíčidla. Faktor jakosti vyvážení G se musí uvést v průvodní dokumentaci.
- Vlivem odstředivé síly nesmí dojít k vymrštění základních čelistí. Musí tomu být účinně zabráněno např. pojistnými kolíky.
- Obrobková sklíčidla převyšující hmotnost 20 kg musí obsahovat prostředky pro manipulaci např. závitové díry.
- Maximální otáčky u sklíčidel bez vyvažování nesmí přesáhnout otáčky, při kterých je vypočtená ztráta 67 % celkové změřené upínací síly před roztočením sklíčidla při použití běžných čelistí.
- Značení sklíčidla musí být zřetelné a neodstranitelné, musí obsahovat obchodní značku, výrobní číslo nebo typ, maximální dovolený krouticí moment nebo vstupní sílu, maximální statickou upínací sílu a maximální otáčky.

- Nástavce musí mít vyznačenou obchodní značku, výrobní číslo nebo typ. [43]

9.1.2 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23125:2018

Norma ČSN EN ISO 23125:2018 vztahující se na bezpečnost soustruhů, stanovuje vzhledem k tříčelistovému sklíčidlu tyto požadavky:

- Sklíčidlo musí mít zřetelně vyznačenou jeho nejvyšší pracovní rychlost.
- Sklíčidlo musí být přichyceno k vřetenu způsobem, který stanovují následující normy ČSN ISO 702-1:2010, ČSN ISO 702-2:2010, ČSN ISO 702-3:2010 a ČSN ISO 702-4:2010.
- Musí být snímána rychlost sklíčidla (např. snímačem otáček na vřetenu), aby nebyla překročena maximální pracovní rychlost sklíčidla nebo bylo zamezeno ručnímu odepínání či upínání obrobku při rotaci sklíčidla.
- Upínací síla musí být zachována po celou dobu rotace vřetena (např. samosvorným mechanismem nebo zpětným ventilem v hydraulickém obvodu).
- Musí být snímán zdvih čelistí, aby byl zajištěn potřebný zdvih pro upnutí obrobku (např. pomocí indukčního snímače, který snímá pohyb tažné trubky).
- Pro ruční vkládání nebo vyjímání obrobků musí být zabezpečena ochrana, aby nedošlo k zachycení prstů (např. zdvih čelistí nesmí převyšovat 4 mm nebo použití ochranného krytu s ohledem na bezpečné vzdálenosti).
- Monitorování rychlosti musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = d$.
- Ovládací systém pro upínání obrobku musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = b$. [39]

9.1.3 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 13849-2:2013

Norma ČSN EN ISO 13849-2:2013 vztahující se na bezpečnostní části ovládacích systémů, vzhledem k tříčelistovému sklíčidlu udává následující požadavky vycházející z přílohy A, která se vztahuje na mechanické systémy:

- Při konstrukci musí být dodrženy základní a osvědčené bezpečnostní zásady (správná volba materiálu, správné dimenzování, vhodné upevnění – použití vhodného krouticího momentu pro šroubový spoj, apod.).
- Při konstrukci musí být využity osvědčené součásti (např. normalizované šrouby nebo součásti, které jsou prokazatelně osvědčené z dřívějšího používání). [45]

9.2 Hydraulický válec

Základní požadavky, které musí splňovat hydraulický válec pro ovládání sklíčidla, udává norma ČSN EN 1550+A1:2009 zabývající se bezpečnostními požadavky na obrobková sklíčidla a norma ČSN EN ISO 23125:2018 vztahující se na bezpečnost soustruhů. Jelikož se jedná o hydraulický prvek, tak také musí být konstruován dle požadavků uvedených v normě ČSN EN ISO 4413:2011, která se zabývá bezpečností hydraulických systémů a jejich prvků.

9.2.1 Požadavky plynoucí z ČSN EN 1550+A1:2009

Norma ČSN EN 1550+A1:2009 vztahující se na bezpečnost obrobkových sklíčidel, stanovuje vzhledem k hydraulickému válci tyto požadavky:

- Hydraulický válec musí být kompatibilní se sklíčidlem (např. musí mít dostatečnou pracovní sílu a potřebný zdvih pro upnutí).

- Hydraulický válec musí být opatřen zařízením, které zabezpečí, aby upínací síla působila účinně (např. snímačem polohy před koncem zdvihu a měřením tlaku hydraulické kapaliny).
- V případě závady v dodávce energie k hydraulickému válci musí být použito zařízení, které udrží potřebný tlak po stanovenou dobu výrobcem (např. použití zpětných ventilů).
- Značení hydraulického válce musí být zřetelné a neodstranitelné, musí obsahovat obchodní značku, výrobní číslo nebo typ, maximální otáčky a maximální pracovní sílu. [43]

9.2.2 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23125:2018

Norma ČSN EN ISO 23125:2018 vztahující se na bezpečnost soustruhů, stanovuje vzhledem k hydraulickému válci tento požadavek:

- Upínací síla pro bezpečné upnutí musí být udržována do doby, než dojde k úplnému zastavení vřetene (např. použitím zpětného ventilu).
- Ovládací systém pro upínání obrobku musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = b$. [39]

9.2.3 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011

Norma ČSN EN ISO 4413:2011 určující bezpečnostní požadavky pro hydraulické systémy a hydraulické součásti, udává vzhledem k hydraulickému válci následující požadavky vycházející převážně z kapitol pro konstrukci válců, pístnic a těsnění:

- Musí být zabráněno ohýbání nebo odchýlení pístnice v kterékoliv poloze.
- Válec musí odolávat očekávanému maximálnímu zatížení a špičkovým tlakům.
- Válec musí být připojen tak, aby odolával všem jmenovitým zatížením.
- Všechny komponenty musí být připevněny k válci tak, aby vlivem rázů a vibrací nedošlo k uvolnění.
- Válec musí být připevněn tak, aby reakce na zatížení byla podél osy válce.
- Připojovací místa nesmí nijak deformovat válec a musí zabezpečit vůli pro tepelné rozpínání. Válec musí být upevněn tak, aby nebránil přístupu při údržbě.
- Součásti pro upevnění válce musí zachytit veškeré předpokládané síly.
- Materiál pro pístnici musí odolávat korozi, předpokládanému poškození, které může vzniknout nárazem a musí minimalizovat opotřebení.
- Pístnice má být chráněna před korozi, poškrábáním apod.
- Píst musí být bezpečně a účinně připevněn k pístnici.
- Těsnění nebo součásti, které podléhají opotřebení, mají být lehce vyměnitelné.
- Těsnící materiály musí být kompatibilní s hydraulickou kapalinou, okolními materiály a prostředím, které na ně působí.
- Hydraulický válec převyšující hmotnost 15 kg musí obsahovat prostředky pro manipulaci zdvihacími zařízeními. [46]

9.3 Hydraulický ventil

Hydraulický ventil řídí průtok kapaliny do hydraulického válce. Na tento ventil se vztahuje norma ČSN EN ISO 4413:2011.

9.3.1 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011

Norma ČSN EN ISO 4413:2011 zabývající se hydraulickými systémy a jejich součástmi, stanovuje následující požadavky, které se týkají ventilů:

- Při volbě ventilu se musí brát v úvahu prostředí, funkce, těsnost a požadavky na údržbu a seřízení.
- Přednostně volit ventily uchycené na povrchu nebo kazetové ventily.
- Při připojení ventilu se musí vzít v úvahu:
 - podpěra, aby byla nezávislá na potrubí,
 - přístupnost při opravě, seřízení nebo demontáži,
 - rázy, vibrace nebo gravitace,
 - vůle pro přístup náradí,
 - zamezení pro nesprávné připojení,
 - zabránění poškození,
 - orientace, aby bylo zabráněno shromáždění vzduchu nebo bylo umožněno vyloučení vzduchu.
- Rovinnost přípojných ploch pro rozvodné části a úprava rozvodné části musí být provedena podle reference od výrobce.
- Rozvodné části nesmí selhat účinkem deformace, jestliže pracují v předpokládaných mezích tlaků a teplot.
- Připojení rozvodných částí musí být bezpečné.
- Rozvodné části nesmí nechtěně minimalizovat tlak (musí mít dostatečný průtok kapaliny) a nesmí obsahovat cizí tělesa (třísky, otřepy, apod.) aby nezamezovali průtoku nebo nezapříčinili chybnou funkci.
- Musí být provedena identifikace rozvodných částí.
- Elektrická připojení ventilů musí být podle požadavků ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007 a musí splňovat patřičný stupeň ochrany.
- Solenoid musí být volen tak, aby zvládl správné ovládání ventilu při určených podmínkách.
- Je-li použito nadřazené ovládání ventilu, musí být navrženo tak, aby snižovalo riziko neúmyslného ovládání.
- Umožňuje-li ventil nastavení, musí být toto nastavení zajištěno, zamknuto nebo musí zabránit nastavení mimo bezpečnou mez. [46]

9.4 Hydraulický agregát

Hydraulický agregát se skládá z nádrže, motoru, pumpy, filtru, přepouštěcího ventilu a popřípadě dalších součástí. Tyto součásti bývají pořízeny nákupem a z toho důvodu již splňují bezpečnostní požadavky, které udávají bezpečnostní normy. Proto budou uvedeny pouze základní požadavky, jež mají být splněny. Požadavky na hydraulický agregát, který je určen pro pohon upínacího zařízení, udávají normy ČSN EN ISO 23125:2018 vztahující se na bezpečnost soustruhů, ČSN EN ISO 4413:2011 zabývající se bezpečností hydraulických systémů a jejich součástmi a ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007 vymezující všeobecné požadavky na elektrická zařízení strojů.

9.4.1 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23125:2018

Norma ČSN EN ISO 23125:2018 vztahující se na bezpečnost soustruhů, stanovuje vzhledem k hydraulickému agregátu následující požadavky:

- V případě výpadku hydraulického agregátu musí být udržena spouštěcí síla potřebná pro upnutí obrobku (např. použitím akumulátoru tlakové kapaliny).
- Hydraulický agregát musí být vybaven monitorováním tlaku hydraulické kapaliny.
- Ovládací systém pro upínání obrobku musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = b$. [39]

9.4.2 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011

Norma ČSN EN ISO 4413:2011 zabývající se bezpečností hydraulických systémů a jejich součástmi, stanovuje následující základní požadavky, které se vztahují na hydraulický agregát:

- Hydraulický agregát musí obsahovat pojistný ventil, aby nedošlo k překročení provozního tlaku.
- Musí být splněn rozsah pracovního tlaku, průtoku, teploty. Také se musí vzít v úvahu druh hydraulické kapaliny.
- Montážní celky převyšující hmotnost 15 kg musí být vybaveny částmi pro zdvihání (např. závitovými otvory).
- Nakupované součásti volit dle mezinárodních norem.
- Přípojné části omezit na co nejnižší počet skupin norem.
- Těsnicí materiály musí být kompatibilní s použitou hydraulickou kapalinou a okolním prostředím.
- Součásti musí být odolné proti nežádoucím účinkům hydraulické kapaliny.
- Nádrž hydraulického agregátu musí obsahovat prostředky pro měření teploty kapaliny (např. teplotní senzory).
- Pro kontrolu čistoty kapaliny je žádoucí hydraulický systém vybavit zařízením k získání vzorku kapaliny (např. ventilem pro odběr kapaliny).[46]

Speciální požadavky na hydraulická čerpadla:

- Hydraulická čerpadla musí být připevněna tak, aby
 - byly přístupné při údržbě,
 - nevznikaly nesouososti hřídelí (při pracovním cyklu),
 - vzniklá radiální a axiální zatížení byla v předpokládaných hodnotách,
 - přípojky pro kapalinu byly správně připojeny,
 - dodávala kapalinu od vstupu k výstupu a všechny části rotovaly vyznačeným směrem,
 - byly vzniklé vibrace tlumeny.
- Spojky a jejich části musí umožnit stálý přenos maximálního krouticího momentu.
- Jestliže je spojka během provozu přístupná, musí být zakrytována.
- Nesmí dojít k překročení maximálních otáček.
- Připojovací otvory a odvzdušnění musí být upevněno tak, aby bylo zabráněno vniknutí vzduchu.
- Čerpadla musí být namontována tak, aby
 - správnou volbou potrubí bylo zabráněno vnějším unikům kapaliny (nepoužívat kuželové závitky nebo mechanismy požadující těsnicí látky),
 - nedošlo ke ztrátě mazání při nečinnosti čerpadla,

- hodnota tlaku u připojovacího otvoru nebyla nižší, než je stanovena dodavatelem. [46]

Speciální požadavky pro konstrukci nádrží:

- Velikost nádrže musí být tak velká, aby obsáhla veškerou tekutinu z celého systému.
- Nádrž musí udržovat bezpečnou pracovní výšku hydraulické kapaliny při pracovním cyklu.
- Nádrž musí obsahovat potřebný prostor pro tepelnou expanzi a odlučování vzduchu.
- Nádrž musí být instalována nad zařízením, které pohltí případný únik kapaliny (např. zachytná mísa).
- Nádrž musí umožňovat pasivní chlazení (např. oběhové chlazení). V případě nedostatečného pasivního chlazení musí být využito aktivní chlazení (např. výměníky tepla).
- Nádrž má zabezpečit pomalou recirkulační rychlost, aby došlo k uvolnění vzduchu z kapaliny a vyloučení těžkých kontaminujících hmot.
- Vraccující se tekutina do nádrže musí být oddělena přepážkami. Přepážky nemohou zabraňovat čištění nádrže.
- Poloha nádrže musí být nejméně 150 mm nad zemí pro snadnější vypouštění a odvod tepla (např. použitím čtyř podpěrných noh).
- Víko nádrže musí být bezpečně připevněno k tělesu nádrže a musí zabránit znečištění kapaliny a nesmí shromažďovat vnější nečistoty.
- Sací vedení musí být v souladu se vstupními charakteristikami čerpadla a nainstalováno tak, aby nejnižší provozní hladina kapaliny neklesla pod sací koš.
- Zpětné vedení musí být umístěno pod minimální hladinu kapaliny a musí umožňovat správnou cirkulaci kapaliny, aby nedocházelo ke vstupu vzduchu.
- Konstrukce nádrže musí snižovat usazování nečistot v hydraulické kapalině.
- Jsou-li v nádrži demontovatelné součásti, musí být zamezeno neúmyslnému uvolnění.
- Přístupové víko musí být demontovatelné a odstranitelné jednou osobou a nesmí zamezovat přístup do vnitřního prostoru.
- Vyměnitelné vnitřní komponenty musí být lehce demontovatelné.
- Nádrž musí jít lehce vyprázdnit i v smontované poloze a musí být tvarovaná tak, aby došlo k úplnému vyprázdnění.
- Nádrže musí obsahovat indikátor hladiny kapaliny s danou spodní a horní hladinou (např. olejznak nebo senzor hladiny).
- Místo plnění musí být zřetelně a trvale vyznačeno a opatřeno těsnícím víčkem.
- Pro přívod vzduchu do nádrže musí být použity větrací filtry s indikací požadované výměny. [46]

Speciální požadavky kladené na filtraci kapaliny:

- Pro docílení požadované čistoty kapaliny se musí použít hlavní filtr (např. tlakový filtr).
- Filtr se instaluje buď do tlakového, zpětného nebo pomocného vedení.
- Filtr musí indikovat potřebnou údržbu.
- Zvolený filtr musí odolávat rozdílným tlakům při předvídaném průtoku a viskozitě kapaliny.
- U sacího potrubí se pouze používají povrchové filtry nebo clony, tato filtrace se nepoužívá jako hlavní filtrační systém. [46]

Požadavky na ventily:

Musí být dodrženy stejné požadavky, které jsou již uvedeny v kapitole 9.3 zabývající se požadavky pro hydraulické ventily.

9.4.3 Požadavky plynoucí z ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007

Norma ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007 vymezující všeobecné požadavky na elektrická zařízení strojů, určuje tyto hlavní požadavky, které musí být dodrženy při volbě elektrického motoru pro pohon hydraulického čerpadla:

- Jestliže hrozí překročení jmenovité hodnoty proudu, musí být motor opatřen ochranou proti nadproudům.
- Pokud má zvolený motor jmenovitý výkon nad 0,5 kW, musí být opatřen ochranou proti nadměrnému oteplení (např. ochranou proti přetížení)
- Aby nebyly přesaženy mechanické otáčky, musí být provedena ochrana proti nadměrným otáčkám (např. odstředivý spínač nebo hlídač mezních otáček).
- Kryt motoru musí mít stupeň ochrany minimálně IP23.
- Montážní sestavení motoru musí umožnit demontáž přidružených součástí a přístupnost ke všem svorkovnicím.
- Při volbě motoru se zejména musí uvážit:
 - typ motoru (např. asynchronní motor),
 - řízení motoru (např. frekvenční měnič),
 - parametry motoru (musí být voleny dle požadavků na pohon hydraulického čerpadla),
 - vliv provozu (např. s konstantním výkonem),
 - mechanické vibrace. [48]

9.5 Rozvody hydraulické kapaliny

Rozvody hydraulické kapaliny jsou důležitou součástí hydraulického systému pro dopravu tlakové kapaliny mezi jednotlivými součástmi. Na rozvody hydraulické kapaliny se vztahuje norma ČSN EN ISO 4413:2011.

9.5.1 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 4413:2011

Norma ČSN EN ISO 4413:2011 zabývající se hydraulickými systémy a jejich součástmi, stanovuje následující požadavky týkající se rozvodů hydraulické kapaliny:

- Rychlost kapaliny, tlak a teplota musí být udržována ve stanovených mezích v celém systému.
- Co nejnižší počet spojů trubek (např. místo kolena použít ohebnou trubku).
- Pro vedení tlakové kapaliny přednostně používat trubky. Hadice používat pouze v případě, pokud to vyžadují mechanické důvody (např. tlumení vibrací, přizpůsobením pohybům, apod.).
- Potrubí nesmí být vystaveno vnějšímu zatížení a musí být instalováno tak, aby nebylo možné jej použít jako schod.
- Potrubí nesmí sloužit jako podpěra součástí.
- Přípojky potrubí musí být přístupné, aby se daly dotáhnout momentovým klíčem.
- Potrubí musí být značeno, aby nedošlo k chybnému připojení.
- Používat pouze přípojky s elastomerním těsněním.
- Přípojky musí být voleny s ohledem na maximální pracovní tlak v části systému.

- Trubky musí být vyrobeny z oceli a musí pro ně být proveden výpočet jmenovitého pracovního tlaku.
- Trubky musí být podepřeny a nesmí být poškozeny podpěrami. Pro průměr trubek 10 mm až 25 mm mají být podpěry instalovány ve vzdálenosti 100 mm od připojení, 900 mm mezi podpěrami na rovném vedení a 200 mm od ohybu.
- Sestavy hadic musí být voleny tak, aby vydržely nejvyšší pracovní tlak.
- Hadice nemohou být ostře ohýbány (nejmenší ohyb stanoví výrobce) ani napínány.
- Hadice musí být instalovány tak, aby bylo sníženo odírání povrchu hadice a bylo minimalizováno torzní vychýlení.
- Jestliže váha sestavy hadic způsobuje napětí, musí být podepřeny.
- Hrozí-li švihání hadic z důvodu poškození, musí být sestava hadic přidržována nebo opatřena ochrannými prostředky. Není-li možné tomuto riziku zabránit, musí být uvedeny informace o zbytkových rizicích.
- Hrozí-li vystříknutí kapaliny z důvodu poškození, musí být sestavy hadic vhodným způsobem zakrytovány. Není-li možné tomuto riziku zabránit, musí být uvedeny informace o zbytkových rizicích. [46]

9.6 Ovládací a řídicí systém

Na ovládací a řídicí systém pro stanovené upínací zařízení udává konkrétní požadavky norma ČSN EN ISO 23125:2018 zabývající se bezpečností soustruhů. Jelikož se jedná o bezpečnostní ovládací systémy, tak nesmí být opomenuta norma ČSN EN ISO 13849-1:2017 stanovující zásady pro bezpečnostní části systémů a norma ČSN EN ISO 13849-2:2013, která je zaměřena na ověřování platnosti bezpečnostních částí systémů.

9.6.1 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 23125:2018

Norma ČSN EN ISO 23125:2018 zabývající se bezpečností soustruhů, stanovuje vzhledem k ovládacímu a řídicímu systému tyto požadavky:

- Pokud se vřeteno otáčí, nesmí být umožněno ruční spuštění otevírání nebo uzavírání sklíčidla.
- Z hlediska programovatelné rychlosti vřetena, stroj musí umožňovat vložení nebo ověření maximální pracovní rychlosti vřetena a musí brát v ohled maximální pracovní rychlost sklíčidla a maximální rychlost obrobku v seřizovacím režimu. Nastane-li porucha při vložení nebo ověření těchto rychlostí, při jakékoliv změně programu, musí být zabráněno chodu stroje v automatickém režimu. Musí být umožněno monitorování pomalé rychlosti a nesmí být přesažena. (Monitorování omezení rychlosti vřetena musí splňovat $PL_r = d$ v souladu s ČSN EN ISO 13849-1:2017).
- Musí být zabezpečeno monitorování ovládací síly (např. monitorování hydraulického tlaku). V případě nedosažení potřebné ovládací síly, musí být zamezeno spuštění vřetene.
- Musí být zabezpečeno monitorování zdvihu čelistí, aby byl zajištěn dostatečný zdvih pro upnutí obrobku. V případě nedosažení potřebného zdvihu čelistí, musí být zamezeno spuštění vřetene.
- Pro ovládací systém upínání obrobku je požadovaná úroveň vlastností $PL_r = b$ v souladu s ČSN EN ISO 13849-1:2017.

- V případě, že se vřetenem otáčí a upínací síla nebo zbývající zdvih potřebný pro upnutí se zmenší pod nastavenou hodnotu, musí být zabezpečeno zastavení stroje kategorie 1 v souladu s ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007.
- Musí být umožněn (pro zahřívání, plnění stroje a dokončování výroby) provoz stroje bez obrobku a to pouze v automatickém režimu s uzavřeným ochranným krytváním stroje. V tomto případě je možné vyřadit monitorování upnutí obrobku (např. speciálními klíči, NC podprogramy nebo ovládním přístupu).
- Musí být zabezpečeno, aby u ručního zakládání a vyjímání obrobků nedošlo k zachycení prstů (např. nastavením zdvihu čelistí nepřevyšující 4 mm nebo inkrementálními pohyby nepřevyšující 4 mm). [39]

9.6.2 Požadavky plynoucí z ČSN EN ISO 13849-1:2017-2:2013

Bezpečnostní funkce musí být navrženy v souladu s normami ČSN EN ISO 13849-1:2017 a ČSN EN ISO 13849-2:2013, které se zabývají bezpečností ovládacích systémů a udávají následující požadavky na tyto systémy:

- Úroveň vlastností PL musí být větší nebo rovna požadované úrovni vlastností PL_r. [44]
- Mechanické systémy musí být navrženy s ohledem na základní a osvědčené bezpečnostní zásady (jako je vhodná volba materiálů, konstrukce, uspořádání; vhodné upevnění – použití potřebného krouticího momentu; omezení posunutí; monitorování rychlosti; apod.).
- Při konstrukci se musí využívat osvědčené součásti (např. šrouby, pružiny, apod.).
- Není dovoleno používat zásadu odpojení energie u upínacího zařízení, aby nedošlo ke ztrátě upínací síly a k vyvrstvení obrobku.
- Hydraulické systémy musí být navrženy s ohledem na základní a osvědčené bezpečnostní zásady (jako je volba vhodných materiálů, správné dimenzování, omezení tlaku – pojistné ventily, omezení rychlosti – škrťací ventily, filtrace kapaliny, omezení síly – tlakovým ventilem, apod.).
- Při konstrukci hydraulických systémů je žádoucí využívat osvědčené součástky (tyto součástky musí být v souladu s normou ČSN EN ISO 13849-1:2017 a ČSN EN ISO 4413:2011). [45]

V našem případě nám požadovanou úroveň vlastností pro bezpečnostní ovládací systémy udává norma ČSN EN ISO 23125:2018, která se zabývá bezpečností pro soustruhy. Pokud by ji neudávala, musela by se odhadnout dle postupu v normě ČSN EN ISO 13849-1:2017, jenž se vztahuje na bezpečnost ovládacích systémů.

10 POŽADAVKOVÉ LISTY

Požadavkové listy slouží pro konstruktéra jako návod pro vytvoření bezpečné součásti nebo strojního zařízení. Udávají výpis bezpečnostních požadavků, které jsou stanoveny v mezinárodních harmonizovaných normách pro konstrukci daného zařízení.

V mém případě byly vypracovány požadavkové listy pro hydraulicky ovládané sklíčidlo určené pro použití na CNC soustruhu. Tyto požadavkové listy vychází z utříděných informací v kapitole 9. Ke každému požadavku je uveden článek, který se zabývá tímto požadavkem v mezinárodní harmonizované normě.

Z důvodu opakujících se informací a rozměrů jsou požadavkové listy umístěny v příloze. Zde je možné pouze vidět názornou ukázkou (viz tab. 1) v jakém stylu byly požadavkové listy vypracovány.

Rozdělení požadavkových listů dle komponent:

- Tříčelist'ové sklíčidlo (příloha 1).
- Hydraulický válec (příloha 2).
- Hydraulický ventil (příloha 3).
- Hydraulický agregát (příloha 4).
- Rozvody hydraulické kapaliny (příloha 5).
- Řídicí a ovládací systém (příloha 6).

Tab 1) Příklad požadavkového listu

Požadavkový list pro hydraulický válec			1/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
1.	Hydraulický válec musí být kompatibilní se sklíčidlem (např. musí mít dostatečnou pracovní sílu a potřebný zdvih pro upnutí). (článek 5.1 a) v ČSN EN 1550+A1:2009)		
2.	Hydraulický válec musí být opatřen zařízením, které zabezpečí, aby upínací síla působila účinně (např. snímačem polohy před koncem zdvihu a měřením tlaku hydraulické kapaliny). (článek 5.2.1 v ČSN EN 1550+A1:2009)		

11 BEZPEČNÉ UPNUTÍ OBROBKU V HYDRAULICKY OVLÁDANÉM SKLÍČIDLE

Při vytváření bezpečnostní aplikace se musí uvážit závažnost a četnost rizika, které může nastat. Každé riziko je nutné eliminovat nebo v nejlepším případě celkově odstranit. Při návrhu se nesmí opomenout bezpečnost samotné bezpečnostní aplikace, aby nevytvářela další potencionální nebezpečí.

Jelikož při upínání obrobků hrozí riziko vymrštění obrobku, např. z důvodu ztráty upínací síly, navrhuji bezpečnostní aplikaci pro bezpečné upnutí obrobku v hydraulicky ovládaném sklíčidle. Tato aplikace může být využita jak u svislého, tak i u vodorovného CNC soustruhu.

11.1 Hlavní bezpečnostní požadavky

Navrhovaná bezpečnostní aplikace se bude převážně zabývat následujícími významnými bezpečnostními požadavky pro bezpečné upnutí obrobku v hydraulicky ovládaném sklíčidle. Za předpokladu, že všechny komponenty jsou vyrobeny dle harmonizovaných mezinárodních norem, nejsou uvažovány požadavky na jednotlivé komponenty.

11.1.1 Ovládací systém

Pro ovládací systém upínání obrobku je požadovaná úroveň vlastností $PL_r = b$. Proto je žádoucí, aby úroveň vlastností celého ovládacího systému byla větší nebo rovna požadované úrovni vlastností. Toho je možné docílit vhodnou volbou architektury ovládacího systému. Ovládací systém navržený podle kategorie 1 umožňuje dosáhnout úrovně vlastností $PL = c$ za předpokladu, že ovládací systém bude konstruován z osvědčených komponentů a podle osvědčených bezpečnostních zásad. Střední doba do nebezpečné poruchy každého kanálu $MTTF_D$ musí být dlouhá. V kategorii 1 není vyžadováno diagnostické pokrytí ($DC_{avg} = \text{žádné}$) a nemusí se brát v úvahu porucha se společnou příčinou CCF. [39, 44]

11.1.2 Monitorování ovládací síly

Musí být zabezpečeno monitorování ovládací síly, aby bylo patrné, že je obrobek upnut dostatečnou silou. V případě nízké upínací síly nesmí být povoleno spuštění otáčení vřetena. Monitorování ovládací síly se realizuje pomocí snímání tlaku hydraulické kapaliny pomocí tlakových snímačů umístěných v dopravním vedení hydraulické kapaliny směrem k hydraulickému válci. [39]

11.1.3 Monitorování zdvihu čelistí

Musí být zabezpečeno monitorování zdvihu čelistí, aby byl zajištěn dostatečný zdvih pro upnutí obrobku. V případě nedosažení potřebného zdvihu čelistí, nesmí být povoleno spuštění otáčení vřetena. Přímé monitorování čelistí by bylo konstrukčně náročné a nákladné, proto se používá snímání polohy detekčního kroužku pomocí indukčního snímače. Detekční kroužek bývá zpravidla umístěn na tažné trubce pro ovládání otevírání a uzavírání sklíčidla nebo je spojen s pístnicí hydraulického válce. Pomocí indukčního snímače není možné spolehlivě určit, jestli je obrobek bezpečně upnut. Používá se pouze pro identifikaci krajních poloh, ve kterých nemusí dojít k bezpečnému upnutí. [39]

11.1.4 Ruční upínání obrobků

Při ručním upínání obrobku nesmí dojít k zachycení nebo stlačení prstů z důvodů pohybujících se čelistí. Jedním z řešení, jak toto riziko minimalizovat je omezení rychlosti pohybu čelistí nepřesahující 4 mm/s. Omezení rychlosti se dá lehce realizovat prostřednictvím montáže škrtících ventilů před hydraulický válec. [39]

11.1.5 Uchování upínací síly

Upínací síla musí být zachována i v případě výpadku dodávky energie, proto je žádoucí hydraulický systém vybavit zařízením, jenž zamezí pokles tlaku hydraulické kapaliny v dopravním potrubí pro hydraulický válec. Toto je možné vyřešit elektromagnetickým hydraulickým ventilem 4/3, který je v hlavní poloze uzavřen. V případě výpadku dodávky elektrické energie dojde k uzavření hydraulického ventilu pomocí pružiny. [39]

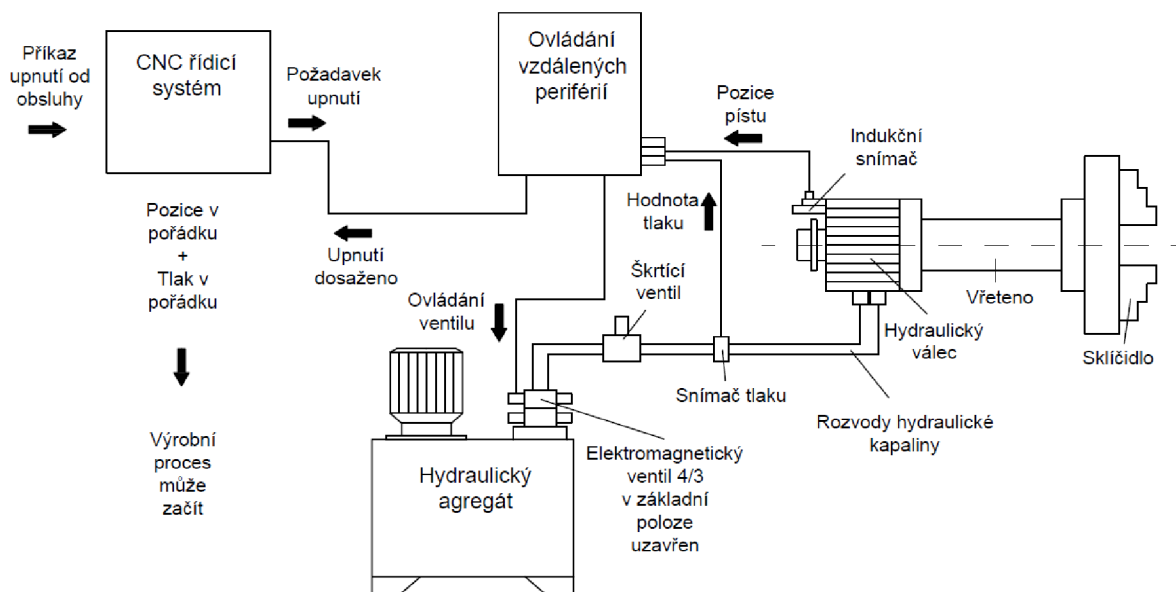
11.1.6 Monitorování rychlosti vřeten

Monitorování rychlosti vřeten je důležité, aby nedošlo k překročení maximální rychlosti sklíčidla a vlivem odstředivé síly k uvolnění obrobku. Také nesmí být umožněno otevírání a uzavírání sklíčidla v případě, že se otáčí. Monitorování rychlosti vřeten musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = d$. [39]

Tímto požadavkem se diplomová práce nezabývá, je pouze uveden proto, aby v případě inspirace pro další projekty nebyl opomenut.

11.2 Základní princip bezpečnostní aplikace

Na obrázku 27 je znázorněn princip zabezpečující správné upnutí obrobku. Obsluha CNC stroje pomocí ovládacího tlačítka dá příkaz pro upnutí obrobku CNC řídicímu systému. Tento systém pře pošle příkaz do jednotky pro ovládání vzdálených periférií, která ovládá hydraulický ventil 4/3, snímá polohu pístu hydraulického válce a hodnotu tlaku v dopravním vedení k hydraulickému válci. V případě, že upnutí proběhlo v pořádku a monitorované parametry jsou ve stanovených mezích, řídicí systém umožní spuštění rotace vřeten a výrobního procesu.



Obr. 27) Návrh řízení hydraulicky ovládaného sklíčidla

Snímání pozice hydraulického pístu se provádí pomocí detekčního kroužku a indukčního snímače pro lineární polohování. Snímač pouze udává, jestli se píst hydraulického válce nenachází v krajní poloze. Je-li signalizována krajní poloha, nesmí být umožněno spuštění otáčení vřetena, protože hrozí velké riziko nedostatečného upnutí obrobku a následné vymrštění. Poloha správného upnutí se nachází mezi krajní polohou úplného otevření a uzavření čelistí sklíčidla, za předpokladu správné hodnoty tlaku hydraulické kapaliny v dopravním vedení.

Aby bylo patrné správné upnutí obrobku je zapotřebí snímat tlak hydraulické kapaliny v dopravním vedení k hydraulickému válci. Jelikož upnutí obrobku může být provedeno za vnitřní nebo vnější průměr, je žádoucí snímač hydraulického tlaku instalovat do vedení hydraulické kapaliny pro vysunutí i zasunutí hydraulické pístnice. Také je nutné tento snímač instalovat na dopravní vedení hned před hydraulický válec za všechny součástky, které by mohly způsobit v případě poruchy nebo ucpání chybnou signalizaci tlaku.

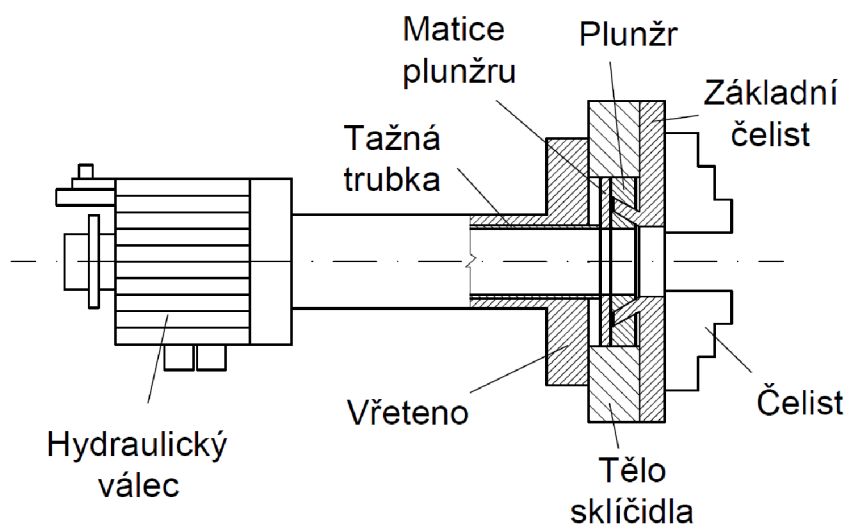
V případě výpadku dodávky energie musí být upínací síla udržena, což je realizováno prostřednictvím elektromagnetického hydraulického ventilu 4/3 se základní polohou, ve které je uzavřen a neumožní uvolnění tlaku hydraulické kapaliny.

Jelikož se jedná o upínací zařízení, do kterého je obrobek vkládán ručně a pomocí tlačítka na panelu je dáván příkaz k upnutí, musí být provedeno opatření zamezující zachycení nebo stlačení prstů. V tomhle případě je použit škrtkový ventil nastavený manuálně na určitou hodnotu tak, aby nebyla překročena rychlost pohybu čelistí 4 mm/s za předpokládaných podmínek.

Mechanický princip upínání

Pro snímání polohy je také potřebné znát, v které části se nachází otevřená či uzavřená poloha. Na obrázku 28 jsou popsány a znázorněny hlavní části, z nichž vyplývá princip upínání obrobku.

Tažná trubka procházející vřetenem spojuje mechanismus sklíčidla s pístnicí hydraulického válce. V případě vysouvání tažné trubky směrem ke sklíčidlu dochází k rozevírání čelistí pomocí plunžru, jenž je spojen s tažnou trubkou prostřednictvím matice plunžru. Uzavírání čelistí je dosaženo pohybem tažné trubky směrem od sklíčidla.



Obr. 28) Hlavní části hydraulicky ovládaného sklíčidla

11.3 Pravdivostní tabulka

Pravdivostní tabulka znázorňuje jednoduchý zápis vstupních veličin v závislosti na výstupní veličině. Ke každé vstupní a výstupní veličině se přiřazuje číslo 0 nebo 1 pro znázornění stavu.

Tabulka 2 stanovuje, za jakých podmínek je signalizováno bezpečné upnutí obrobku. Mezi vstupní parametry patří:

- Pozice pístu hydraulického válce (P), kde:
 - 0 – je pozice v krajních polohách
 - 1 – je bezpečná poloha mezi úplným otevřením a uzavřením čelistí
- Tlak hydraulické kapaliny v obou směrech vedení (SP 1 – tlak ve vedení pro otevírání sklíčidla, SP 2 – tlak ve vedení pro uzavírání sklíčidla), kde:
 - 0 – značí nedostatečný tlak
 - 1 – značí správný tlak pro bezpečné upnutí

Výstupní parametr popisuje upnutí obrobku (U), kde 0 – značí, že obrobek není správně upnut a 1 – značí správné upnutí obrobku.

Tab 2) Pravdivostní tabulka pro správné upnutí obrobku

P	SP 1	SP 2	U	Upnuto
0	0	0	0	NE
0	0	1	0	NE
0	1	0	0	NE
0	1	1	0	NE
1	0	0	0	NE
1	0	1	1	ANO
1	1	0	1	ANO
1	1	1	0	NE

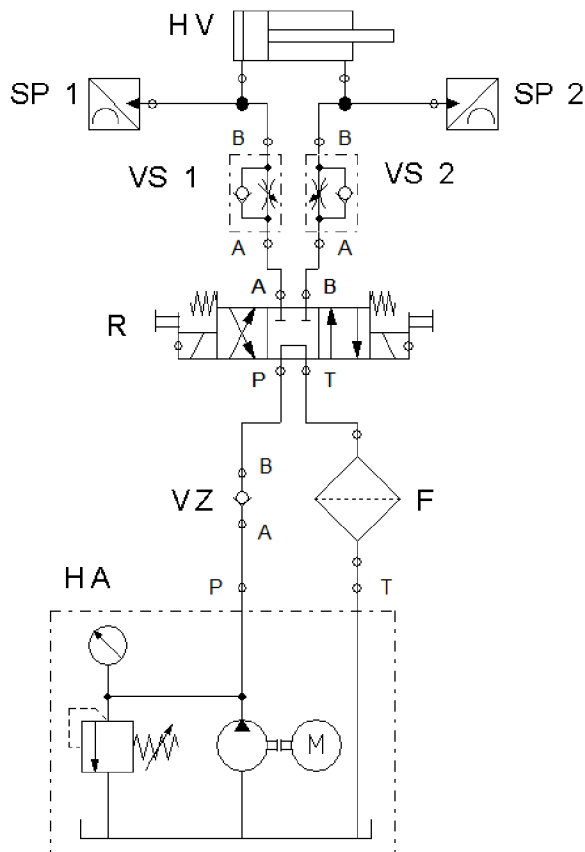
Z pravdivostní tabulky je patrné, že správné upnutí obrobku může být signalizováno pouze v případě dosažení bezpečné polohy mezi úplným otevřením a uzavřením čelistí, je-li správný tlak hydraulické kapaliny pouze v jednom vedení (buď ve vedení pro otevírání sklíčidla, nebo pro uzavírání). V případě stavu, dle posledního řádku pravdivostní tabulky, kde je signalizován správný tlak v SP 1 a zároveň v SP2, nesmí dojít k signalizaci správného upnutí z důvodu poruchy, která tento stav zapříčinila.

11.4 Návrh hydraulického obvodu

Na obrázku 29 je vyobrazeno navrhované schéma pro zapojení hydraulických součástí pro ovládání hydraulického válce (HV). Jak již bylo popsáno v kapitole 11.2, hydraulický obvod musí obsahovat snímač tlaku kapaliny (SP 1 a SP 2) v obou směrech, elektromagnetický ventil 4/3 se základní uzavřenou polohou z důvodu uchování ovládací síly v případě výpadku energie a škrťací ventily (VS 1 a VS 2) pro omezení rychlosti. Dále hydraulický obvod obsahuje hydraulický agregát (HA) sestaven z elektrického motoru, hydraulického generátoru, přepouštěcího ventilu a manometru. Aby nedošlo k poškození hydraulického čerpadla vlivem zpětného tlaku je bezprostředně za hydraulickým agregátem (HA) instalován zpětný ventil

(VZ). Také je důležité odstraňovat nečistoty z kapaliny pomocí filtru (F) umístěného v odpadním vedení.

Škrčení průtoku hydraulické kapaliny je možné realizovat na vstupu do hydraulického válce nebo na výstupu z hydraulického válce. Avšak bylo navrženo škrčení na výstupu z hlediska větší tuhosti hydraulického válce a přesnějšího řízení.



Obr. 29) Schéma hydraulického obvodu

11.5 Volba jednotlivých součástí

V první řadě se zvolí řídicí systém, od kterého se bude odvíjet volba jednotky pro ovládání vzdálených periférií, poté se vyberou vhodné snímače pro snímání pozice, tlaku hydraulické kapaliny a navrhne se elektromagnetický ventil pro řízení hydraulického válce.

11.5.1 Řídicí systém a jeho periferie

Při návrhu řídicího systému a jeho periférií je potřeba dbát na výběr komponent pro bezpečnou a bezporuchovou funkci celého systému. Proto tam, kde je to možné, jsou voleny bezpečnostní komponenty nebo osvědčené komponenty od společnosti Siemens.

Pro řídicí systém je volen Sinumerik 840D sl (6FC5371-0AA30-0AB0). Tento systém je sloučen do pohonů Sinamics S120 a úplný digitální řídicí systém se dosáhne připojením automatizačního systému Simatic S7-300. Řídicí systém Sinumerik 840D sl je vhodné použít pro obráběcí operace jako je soustružení, frézování, vrtání apod. Velkou výhodou jsou integrované bezpečnostní funkce (SINUMERIK Safety Integrated) a otevřenost uživatelského rozhraní umožňující integraci vlastního know-how.

Aby bylo možné snímané veličiny zpracovávat a vyhodnocovat, musí být systém vybaven jednotkou pro ovládání vzdálených periférií Simatic ET 200M. Tato jednotka se připojuje na řídicí systém Sinumerik 840D sl prostřednictvím systému bezpečné komunikace PROFIBUS DP a modulu rozhraní IM 153-2 HF (6ES7153-2BA10-0XB0), jenž je používán pro aplikace související s bezpečností. Pro přizpůsobení jednotky ET 200M k danému úkolu, musí být vybrán správný modul vstupů (pro připojení snímačů) a výstupů (pro připojení elektromagnetického ventilu). Pro jednotku digitálních vstupů je volen modul SM 326 F-DI 24 (6ES7326-1BK02-0AB0) a pro jednotku digitálních výstupů je volen modul SM 326 F-DO 10 (6ES7326-2BF10-0AB0). [51]

11.5.2 Senzor polohy

Pro snímání polohy čelistí se používají indukční snímače (obr. 30), které snímají detekční kroužek umístěný na hydraulické pístnici nebo na tažné trubce. Firma Balluff vyrábí a prodává indukční měřící snímače polohy s trvalým vstupním signálem, což vede k bezpečné a přesné kontrole upnutí obrobku. Indukční měřící snímače mohou být v rozměrech od pár milimetrů až po 130 mm. [52]

Po prozkoumání trhu, zdvih pístu hydraulického válce se pohybuje od 12 mm do 50 mm. Proto je volen indukční snímač BIP LD2-T070-03-S75 o rozsahu 0 až 70 mm, aby pokryl zdvih pístu kteréhokoliv hydraulického válce. Jedná se o indukční snímač pro lineární polohování od společnosti Balluff. Výrobce pro tento indukční snímač udává hodnotu střední doby do nebezpečné poruchy $MTTF_d = 460$ let. [53]



Obr. 30) Kontrola upnutí obrobku pomocí indukčního snímače pro lineární polohování [52]

11.5.3 Senzor tlaku

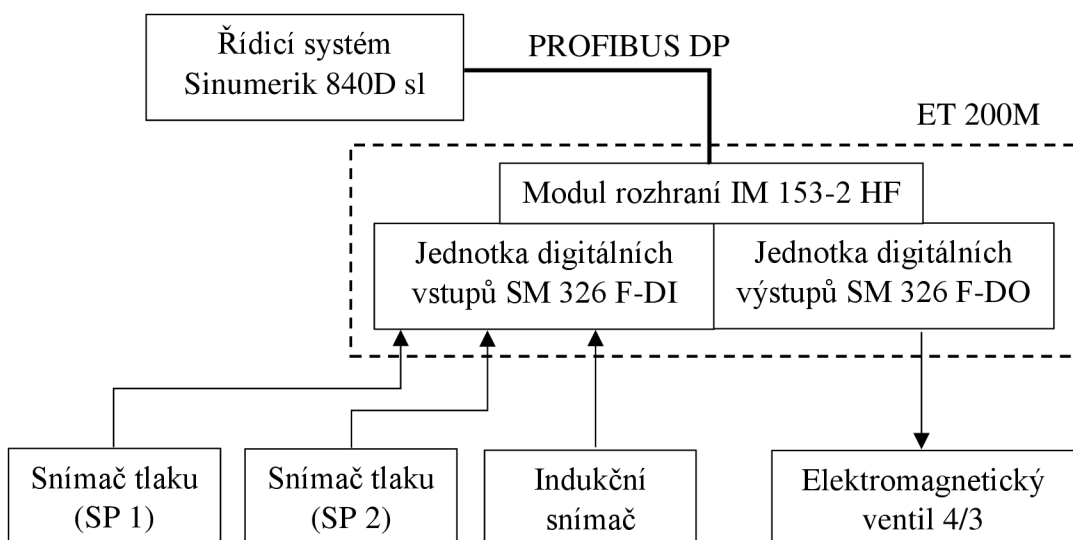
Aby byl správně kontrolován tlak hydraulické kapaliny, je nutné zvolit snímač, který bude mít rozsah měření větší, než je maximální pracovní tlak hydraulického válce. U většiny hydraulických válců se maximální pracovní tlak pohybuje od 3 do 4,5 MPa, proto je volen snímač tlaku BSP B050-HV004-D06S1A-S4 od společnosti Balluff. Výrobce pro tento snímač tlaku udává rozsah měření 0 až 5 MPa, dále také uvádí střední dobu do nebezpečné poruchy $MTTF_d = 1322$ let. [53]

11.5.4 Elektromagnetický ventil 4/3

Elektromagnetický ventil 4/3 pro bezpečné ovládání hydraulického válce je volen od firmy Bosch Rexroth pod objednávacím kódem 4WE 10 T5X/DEG24N9K72L/M. Při výběru ventilu se bralo v potaz, že základní poloha musí být uzavřena a ovládání elektromagnetu má být realizováno stejnosměrným napětím 24 V. Výrobce pro tento ventil udává střední dobu do nebezpečné poruchy $MTTF_d = 300$ let. [54]

11.6 Blokové zapojení

Blokové zapojení slouží pro názornou ukázkou propojení jednotlivých součástí. Na obrázku 31 je znázorněno blokové zapojení zvolených komponentů pro snímání parametrů a ovládání elektromagnetického ventilu.



Obr. 31) Blokové zapojení součástí pro ovládání sklíčidla

11.7 Výpočet úrovně vlastností PL

Ovládací systém se skládá z vstupního (tabulka 3), logického (tabulka 4) a výstupního systému (tabulka 5), jenž musí celkově odpovídat požadované úrovni vlastností $PL_r = b$. Jelikož u některých součástí je znám parametr $MTTF_d$ (střední doba do nebezpečné poruchy) a u dalších parametr PFH_d (pravděpodobnost nebezpečné poruchy za hodinu), tak je provedeno sjednocení parametrů přepočtem, kde PFH_d je rovno převrácené hodnotě $MTTF_d$ za hodinu. [49]

Tab 3) Hodnoty vstupního systému (Příloha 7 a 8)

Komponenta	$MTTF_d$ [let]	PFH_d [h^{-1}]
Snímač tlaku (SP 1) BSP B050-HV004-D06S1A-S4	1322	$8,64 \cdot 10^{-8}$
Snímač tlaku (SP 2) BSP B050-HV004-D06S1A-S4	1322	$8,64 \cdot 10^{-8}$
Indukční snímač BIP LD2-T070-03-S75	460	$2,48 \cdot 10^{-7}$
Celkem $PFH_{d-vstup}$.		$4,21 \cdot 10^{-7}$

Výpočet logického systému nezahrnuje modul rozhraní IM 153-2 HF, protože pro určení úrovně vlastností není relevantní. Komunikace mezi F-CPU a F-IO probíhá protokolem PROFIsafe, jenž kontroluje bezchybný přenos bezpečnostních dat. Z čehož plyne, že prvky (moduly rozhraní, kabely, konektory, atp.) na cestě mezi bezpečnostními komponenty, nijak neovlivní spolehlivost protokolu.

Tab 4) Hodnoty logického systému (Příloha 9, 10 a 11)

Komponenta	PFH _d [h ⁻¹]
Sinumerik 840D sl 6FC5371-0AA30-0AB0	6,60.10 ⁻⁸
SM 326 F-DI 6ES7326-1BK02-0AB0	1,00.10 ⁻⁸
SM 326 F-DO 6ES7326-2BF10-0AB0	1,00.10 ⁻⁹
Komunikace	1,00.10 ⁻⁹
Celkem PFH_{d-log.}	7,80.10⁻⁸

Tab 5) Hodnoty výstupního systému (Příloha 12)

Komponenta	MTTF _d [let]	PFH _d [h ⁻¹]
Elektromagnetický ventil 4/3 4WE 10 T5X/DEG24N9K72L/M	300	3,81.10 ⁻⁷
Celkem PFH_{d-výstup.}		3,81.10⁻⁷

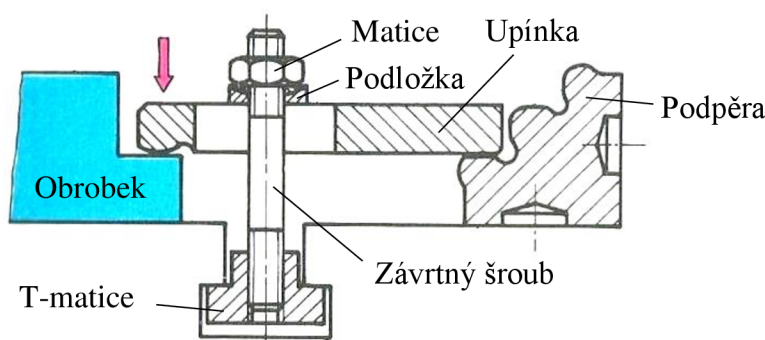
PFH_{d-cel.} pro celý systém se vypočítá (dle rovnice 1) jako součet PFH_d vstupního, logického a výstupního systému. [44]

$$PFH_{d-cel.} = PFH_{d-vstup.} + PFH_{d-log.} + PFH_{d-výstup.} \quad (1)$$

Součet hodnot PFH_d je roven 8,80.10⁻⁷, což pro systém kategorie 1, odpovídá úrovni vlastností PL = c (dle normy ČSN EN ISO 13849-1:2017). [44]

12 BEZPEČNÉ UPNUTÍ OBROBKU POMOCÍ UPÍNEK

Z rešeršní části plyne, že upínky pro upínání obrobků jsou používány na vrtačkách, vyvrtávačkách, frézkách, bruskách, i v některých případech na soustruhách. Převážně slouží pro upínání obrobků, které není možné bezpečně upnout do strojního svěráku nebo jiného upínacího zařízení z důvodu komplikovaného tvaru obrobku. V praxi je využíváno hodně druhů a modifikací upínek, avšak princip znázorněný na obrázku 32, zůstává u všech obdobný.



Obr. 32) Princip a hlavní části upínky [2]

Pro správné upnutí obrobku pomocí upínek musí být dodrženy následující základní požadavky:

- Šrouby musí být umístěny co nejbližší k obrobku.
- Druhá strana upínky musí být podložena podpěrou nebo stavitelným šroubem. Výška podpěry musí být stejná (zásadně nesmí být menší), jako je výška obrobku v místě upínání.
- Upínací síla způsobená dotažením šroubu nesmí nijak deformovat obrobek ani upínací zařízení a musí účinně působit na celou styčnou plochu. [2]

12.1 Bezpečnostní požadavky

I přes to, že se jedná o strojně nepoháněnou mechanickou část, musí být dodrženy bezpečnostní požadavky stanoveny normou ČSN EN ISO 13849-2:2013, zabývající se bezpečnostními částmi ovládacích systémů. Z tohoto hlediska je významnou částí příloha A pojednávající o základních a osvědčených bezpečnostních zásadách a osvědčených součástkách pro mechanické systémy.

Při konstrukci všech částí upínek musí být správně zvolen materiál (např. jeho odolnost proti korozi, opotřebení, namáhání,...). Také je nutné zohlednit tvar, provést správné dimenzování součástí (např. uvážit namáhání součástí) a v případě je-li to nutné, provést vhodné předimenzování součástí.

Z hlediska bezpečné montáže je žádoucí použít správný utahovací moment, aby nedošlo k uvolnění obrobku z důvodu mále upínací síly nebo v případě velkého utahovacího momentu k překročení pevnosti šroubu a následnému ukroucení, prasknutí šroubu nebo stržení závitu, což by mohlo způsobit riziko vymrštění obrobku. [45]

12.2 Bezpečná konstrukce upínek

Konstrukce upínek se dá realizovat pomocí normalizovaných součástí bez nutnosti výpočtů, jelikož nám normy udávají rozměry i minimální materiálové vlastnosti. V tabulce 6 je uveden přehled některých normalizovaných součástek, z kterých se upínky skládají.

Tab 6) Přehled normalizovaných součástí pro upínky [55]

Název součásti	Norma ČSN
Upínky ploché	24 3655
Upínky ve tvaru U	24 3650
Upínky zahnuté	24 3656
Upínky sedlové	24 3657
Pružiny pod upínky	24 3669
Vodící vložka do T drážky	24 3595
Kruhové podložky zesílené	24 3550
Vysoké matice šestihranné	24 3530
Závrtné šrouby	02 1174
Podpěrky pod upínky	24 3588
Stojánky k podpěrám pod upínky	24 3589

12.3 Bezpečné upnutí obrobku

Zásadou bezpečného upnutí obrobku je i mimo jiné použití správného utahovacího momentu. Při nedostatečném utažení šroubu může během obrábění dojít k uvolnění a vymrštění obrobku. Toto nebezpečí může také vzniknout i při překročení utahovacího momentu. V nejlepším případě dojde k ukroucení šroubu nebo stržení závitu při dotahování, což je obsluha schopna odhalit. Avšak může také nastat situace, kdy dojde jen k naprasknutí šroubu a uvolnění spoje vznikne až při výrobním procesu. Proto jsou navrženy následující výpočty pro bezpečné upnutí.

12.3.1 Výpočet utahovacího momentu

Pro určení správného předpětí šroubového spoje se měří prodloužení šroubu, což je v tomhle případě nepraktické, proto je žádoucí určit potřebný utahovací moment. Prostřednictvím momentového klíče se dá lehce nastavit utahovací moment k dosažení předpětí šroubového spoje. Utahovací moment (M) je možné určit podle rovnice 2. [56]

$$M = KF_i d \quad (2)$$

Kde F_i je síla předpětí [N],
 K je součinitel utahovacího momentu [-] (podle tabulky 7),
 d je velký průměr závitu [mm].

Tab 7) Součinitel utahovacího momentu K [56]

Úprava povrchu	K
Bez povrchové úpravy, černění	0,30
Úprava zinkováním	0,20
Úprava kadmiováním	0,16

12.3.2 Výpočet bezpečnosti vzhledem k meznímu stavu pružnosti

Kritické z hlediska šroubového spoje je jeho porušení při dotahování, proto je žádoucí zkontrolovat šroubový spoj, jestli vydrží napětí od síly předpětí a utahovacího momentu. Tato kontrola se provádí pomocí výpočtu redukovaného napětí ve šroubu (rovnice 3), pro výpočet se musí určit tahové napětí způsobené od síly předpětí (rovnice 4) a smykové napětí od utahovacího momentu (rovnice 5) zmenšeno o třecí moment pod maticí (rovnice 6). Vypočtené redukované napětí musí být menší než smluvní mez kluzu ($R_{p0,2}$), či součinitel bezpečnosti (rovnice 7) musí být větší než 1. [56]

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_i^2 + 3\tau^2} \quad (3)$$

$$\sigma_i = \frac{F_i}{A_S} \quad (4)$$

$$\tau = \frac{16M_z}{\pi d_3^3} \quad (5)$$

$$M_z = M - \frac{F_i f_o d_o}{2} \quad (6)$$

$$k_k = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{red}} \quad (7)$$

Kde σ_{red} je redukované napětí ve šroubu [MPa],
 σ_i je napětí od síly předpětí [MPa],
 τ je smykové napětí ve šroubu [MPa],
 A_S je výpočtový průřez šroubu [mm²],
 M_z je moment pro překonání tření v závitech [N.mm],
 d_3 je malý průměr závitu šroubu [mm],
 f_o je součinitel tření pod hlavou matice [-],
 d_o je střední průměr stykové plochy [mm],
 k_k je součinitel bezpečnosti [-].

12.3.3 Kontrola závitu na otláčení

V případě utahování šroubového spoje, může nastat stržení závitu z důvodu velkého utahovacího momentu. Kontrola závitu na otláčení se provádí pomocí výpočtu tlaku v závitech (rovnice 8) a musí být menší než dovolená hodnota tlaku v závitech (tabulka 8). [56]

$$p = \frac{4F_i}{\pi(d^2 - D_1^2)n_z} \quad (8)$$

Kde p je tlak v závitech [MPa],
 D_1 je malý průměr závitu matice [mm],
 n_z je počet závitů v matici [-].

Tab 8) Dovolený tlak v závitech pro ocelové šrouby [56]

Pevnostní třída dle ČSN EN ISO 898-1:2014	4.6	4.8	5.8	8.8	10.9	12.9
Dovolený tlak [MPa]	50	75	90	150	200	250

12.3.4 Výpočet potřebné síly předpětí

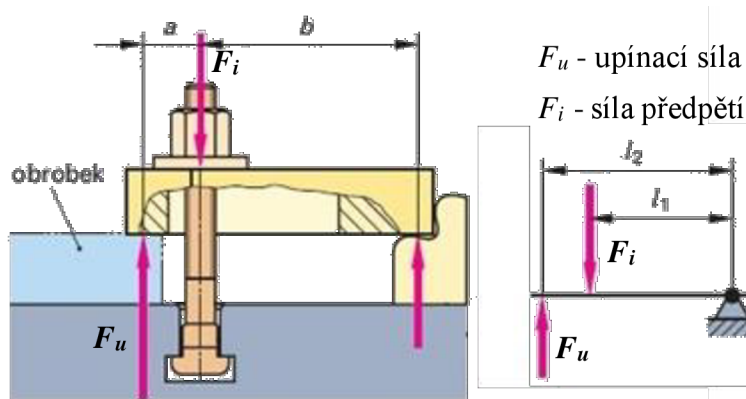
Síla předpětí musí být tak velká, aby udržela obrobek na stálém místě, na který působí řezná síla od nástroje. Velikost řezné síly je ovlivněna řezným odporem materiálu. Obrázek 33 znázorňuje průběh sil působící na upínku, z čehož je možné určit vztah (rovnice 9) pro přepočítání upínací síly a síly předpětí šroubu.

$$F_u = \frac{F_i l_1}{l_2} \quad (9)$$

Kde F_u je upínací síla [N],

l_1 je vzdálenost šroubu od podpěry [mm],

l_2 je vzdálenost stykové plochy od podpěry [mm].



Obr. 33) Znázornění sil působících na upínku [11]

Výpočet řezné síly závisí na zvolené technologii obrábění. Např. pro frézování čelní frézou se řezná síla vypočítá podle rovnice 10, pro kterou je nutné stanovit součinitel korekce frézovaného průřezu (rovnice 11). [2]

$$F_z = hb k_t p_m \quad (10)$$

$$k_t = \frac{s_z z}{\pi D_f} \quad (11)$$

Kde h je hloubka řezu [mm],

b je šířka frézování [mm],

k_t je součinitel korekce frézovaného průřezu [-],

p_m je řezný odpor [MPa],

s_z je posuv na zub [mm],

D_f je průměr frézy [mm],

z je počet zubů [-].

Výpočet upínací síly vychází z řezné síly, avšak řezná síla je kolmá na upínací sílu, proto vzniklá řezná síla frézováním je zachycena třecí silou (rovnice 12), kde normálová složka představuje upínací sílu.

$$F_t = f_s F_u \quad (12)$$

Kde F_t je třecí síla [N],

f_s je statický součinitel smykového tření [-].

Poté z rovnice rovnováhy sil (13) musí platit, že výslednice sil je nulová (síla řezu se musí rovnat součtu třecích sil). Po dosazení a úpravě rovnice 13 se získá vztah (rovnice 14), který slouží pro výpočet upínací síly pro jednu upínku. Tento vztah zahrnuje součinitel k , aby upínací síla byla větší než řezná síla, a také parametr i znázorňující počet použitých upínek.

$$F_z = F_{t1} + F_{t2} \quad (13)$$

$$F_u = \frac{kF_z}{i(f_{s1} + f_{s2})} \quad (14)$$

Kde F_{t1} je třecí síla mezi obrobkem a upínkou [N],

F_{t2} je třecí síla mezi obrobkem a deskou stolu [N],

f_{s1} je součinitel smykového tření mezi obrobkem a upínkou [-],

f_{s2} je součinitel smykového tření mezi obrobkem a deskou stolu [-],

k je součinitel bezpečnosti upnutí (číslo > 1) [-],

i je počet upínek (vždy celé kladné číslo) [-].

12.3.5 Výpočet síly od teplotní dilatace obrobku

Při procesu obrábění se řezná práce transformuje na teplo. Teplo řezného procesu se z největší části odvádí třískou a dále nástrojem, řezným prostředím a také obrobkem. Z hlediska upínání je důležité se zabývat teplem odváděným obrobkem, protože v důsledku zvýšení teploty vzniká teplotní roztažnost obrobku. Zvětšením délky obrobku v místě upínací plochy může nastat přetížení šroubového spoje na upínce a následné prasknutí. [1]

Výpočet teplotní délkové roztažnosti udává absolutní prodloužení délky při změně teploty. Vztah pro délkovou roztažnost udává rovnice 15. [57]

$$\Delta l = \alpha l \Delta T \quad (15)$$

Kde Δl je změna délky [mm],

α je koeficient délkové roztažnosti [K^{-1}],

l je rozměr obrobku mezi stolem a upínkou [mm],

ΔT je rozdíl teplot [K].

Z vypočtené délkové změny obrobku v místě upnutí je nutné vypočítat délkové prodloužení šroubu, což je provedeno pomocí trigonometrických funkcí (rovnice 16).

$$\delta = \tan \left(\tan^{-1} \left(\frac{\Delta l}{l_2} \right) \right) l_1 \quad (16)$$

Kde δ je prodloužení šroubu [mm].

Poté je nutné stanovit sílu způsobenou od prodloužení šroubu. Síla od prodloužení šroubu se stanoví podle rovnice 17, do které vstupuje tuhost šroubu (rovnice 18). [56]

$$\Delta F_S = \delta k_s \quad (17)$$

$$k_s = \frac{S_d A_S E}{S_d l_b + A_S l_g} \quad (18)$$

Kde ΔF_S je zvýšení síly přenášené šroubem (od teplotní roztažností) [N],

k_s je tuhost šroubu [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$],

S_d je plocha průřezu válcové plochy dříku šroubu [mm^2],

E je modul pružnosti v tahu [MPa],

l_b je délka závitu mezi šestihrannou maticí a T-maticí [mm],

l_g je délka dříku šroubu bez závitu [mm].

Po výpočtu síly od prodloužení se určí výsledné zatížení šroubu (rovnice 19) a provede se výpočet napětí ve šroubu (rovnice 20), jenž je způsobené výsledným zatížením. Toto napětí nesmí přesáhnout minimální smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$ pro stanovený šroub. [56]

$$F_S = F_i + \Delta F_S \quad (19)$$

$$\sigma_s = \frac{F_S}{A_S} < R_{p0,2} \quad (20)$$

Kde F_S je výsledné zatížení šroubu [N],

σ_s je celkové napětí ve šroubu v provozním stavu [MPa].

12.3.6 Utřídění informací pro výpočet

Ze stanovených rovnic plyne, že pro bezpečné upnutí obrobku je nutné dodržet tyto předpoklady stanovující správný utahovací moment:

- Síla předpětí šroubu nesmí být menší než vypočtená síla předpětí pro upnutí obrobku (kapitola 12.3.4). V případě porušení této podmínky by nastal případ vymrštění obrobku z důvodu malého utahovacího momentu (kapitola 12.3.1).
- Součet síly předpětí a síly vzniklé teplotní roztažností obrobku, nesmí způsobit napětí přesahující minimální smluvní mez kluzu pro stanovený šroub (kapitola 12.3.5).
- Při utahování matice hrozí riziko ukroucení šroubu, proto je nutné provést výpočet redukovaného napětí. Výpočet redukovaného napětí je proveden ze síly předpětí a z utahovacího momentu sníženého o třecí moment mezi maticí a podložkou (kapitola 12.3.2).
- Síla předpětí šroubu je eliminována dovoleným tlakem v závitech. Při dotažení matice velkým utahovacím momentem hrozí stržení závitu, proto nesmí být překročen maximální dovolený tlak v závitech (kapitola 12.3.3).

Pokud výpočet odhalí porušení některé z těchto podmínek, musí být navrženo zvýšení počtu použitých upínek nebo použití většího průměru šroubů či lepší třídy pevnosti šroubů.

V případě upínání obrobku na soustruhu pomocí upínek je nutné pro výpočet utahovacího momentu také zohlednit odstředivou sílu působící na upínky při maximálních otáčkách (tato diplomová práce se tímto návrhem nezabývá).

13 ZHODNOCENÍ A DISKUZE

Pro zpracování požadavkových listů se musel zvolit konkrétní typ upínacího zařízení. Bylo zvoleno hydraulicky ovládané tříčelistové sklíčidlo z důvodu složitější konstrukce oproti mechanickým upínacím zařízením a také kvůli větším požadavkům na bezpečnost oproti nerotačním upínacím zařízením. Nejprve se sestavil blokový diagram pro lepší přehlednost částí, z nichž se upínací zařízení skládá. Každá část znázorňující prvek upínacího zařízení musí splňovat bezpečnostní požadavky udané normami. Proto se nejprve určily požadavky kladené normami typu C a poté normami typu B, z důvodu nadřazenosti norem typu C. Tyto požadavky se přenesly do požadavkových listů, v kterých je uveden odkaz na konkrétní článek normy ke každému požadavku.

Dalším hlavním cílem práce byl návrh vybraných bezpečnostních aplikací pro upínání obrobků na různých strojích. Bylo navrženo bezpečné upnutí obrobku v hydraulicky ovládaném sklíčidle, které je používáno na soustruhu a návrh výpočtu utahovacího momentu matice při upínání obrobků pomocí upínek, jež jsou používány na frézkách, vrtačkách, apod.

Návrh bezpečného upnutí obrobku v hydraulicky ovládaném sklíčidle převážně spočíval v monitorování pozice čelistí a tlaku hydraulické kapaliny. Aby bylo patrné, kdy je obrobek bezpečně upnut, byla vytvořena pravdivostní tabulka. Dále byl navržen hydraulický obvod, do něhož byl z hlediska bezpečnosti zabudován elektromagnetický ventil 4/3, jež je v základní poloze uzavřen, aby v případě výpadku energie nedošlo k uvolnění upnutého obrobku. Toto opatření by se dalo realizovat i prostřednictvím akumulátoru tlakové energie a elektromagnetickým ventilem 4/2, ale navržené opatření je dostačující. Dalším prvkem v hydraulickém obvodu z hlediska bezpečnosti je škrťací ventily pro omezení rychlosti pohybu čelistí. Tento ventil se nachází na obou vedení tlakové kapaliny do hydraulického válce a škrčení kapaliny je realizováno na výstupu z válce. I toto škrčení by šlo realizovat pouze jedním škrťacím ventilem, což by bylo z ekonomického hlediska výhodnější, ale z důvodu rozdílných ploch pístu pro zasouvání a vysouvání by to znamenalo rozdílnou rychlost pohybu čelistí. Řídicí systém byl sestaven z bezpečnostních komponentů od společnosti Siemens, snímače byly voleny od společnosti Balluff a elektromagnetický ventil od Bosch Rexroth. Pro tento systém byla vypočtena úroveň vlastností vyšší, než je požadovaná.

Druhý návrh je zaměřen na upínání obrobků pomocí upínek. Na upínky se vztahuje norma ČSN EN ISO 13849-2:2013, zabývající se částmi ovládacích systémů. Příloha A této normy udává základní a osvědčené zásady, jež musí být dodrženy pro konstrukci a montáž mechanických systémů. Jedním z nejdůležitějších požadavků na upínky je použití správného utahovacího momentu při dotahování matice, aby nedošlo k vymrštění obrobku během obráběcího procesu. Návrh výpočtu utahovacího momentu, také zahrnuje výpočet bezpečnosti k meznímu stavu pružnosti, kontrolu závitů na otláčení, výpočet potřebné síly předpětí šroubu a výpočet změny předpětí síly od teplotní roztažnosti obrobku. Výpočet potřebné síly předpětí šroubu je závislý na řezné síle působící na obrobek, což znamená, že v případě jiné technologie obrábění než při frézování čelní frézou, by musel být proveden výpočet dle vzorce pro řeznou sílu dané technologie. Také v případě rotačního obrábění by bylo vhodné pro výpočet utahovacího momentu zohlednit odstředivou sílu působící na upínky při maximálních otáčkách.

14 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo vypracování požadavkových listů pro upínací zařízení a návrh vybraných bezpečnostních aplikací pro upínání obrobků na různých strojích. Vedlejší cíl zahrnoval rešerši o upínacích zařízeních, souhrn legislativních požadavků EU a ČR a analýzu požadavků relevantních harmonizovaných norem. Dle pohledu autora došlo k naplnění stanovených cílů diplomové práce.

V rešeršní části je nejprve vysvětlen pojem obrobek a dále je provedeno rozdělení a popsání upínacích zařízení pro soustružení, frézování, vrtání a broušení. Další část je zaměřena na legislativní požadavky EU a ČR v oblasti strojních zařízení, kde je proveden výpis všech legislativních požadavků v této oblasti. Poté je z hlediska upínacích zařízení provedena analýza požadavků relevantních harmonizovaných norem. Pouze norma ČSN EN 1550+A1:2009 se vztahuje konkrétně na upínací zařízení a to na obrobková sklíčidla, dále je nutné se zabývat požadavky udávanými normami pro konkrétní stroj, na kterém je upínací zařízení použito a požadavky plynoucími z norem typu B. Jelikož při konstrukci strojního zařízení je nutnost vzít v potaz všechna rizika, jež mohou nastat, je zde věnovaná kapitola procesu posouzení rizika dle normy ČSN EN ISO 12100:2011.

Praktická část znázorňuje hlavní cíle práce, kde se nejprve provedlo utřídění požadavků plynoucích z harmonizovaných norem pro hydraulicky ovládané tříčelist'ové sklíčidlo a následně tyto požadavky byly využity pro vypracování požadavkových listů. V posledním cíli práce se musely navrhnout bezpečnostní aplikace vzhledem k upínání obrobků na různých strojích. První navrhovaná bezpečnostní aplikace je zaměřena na bezpečné upnutí obrobku v hydraulicky ovládaném sklíčidle a druhá se týká bezpečného upínání obrobků pomocí upínek.

15 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HUMÁR, A. *Technologie I – Technologie obrábění – 1. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia. VUT-FSI v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003 [online]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf
- [2] ELUC. *ELUC* [online]. [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1059>
- [3] TECHSTROJ. *Soustružení* [online]. [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: <http://techstroj.g6.cz/T/T13.pdf>
- [4] FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Europa-Sobotáles, 2004. 290 s. ISBN 80-86706-09-5
- [5] MARKAGRO. *Skličidlo soustružnické tříčelistové*. [online]. © 2016 [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <https://www.markagro.net/sklicidlo-soustruznicke-tricelistove/>
- [6] JANYŠ, B. a RAFTL, K. *Upínání obrobků na soustruhu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1961, 115 s.
- [7] COPTTEL. *Upínání obrobků na soustruhu*. [online]. 2013 [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/?action=2&doc=39435&docGroup=-1&cmd=0&instance=2>
- [8] ČEP, R. a PETRŮ, J. *Technologie obrábění 1. Frézování*. Ostrava, 2013, 26 s. ISBN 978-80-248-3012-4
- [9] STROJÍRENSTVÍ – FRÉZOVÁNÍ. 8. *UPÍNÁNÍ OBROBKŮ NA FRÉZKÁCH*. [online]. [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-frezovani.blogspot.cz/2011/03/8-upinani-obrobku-na-frezkach.html>
- [10] UNI – MAX. *Sklopný svěrák 125 | uni-max*. [online]. [cit. 2018-02-03]. Dostupné z: <https://www.uni-max.cz/sklopnny-sverak-125/d/>
- [11] UČÍME V PROSTORU. *Upínací přípravky*. [online]. 2013 [cit. 2018-02-03]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/?page_id=2991
- [12] STROJÍRENSTVÍ – FRÉZOVÁNÍ. 8.1 *UPÍNACÍ PŘÍPRAVKY*. [online]. [cit. 2018-02-04]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-frezovani.blogspot.cz/2011/03/81-upinaci-pripnavky.html>
- [13] LANDSMANN. *Turnus 101-120 - Svěrka ruční 45x120mm zámečnická s křídlovou maticí*. [online]. © 2018 [cit. 2018-02-04]. Dostupné z: http://www.landsmann.cz/turnus-101-120-sverka-rucni-45x120mm-zamecnicka-s-kridlovou-matici_d34416.html
- [14] RETRY. *Svěráky rychloupínací*. [online]. © 2003 - 2017 [cit. 2018-02-04]. Dostupné z: <http://www.retry.cz/sveraky-sverakyrychloupinaci.htm>
- [15] BARTOŇOVÁ, R. *Technologie broušení* [online]. [cit. 2018-02-05]. Dostupné z: http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U01_Technologie_brouseni.pdf
- [16] EUR-Lex. *Primární právo*. [online]. 2010 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3A114530>
- [17] EPRAVO.CZ. *Výklad pojmu právo Evropské unie | epravo.cz*. [online] 2005 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/vyklad-pojmu-pravo-evropske-unie-33552.html>
- [18] EUROPA.EU. *Nářízení, směrnice a další právní akty | Evropská unie* [online] 2018 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_cs

- [19] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 765/2008 ze dne 9. července 2008, kterým se stanoví požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh a kterým se zrušuje nařízení (EHS) č. 339/93 (Text s významem pro EHP). In: Úřední věstník, L 218, 13.8.2008, s. 30—47. Dostupné také z: <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/765/oj>
- [20] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES (přepřacované znění) (Text s významem pro EHP). In: Úřední věstník, L 157, 9.6.2006, s. 24—86. Dostupné také z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/42/oj>
- [21] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh Text s významem pro EHP In: Úřední věstník, L 96, 29.3.2014, s. 357—374. Dostupné také z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/35/oj>
- [22] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility (přepřacované znění) Text s významem pro EHP In: Úřední věstník, L 96, 29.3.2014, s. 79—106. Dostupné také z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/30/oj>
- [23] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/95/ES ze dne 3. prosince 2001 o obecné bezpečnosti výrobkůText s významem pro EHP. In: Úřední věstník, L 11, 15.1.2002, s. 4—17. Dostupné také z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2001/95/oj>
- [24] Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008/ES ze dne 9. července 2008 o společném rámci pro uvádění výrobků na trh a o zrušení rozhodnutí Rady 93/465/EHS (Text s významem pro EHP). In: Úřední věstník, L 218, 13.8.2008, s. 82—128. Dostupné také z: [http://data.europa.eu/eli/dec/2008/768\(1\)/oj](http://data.europa.eu/eli/dec/2008/768(1)/oj)
- [25] BLECHA, P. *Management technických rizik u výrobních strojů: Technical risk management in production machines : Teze habilitační práce*. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-4062-3.
- [26] Zákon č. 22/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky. 1997. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [27] Zákon č. 102/2001 Sb. ze dne 22. února 2001 o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků). In: Sbírka zákonů České republiky. 2001. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [28] Zákon č. 309/2006 Sb. ze dne 23. května 2006 kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. In: Sbírka zákonů České republiky. 2006. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [29] Zákon č. 262/2006 Sb. ze dne 21. dubna 2006 zákoník práce. In: Sbírka zákonů České republiky. 2006. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [30] Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. ze dne 21. dubna 2008, o technických požadavcích na strojní zařízení. In: Sbírka zákonů České republiky. 2008. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>

- [31] Nařízení vlády č. 118/2016 Sb. ze dne 30. března 2016, o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh. In: Sbírka zákonů České republiky. 2016. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [32] Nařízení vlády č. 117/2016 Sb. ze dne 30. března 2016, o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh. In: Sbírka zákonů České republiky. 2016. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [33] Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. ze dne 12. září 2001, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí. In: Sbírka zákonů České republiky. 2001. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [34] Vyhláška úřadu bezpečnosti práce 48/1982 Sb. ze dne 15. dubna 1982, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení. In: Sbírka zákonů České republiky. 1982. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [35] Sdělení Komise v rámci provádění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES (Zveřejnění názvů a odkazů harmonizovaných norem v rámci harmonizačního právního předpisu Unie)Text s významem pro EHP. In: Úřední věstník, C 183, 9.6.2017, s. 14—104. Dostupné také z: [http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/?qid=1519127525958&uri=CELEX:52017XC0609\(03\)](http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/?qid=1519127525958&uri=CELEX:52017XC0609(03))
- [36] ÚNMZ. *Harmonizované normy – ÚNMZ*. [online] 2018 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/harmonizovane-normy>
- [37] Automatizace.HW.cz. *Bezpečnost strojů - 1. díl - úvod, normy, posouzení rizika | Automatizace.HW.cz* [online]. © 2015 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/bezpecnost-stroju/bezpecnost-stroju-1-dil-normy-rizika.html>
- [38] ČSN EN ISO 12100 *Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [39] ČSN EN ISO 23125 *Obráběcí stroje – Bezpečnost – Soustruhy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [40] ČSN EN 13128+A2 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Frézky (včetně vyvrtávaček)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [41] ČSN EN 12717+A1 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Vrtačky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [42] ČSN EN ISO 16089 *Obráběcí stroje – Bezpečnost – Stacionární brusky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [43] ČSN EN 1550+A1 *Bezpečnost obráběcích strojů – Bezpečnostní požadavky na konstrukci a výrobu obrobkových sklíčidel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [44] ČSN EN ISO 13849-1 *Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Obecné zásady pro konstrukci*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [45] ČSN EN ISO 13849-2 *Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 2: Ověřování platnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

- [46] ČSN EN ISO 4413 *Hydraulika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na hydraulické systémy a jejich součásti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [47] ČSN EN ISO 4414 *Pneumatika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na pneumatické systémy a jejich součásti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [48] ČSN EN 60204-1 ed. 2 *Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [49] ČSN EN 61508-4 ed. 2 *Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností – Část 4: Definice a zkratky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [50] KITAGAWA. *Upínací systém s průchozím sklíčidlem | Kitagawa*. [online]. [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: <https://www.kitagawa.global/cz/exploded-views/exploded-open-centre-chucking-system>
- [51] SIEMENS. *Interface module - Industry Mall - Siemens WW*. [online]. © 2018 2006 [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10304125?tree=CatalogTree>
- [52] BALLUFF. *Soustružení*. [online]. © 2018 [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <https://www.balluff.com/local/cz/industry-area/industries/metalworking/turning/>
- [53] BALLUFF. *Productfinder*. [online]. © 2018 [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <https://www.balluff.com/local/cz/productfinder/#?data=>
- [54] BOSCH REXROTH. *Directional spool valves*. [online]. 2015 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re23340_2015-07.pdf?db=brmv2&lvid=1188965&mvid=13366&clid=20&sid=7D3941E2D3E90A8724FB3C5EBAADA100.borex-tc&sch=M&id=13366,20,1188965
- [55] LEINVEBER, J. a VÁVRA, P. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [56] SHIGLEY, J. E., MISCHKE Ch. R. a BUDYNAS, R. G. *Konstruování strojních součástí*. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [57] FYZIKA 007. *Teplotní roztažnost pevných těles - FYZIKA 007*. [online]. 2012 [cit. 2018-05-6]. Dostupné z: <http://www.fyzika007.cz/struktura-a-vlastnosti-latek/teplotni-roztaznost-pevných-teles>
- [58] SIEMENS. *Safety Integrated*. [online]. 2017 [cit. 2018-05-7]. Dostupné z: [https://www.industry.siemens.nl/topics/nl/nl/safety-integrated/machineveiligheid/Documents/SIEMENS-producten_PFHd_SIL_PL_B10-waarden%20\(EN\).pdf](https://www.industry.siemens.nl/topics/nl/nl/safety-integrated/machineveiligheid/Documents/SIEMENS-producten_PFHd_SIL_PL_B10-waarden%20(EN).pdf)
- [59] SIEMENS. *PFDAvg and PFH values for components with use in SIMATIC Safety, Distributed Safety and F/FH Systems*. [online]. 2015 [cit. 2018-05-7]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/54110120?c=72655124235&lc=en-WW>

16 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

16.1 Seznam zkratk

Zkratka	Význam zkratky
CCF	Porucha se společnou příčinou
CEN	Evropský výbor pro normalizaci
CENELEC	Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
CNC	Počítačem řízený obráběcí stroj
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DC	Diagnostické pokrytí
EHP	Evropský hospodářský prostor
EHS	Evropské hospodářské společenství
EN	Evropská norma
ES	Evropské společenství
ETSI	Evropský institut pro telekomunikační normy
EU	Evropská unie
F-CPU	Bezpečnostní centrální procesorová jednotka
F-IO	Bezpečnostní modul vstupů/výstupů
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
MPBP	Místní provozní bezpečnostní předpis
MTTF _d	Střední doba do nebezpečné poruchy
NC	Číslicově řízený stroj
NV	Nařízení vlády
PFH _d	Pravděpodobnost nebezpečné poruchy za hodinu
PL	Úroveň vlastností
PL _r	Požadovaná úroveň vlastností
ÚBP	Úřad bezpečnosti práce
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

16.2 Seznam symbolů

Symbol	Jednotka	Význam symbolu
A_s	[mm ²]	Výpočtový průřez šroubu
b	[mm]	Šířka frézování
d	[mm]	Velký průměr závitu
D_l	[mm]	Malý průměr závitu matice

Symbol	Jednotka	Význam symbolu
d_3	[mm]	Malý průměr závitu šroubu
D_f	[mm]	Průměr frézy
d_o	[mm]	Střední průměr stykové plochy
E	[MPa]	Modul pružnosti v tahu
F_i	[N]	Síla předpětí
f_o	[-]	Součinitel tření pod hlavou matice
f_s	[-]	Statický součinitel smykového tření
F_S	[N]	Výsledné zatížení šroubu
f_{s1}	[-]	Součinitel smykového tření mezi obrobkem a upínkou
f_{s2}	[-]	Součinitel smykového tření mezi obrobkem a deskou stolu
F_t	[N]	Třecí síla
F_{t1}	[N]	Třecí síla mezi obrobkem a upínkou
F_{t2}	[N]	Třecí síla mezi obrobkem a deskou stolu
F_u	[N]	Upínací síla
h	[mm]	Hloubka řezu
i	[-]	Počet upínek
K	[-]	Součinitel utahovacího momentu
k	[-]	Součinitel bezpečnosti upnutí
k_k	[-]	Součinitel bezpečnosti
k_S	[N.mm ⁻¹]	Tuhost šroubu
k_t	[-]	Součinitel korekce frézovaného průřezu
l	[mm]	Rozměr obrobku mezi stolem a upínkou
l_1	[mm]	Vzdálenost šroubu od podpěry
l_2	[mm]	Vzdálenost stykové plochy od podpěry
l_b	[mm]	Délka závitu mezi šestihrannou maticí a T-maticí
l_g	[mm]	Délka dřívku šroubu bez závitu
M	[N.mm]	Utahovací moment
M_z	[N.mm]	Moment pro překonání tření v závitech
n_z	[-]	Počet závitů v matici
p	[MPa]	Tlak v závitech
PFH_d	[h ⁻¹]	Pravděpodobnost nebezpečné poruchy
p_m	[MPa]	Řezný odpor
$R_{p0,2}$	[MPa]	Minimální smluvní mez kluzu
S_d	[mm ²]	Plocha průřezu válcové plochy dřívku šroubu
s_z	[mm]	Posuv na zub
z	[-]	Počet zubů
α	[K ⁻¹]	Koeficient délkové roztažnosti
δ	[mm]	Prodloužení šroubu

Symbol	Jednotka	Význam symbolu
ΔF_S	[N]	Zvýšení síly přenášené šroubem (od teplotní roztažnosti)
Δl	[mm]	Změna délky
ΔT	[K]	Rozdíl teplot
σ_i	[MPa]	Napětí od síly předpětí
σ_{red}	[MPa]	Redukované napětí ve šroubu
σ_s	[MPa]	Celkové napětí ve šroubu v provozním stavu
τ	[MPa]	Smykové napětí ve šroubu

16.3 Seznam obrázků

OBR. 1) VYTVOŘENÉ PLOCHY PŘI OBRÁBĚNÍ NA OBROBKU [1]	19
OBR. 2) ŘEZNÉ SÍLY A ODPORY PŘI SOUSTRUŽENÍ	22
OBR. 3) TŘÍČELIŠŤOVÉ SKLÍČIDLO [5]	22
OBR. 4) UPÍNÁNÍ MEZI HROTY [2]	23
OBR. 5) KLEŠTINA [1]	24
OBR. 6) ŘEZ UPÍNACÍ DESKOU [6]	24
OBR. 7) OPĚRY A) PEVNÁ LUNETÁ, B) POHYBLIVÁ LUNETÁ [2]	25
OBR. 8) UPÍNACÍ ÚHELNÍK [7]	25
OBR. 9) ROZPÍNACÍ TRN NA PRINCIPU KLEŠTINY. 1) TRN, 2) ROZPÍNACÍ POUZDRO, 3) UPÍNACÍ MATICE, 4) UVOLŇOVACÍ MATICE [6]	26
OBR. 10) VÁLCOVÉ FRÉZOVÁNÍ: A) NESOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ, B) SOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ [1]	27
OBR. 11) ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ [1]	28
OBR. 12) SKLOPNÝ A OTOČNÝ SVĚRÁK [10]	29
OBR. 13) ZÁKLADNÍ TVARY UPÍNEK A PODPĚR [11]	29
OBR. 14) UNIVERZÁLNÍ DĚLÍCÍ PŘÍSTROJ S PŘÍSLUŠENSTVÍM [11]	30
OBR. 15) OTOČNÝ STŮL PRO UPNUTÍ VE VERTIKÁLNÍ I HORIZONTÁLNÍ POLOZE [11]	30
OBR. 16) PÁKOVÝ RYCHLOUPÍNAČ [11]	31
OBR. 17) MAGNETICKÉ UPÍNÁNÍ [11]	31
OBR. 18) HYDRAULICKÉ UPÍNACÍ PŘÍPRAVKY [11]	32
OBR. 19) RUČNÍ SVĚRKA [13]	33
OBR. 20) RYCHLOUPÍNACÍ SVĚRÁK S POSUVNOU ČELISTÍ [14]	33
OBR. 21) BEZHROTÉ BROUŠENÍ VNĚJŠÍCH VÁLCOVÝCH PLOCH. 1) PODPĚRNÉ PRAVÍTKO, 2) BRUSNÝ KOTOUČ, 3) UNÁŠECÍ KOTOUČ [2]	34
OBR. 22) OZNAČENÍ CE [19]	37

OBR. 23) ROZDĚLENÍ UPÍNACÍCH ZAŘÍZENÍ	53
OBR. 24) POSTUP PŘI URČOVÁNÍ PL_R [44]	58
OBR. 25) UMÍSTĚNÍ KOMPONENTŮ HYDRAULICKY OVLÁDANÉHO TŘÍČELIŠŤOVÉHO SKLÍČIDLA [50]	63
OBR. 26) BLOKOVÝ DIAGRAM HYDRAULICKY OVLÁDANÉHO SKLÍČIDLA	64
OBR. 27) NÁVRH ŘÍZENÍ HYDRAULICKY OVLÁDANÉHO SKLÍČIDLA	76
OBR. 28) HLAVNÍ ČÁSTI HYDRAULICKY OVLÁDANÉHO SKLÍČIDLA	77
OBR. 29) SCHÉMA HYDRAULICKÉHO OBVODU	79
OBR. 30) KONTROLA UPNUTÍ OBROBKU POMOCÍ INDUKČNÍHO SNÍMAČE PRO LINEÁRNÍ POLOHOVÁNÍ [52]	80
OBR. 31) BLOKOVÉ ZAPOJENÍ SOUČÁSTÍ PRO OVLÁDÁNÍ SKLÍČIDLA ..	81
OBR. 32) PRINCIP A HLAVNÍ ČÁSTI UPÍNKY [2]	83
OBR. 33) ZNÁZORNĚNÍ SIL PŮSOBÍCÍCH NA UPÍNKU [11]	86

16.4 Seznam tabulek

TAB 1) PŘÍKLAD POŽADAVKOVÉHO LISTU	73
TAB 2) PRAVDIVOSTNÍ TABULKA PRO SPRÁVNÉ UPNUTÍ OBROBKU ..	78
TAB 3) HODNOTY VSTUPNÍHO SYSTÉMU (PŘÍLOHA 7 A 8)	81
TAB 4) HODNOTY LOGICKÉHO SYSTÉMU (PŘÍLOHA 9, 10 A 11)	82
TAB 5) HODNOTY VÝSTUPNÍHO SYSTÉMU (PŘÍLOHA 12)	82
TAB 6) PŘEHLED NORMALIZOVANÝCH SOUČÁSTÍ PRO UPÍNKY [55] ..	84
TAB 7) SOUČINITEL UTAHOVACÍHO MOMENTU K [56]	84
TAB 8) DOVOLENÝ TLAK V ZÁVITECH PRO OCELOVÉ ŠROUBY [56] ...	86

17 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – Požadavkový list pro tříčelist'ové sklíčidlo
- Příloha 2 – Požadavkový list pro hydraulický válec
- Příloha 3 – Požadavkový list pro hydraulický ventil
- Příloha 4 – Požadavkový list pro hydraulický agregát
- Příloha 5 – Požadavkový list pro rozvody hydraulické kapaliny
- Příloha 6 – Požadavkový list pro řídicí a ovládací systém
- Příloha 7 – Certifikát pro snímač tlaku
- Příloha 8 – Certifikát pro lineární indukční snímač
- Příloha 9 – Katalogový list SIEMENS – Safety Integrated – SINUMERIK 840D sl
- Příloha 10 – Katalogový list SIEMENS – Safety Integrated – ET 200M
- Příloha 11 – Katalogový list SIEMENS – SIMATIC Safety
- Příloha 12 – Katalogový list elektromagnetického ventilu

PŘÍLOHY

Příloha 1

Požadavkový list pro tříčelist'ové sklíčidlo			1/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
1.	Tříčelist'ové sklíčidlo musí být kompatibilní s ovládacím zařízením (např. shodné připojovací rozměry, ovládací zařízení musí umožnit dostačující zdvih čelistí, apod.). (článek 5.1 a) v ČSN EN 1550+A1:2009)		
2.	Statické a dynamické vyvážení sklíčidla. Faktor jakosti vyvážení G uvést do průvodní dokumentace. (článek 5.1 b) v ČSN EN 1550+A1:2009)		
3.	Vlivem odstředivé síly nesmí dojít k vymrštění základních čelistí. Musí tomu být účinně zabráněno (např. pojistnými kolíky). (článek 5.1 c) v ČSN EN 1550+A1:2009)		
4.	Sklíčidla převyšující hmotnost 20 kg musí obsahovat prostředky pro manipulaci (např. závitové díry). (článek 5.1 d) v ČSN EN 1550+A1:2009)		
5.	Maximální otáčky nesmí přesáhnout otáčky, při kterých je vypočtená ztráta 67 % celkové změřené upínací síly před roztočením sklíčidla při použití běžných čelistí. (článek 5.2 v ČSN EN 1550+A1:2009)		
6.	Značení sklíčidla musí být zřetelné a neodstranitelné, musí obsahovat obchodní značku, výrobní číslo nebo typ, maximální dovolený krouticí moment nebo vstupní sílu, maximální statickou upínací sílu a maximální otáčky. (článek 6.3.1 v ČSN EN 1550+A1:2009)		
7.	Nástavce musí mít vyznačenou obchodní značku, výrobní číslo nebo typ. (článek 6.3.2 v ČSN EN 1550+A1:2009)		
8.	Sklíčidlo musí mít zřetelně vyznačenou jeho nejvyšší pracovní rychlost. (článek 5.2.3 a) 2) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
9.	Upínací zařízení (sklíčidla, lícní desky, apod.) musí být přichyceny k vřetenu dle ČSN ISO 702-1:2010, ČSN ISO 702-2:2010, ČSN ISO 702-3:2010 a ČSN ISO 702-4:2010. (článek 5.2.3 a) 5) v ČSN EN ISO 23125:2018)		

Požadavkový list pro tříčelist'ové sklíčidlo			2/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
10.	Musí být snímána rychlost sklíčidla (např. snímačem otáček na vřetenu), aby nebyla překročena maximální pracovní rychlost sklíčidla nebo bylo zamezeno ručnímu odepínání či upínání obrobku při rotaci sklíčidla. (článek 5.2.3 a) 3) a 4) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
11.	Upínací síla musí být zachována po celou dobu rotace vřetena (např. samosvorným mechanismem nebo zpětným ventilem v hydraulickém obvodu). (článek 5.2.3 b) 1) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
12.	Musí být snímán zdvih čelistí, aby byl zajištěn potřebný zdvih pro upnutí obrobku (např. pomocí indukčního snímače, který snímá pohyb tažné trubky). (článek 5.2.3 b) 2) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
13.	Pro ruční vkládání nebo vyjímání obrobků musí být zabezpečena ochrana, aby nedošlo k zachycení prstů (např. zdvih čelistí nesmí převyšovat 4 mm nebo použití ochranného krytu s ohledem na bezpečné vzdálenosti). (článek 5.2.3 b) 5) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
14.	Monitorování rychlosti musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = d$. (článek 5.11b) 5) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
15.	Ovládací systém pro upínání obrobku musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = b$. (článek 5.11 b) 7) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
16.	Při konstrukci musí být dodrženy základní a osvědčené bezpečnostní zásady (správná volba materiálu, správné dimenzování, vhodné upevnění – použití vhodného krouticího momentu pro šroubový spoj, apod.). (Příloha A v ČSN EN ISO 13849-2:2013)		
17.	Při konstrukci musí být využity osvědčené součásti (např. normalizované šrouby nebo součásti, které jsou prokazatelně osvědčené z dřívějšího používání). (Příloha A v ČSN EN ISO 13849-2:2013)		

Příloha 2

Požadavkový list pro hydraulický válec			1/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
1.	Hydraulický válec musí být kompatibilní se sklíčidlem (např. musí mít dostatečnou pracovní sílu a potřebný zdvih pro upnutí). (článek 5.1 a) v ČSN EN 1550+A1:2009)		
2.	Hydraulický válec musí být opatřen zařízením, které zabezpečí, aby upínací síla působila účinně (např. snímačem polohy před koncem zdvihu a měřením tlaku hydraulické kapaliny). (článek 5.2.1 v ČSN EN 1550+A1:2009)		
3.	V případě závady v dodávce energie k hydraulickému válci musí být použito zařízení, které udrží potřebný tlak po stanovenou dobu výrobcem (např. použití zpětných ventilů). (článek 5.2.1 v ČSN EN 1550+A1:2009)		
4.	Značení hydraulického válce musí být zřetelné a neodstranitelné, musí obsahovat obchodní značku, výrobní číslo nebo typ, maximální otáčky a maximální pracovní sílu. (článek 6.3.3 v ČSN EN 1550+A1:2009)		
5.	Upínací síla pro bezpečné upnutí musí být udržována do doby, než dojde k úplnému zastavení vřetene (např. použitím zpětného ventilu). (článek 5.2.3 b) 1) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
6.	Ovládací systém pro upínání obrobku musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = b$. (článek 5.11 b) 7) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
7.	Musí být zabráněno ohýbání nebo odchýlení pístnice v kterékoliv poloze. (článek 5.4.2.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
8.	Válec musí odolávat očekávanému maximálnímu zatížení a špičkovým tlakům. (článek 5.4.2.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
9.	Válec musí být připojen tak, aby odolával všem jmenovitým zatížením. (článek 5.4.2.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
10.	Všechny komponenty musí být připevněny k válci tak, aby vlivem rázů a vibrací nedošlo k uvolnění. (článek 5.4.2.5 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Požadavkový list pro hydraulický válec			2/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
11.	Válec musí být připevněn tak, aby reakce na zatížení byla podél osy válce. (článek 5.4.2.6 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
12.	Připojovací místa nesmí nijak deformovat válec a musí zabezpečit vůli pro tepelné rozpínání. Válec musí být upevněn tak, aby nebránil přístupu při údržbě. (článek 5.4.2.8 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
13.	Součásti pro upevnění válce musí zachytit veškeré předpokládané síly. (článek 5.4.2.9 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
14.	Materiál pro pístnici musí odolávat korozi, předpokládanému poškození, které může vzniknout nárazem a musí minimalizovat opotřebení. (článek 5.4.2.13.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
15.	Pístnice má být chráněna před korozi, poškrábáním apod. (článek 5.4.2.13.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
16.	Píst musí být bezpečně a účinně připevněn k pístnici. (článek 5.4.2.13.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
17.	Těsnění nebo součásti, které podléhají opotřebení, mají být lehce vyměnitelné. (článek 5.4.2.14 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
18.	Těsnící materiály musí být kompatibilní s hydraulickou kapalinou, okolními materiály a prostředím, které na ně působí. (článek 5.3.2.6.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
19.	Hydraulický válec převyšující hmotnost 15 kg musí obsahovat prostředky pro manipulaci zdvihacími zařízeními. (článek 5.3.2.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Příloha 3

Požadavkový list pro hydraulický ventil			1/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
1.	Při volbě ventilu se musí brát v úvahu prostředí, funkce, těsnost a požadavky na údržbu a seřízení. (článek 5.4.4.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
2.	Přednostně volit ventily uchycené na povrchu nebo kazetové ventily. (článek 5.4.4.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
3.	Při připojení ventilu se musí vzít v úvahu: <ul style="list-style-type: none"> • podpěra, aby byla nezávislá na potrubí, • přístupnost při opravě, seřízení nebo demontáži, • rázy, vibrace nebo gravitace, • vůle pro přístup nářadí, • zamezení pro nesprávné připojení, • zabránění poškození, • orientace, aby bylo zabráněno shromáždění vzduchu nebo bylo umožněno vyloučení vzduchu. (článek 5.4.4.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
4.	Rovinnost přípojných ploch pro rozvodné části a úprava rozvodné části musí být provedena podle reference od výrobce. (článek 5.4.4.3.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
5.	Rozvodné části nesmí selhat účinkem deformace, jestliže pracují v předpokládaných mezích tlaků a teplot. (článek 5.4.4.3.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
6.	Připojení rozvodných částí musí být bezpečné. (článek 5.4.4.3.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
7.	Rozvodné části nesmí nechtěně minimalizovat tlak (musí mít dostatečný průtok kapaliny) a nesmí obsahovat cizí tělesa (třísky, otřepy, apod.) aby nezamezovali průtoku nebo nezapříčinili chybnou funkci. (článek 5.4.4.3.4 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
8.	Musí být provedena identifikace rozvodných částí. (článek 5.4.4.3.5 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
9.	Elektrická připojení ventilů musí být podle požadavků ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007 a musí splňovat patřičný stupeň ochrany. (článek 5.4.4.4.1.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Požadavkový list pro hydraulický ventil			2/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
10.	Solenoid musí být volen tak, aby zvládl správné ovládání ventilu při určených podmínkách. (článek 5.4.4.4.1.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
11.	Je-li použito nadřazené ovládání ventilu, musí být navrženo tak, aby snižovalo riziko neúmyslného ovládání. (článek 5.4.4.4.1.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
12.	Umožňuje-li ventil nastavení, musí být toto nastavení zajištěno, zamknuto nebo musí zabránit nastavení mimo bezpečnou mez. (článek 5.4.4.4.1.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Příloha 4

Požadavkový list pro hydraulický agregát		1/1	
Všeobecné požadavky			
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
1.	V případě výpadku hydraulického agregátu musí být udržena spouštěcí síla potřebná pro upnutí obrobku (např. použitím akumulátoru tlakové kapaliny). (článek 5.2.3 b) 1) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
2.	Hydraulický agregát musí být vybaven monitorováním tlaku hydraulické kapaliny. (článek 5.2.3 b) 2) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
3.	Ovládací systém pro upínání obrobku musí splňovat požadovanou úroveň vlastností $PL_r = b$. (článek 5.11 b) 7) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
4.	Hydraulický agregát musí obsahovat pojistný ventil, aby nedošlo k překročení provozního tlaku. (článek 5.2.2.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
5.	Musí být splněn rozsah pracovního tlaku, průtoku, teploty. Také se musí vzít v úvahu druh hydraulické kapaliny. (článek 5.2.7 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
6.	Montážní celky převyšující hmotnost 15 kg musí být vybaveny částmi pro zdvihání (např. závitovými otvory). (článek 5.3.2.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
7.	Nakupované součásti volit dle mezinárodních norem. (článek 5.3.2.5.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
8.	Přípojné části omezit na co nejnižší počet skupin norem. (článek 5.3.2.5.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
9.	Těsnící materiály musí být kompatibilní s použitou hydraulickou kapalinou a okolním prostředím. (článek 5.3.2.6.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
10.	Součásti musí být odolné proti nežádoucím účinkům hydraulické kapaliny. 5.4.5.1.2 (článek 5.4.5.1.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
11.	Nádrž hydraulického agregátu musí obsahovat prostředky pro měření teploty kapaliny (např. teplotní senzory). (článek 5.4.8.4 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
12.	Pro kontrolu čistoty kapaliny je žádoucí hydraulický systém vybavit zařízením k získání vzorku kapaliny (např. ventilem pro odběr kapaliny). (článek 5.4.8.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Požadavkový list pro hydraulický agregát

1/4

Jednotlivé součásti

Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
Čerpadla			
1.	Hydraulická čerpadla musí být připevněny tak, aby <ul style="list-style-type: none"> - byly přístupné při údržbě, - nevznikaly nesouososti hřídelí (při pracovním cyklu), - vzniklá radiální a axiální zatížení byla v předpokládaných hodnotách, - přípojky pro kapalinu byly správně připojeny, - dodávala kapalinu od vstupu k výstupu a všechny části rotovaly vyznačeným směrem, - byly vzniklé vibrace tlumeny. (článek 5.4.1.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
2.	Spojky a jejich části musí umožnit stálý přenos maximálního krouticího momentu. (článek 5.4.1.2.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
3.	Jestliže je spojka během provozu přístupná, musí být zakrytována. (článek 5.4.1.2.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
4.	Nesmí dojít k překročení maximálních otáček. (článek 5.4.1.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
5.	Připojovací otvory a odvzdušnění musí být upevněno tak, aby bylo zabráněno vniknutí vzduchu. (článek 5.4.1.5 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
6.	Čerpadla musí být namontována tak, aby <ul style="list-style-type: none"> - správnou volbou potrubí bylo zabráněno vnějším unikům kapaliny (nepoužívat kuželové závity nebo mechanismy požadující těsnicí látky), - nedošlo ke ztrátě mazání při nečinnosti čerpadla, - hodnota tlaku u připojovacího otvoru nebyla nižší, než je stanovena dodavatelem. (článek 5.4.1.7 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
Nádrže			
7.	Velikost nádrže musí být tak velká, aby obsáhla veškerou tekutinu z celého systému. (článek 5.4.5.2.1 a) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
8.	Nádrž musí udržovat bezpečnou pracovní výšku hydraulické kapaliny při pracovním cyklu. (článek 5.4.5.2.1 b) v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Požadavkový list pro hydraulický agregát

2/4

Jednotlivé součásti

Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
9.	Nádrž musí obsahovat potřebný prostor pro tepelnou expanzi a odlučování vzduchu. (článek 5.4.5.2.1 c) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
10.	Nádrž musí být instalována nad zařízením, které pohltí případný únik kapaliny (např. záchytná mísa). (článek 5.4.5.2.1 d) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
11.	Nádrž musí umožňovat pasivní chlazení (např. oběhové chlazení). V případě nedostatečného pasivního chlazení musí být využito aktivní chlazení (např. výměníky tepla). (článek 5.4.5.2.1 e) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
12.	Nádrž má zabezpečit pomalou recirkulační rychlost, aby došlo k uvolnění vzduchu z kapaliny a vyloučení těžkých kontaminujících hmot. (článek 5.4.5.2.1 f) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
13.	Vracející se tekutina do nádrže musí být oddělena přepážkami. Přepážky nemohou zabraňovat čištění nádrže. (článek 5.4.5.2.1 g) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
14.	Poloha nádrže musí být nejméně 150 mm nad zemí pro snadnější vypouštění a odvod tepla (např. použitím čtyř podpěrných noh). (článek 5.4.5.2.1 h) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
15.	Víko nádrže musí být bezpečně připevněno k tělesu nádrže a musí zabránit znečištění kapaliny a nesmí shromažďovat vnější nečistoty. (článek 5.4.5.2.2.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
16.	Sací vedení musí být v souladu se vstupními charakteristikami čerpadla a nainstalováno tak, aby nejnižší provozní hladina kapaliny neklesla pod sací koš. (článek 5.4.5.2.2.4 a) a b) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
17.	Zpětné vedení musí být umístěno pod minimální hladinu kapaliny a musí umožňovat správnou cirkulaci kapaliny, aby nedocházelo ke vstupu vzduchu. (článek 5.4.5.2.2.4 c) a d) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
18.	Konstrukce nádrže musí snižovat usazování nečistot v hydraulické kapalině. (článek 5.4.5.2.2.4 f) v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Požadavkový list pro hydraulický agregát

3/4

Jednotlivé součásti

Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
19.	Jsou-li v nádrži demontovatelné součásti, musí být zamezeno neúmyslnému uvolnění. (článek 5.4.5.2.2.4 g) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
20.	Přístupové víko musí být demontovatelné a odstranitelné jednou osobou a nesmí zamezovat přístup do vnitřního prostoru. (článek 5.4.5.2.2.5 a) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
21.	Vyměnitelné vnitřní komponenty musí být lehce demontovatelné. (článek 5.4.5.2.2.5 b) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
22.	Nádrž musí jít lehce vyprázdnit i v smontované poloze a musí být tvarovaná tak, aby došlo k úplnému vyprázdnění. (článek 5.4.5.2.2.5 c) a d) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
23.	Nádrže musí obsahovat indikátor hladiny kapaliny s danou spodní a horní hladinou (např. olejznak nebo senzor hladiny). (článek 5.4.5.2.3.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
24.	Místo plnění musí být zřetelně a trvale vyznačeno a opatřeno těsnícím víčkem. (článek 5.4.5.2.3.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
25.	Pro přívod vzduchu do nádrže musí být použity větrací filtry s indikací požadované výměny. (článek 5.4.5.2.3.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
Filtrace kapaliny			
26.	Pro docílení požadované čistoty kapaliny se musí použít hlavní filtr (např. tlakový filtr). (článek 5.4.5.3.2.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
27.	Filtr se instaluje buď do tlakového, zpětného nebo pomocného vedení. (článek 5.4.5.3.2.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
28.	Filtr musí indikovat potřebnou údržbu. (článek 5.4.5.3.2.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
29.	Zvolený filtr musí odolávat rozdílu tlaků při předvídaném průtoku a viskozitě kapaliny. (článek 5.4.5.3.2.4 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Požadavkový list pro hydraulický agregát

4/4

Jednotlivé součásti

Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
30.	U sacího potrubí se pouze používají povrchové filtry nebo clony, tato filtrace se nepoužívá jako hlavní filtrační systém. (článek 5.4.5.3.2.5 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
Ventily			
31.	Musí být dodrženy všechny požadavky, které jsou již uvedeny v požadavkovém listě pro hydraulické ventily. (Příloha 3)		
Elektrický motor			
32.	Jestliže hrozí překročení jmenovité hodnoty proudu, musí být motor opatřen ochranou proti nadproudům. (článek 7.2.1 v ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007)		
33.	Pokud má zvolený motor jmenovitý výkon nad 0,5 kW, musí být opatřen ochranou proti nadměrnému oteplení (např. ochranou proti přetížení) (článek 7.3.1 v ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007)		
34.	Aby nebyly přesaženy mechanické otáčky, musí být provedena ochrana proti nadměrným otáčkám (např. odstředivý spínač nebo hlídač mezních otáček). (článek 7.7 v ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007)		
35.	Kryt motoru musí mít stupeň ochrany minimálně IP23. (článek 14.2 v ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007)		
36.	Montážní sestavení motoru musí umožnit demontáž přidružených součástí a přístupnost ke všem svorkovnicím. (článek 14.4 v ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007)		
37.	Při volbě motoru se zejména musí uvážit: <ul style="list-style-type: none"> - typ motoru (např. asynchronní motor), - řízení motoru (např. frekvenční měnič), - parametry motoru (musí být voleny dle požadavků na pohon hydraulického čerpadla), - vliv provozu (např. s konstantním výkonem), - mechanické vibrace. (článek 14.5 v ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007)		

Příloha 5

Požadavkový list pro rozvody hydraulické kapaliny			1/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
1.	Rychlost kapaliny, tlak a teplota musí být udržována ve stanovených mezích v celém systému. (článek 5.4.6.1.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
2.	Co nejnižší počet spojů trubek (např. místo kolena použít ohebnou trubku). (článek 5.4.6.1.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
3.	Pro vedení tlakové kapaliny přednostně používat trubky. Hadice používat pouze v případě, pokud to vyžadují mechanické důvody (např. tlumení vibrací, přizpůsobením pohybům, apod.). (článek 5.4.6.1.3.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
4.	Potrubí nesmí být vystaveno vnějšímu zatížení a musí být instalováno tak, aby nebylo možné jej použít jako schod. (článek 5.4.6.1.3.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
5.	Potrubí nesmí sloužit jako podpěra součástí. (článek 5.4.6.1.3.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
6.	Přípojky potrubí musí být přístupné, aby se daly dotáhnout momentovým klíčem. (článek 5.4.6.1.3.4 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
7.	Potrubí musí být značeno, aby nedošlo k chybnému připojení. (článek 5.4.6.1.4 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
8.	Používat pouze přípojky s elastomerním těsněním. (článek 5.4.6.1.5 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
9.	Přípojky musí být voleny s ohledem na maximální pracovní tlak v části systému. (článek 5.4.6.1.6 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
10.	Trubky musí být vyrobeny z oceli a musí pro ně být proveden výpočet jmenovitého pracovního tlaku. (článek 5.4.6.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
11.	Trubky musí být podepřeny a nesmí být poškozeny podpěrami. Pro průměr trubek 10 mm až 25 mm mají být podpěry instalovány ve vzdálenosti 100 mm od připojení, 900 mm mezi podpěrami na rovném vedení a 200 mm od ohybu. (článek 5.4.6.3 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Požadavkový list pro rozvody hydraulické kapaliny			2/2
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
12.	Sestavy hadic musí být voleny tak, aby vydržely nejvyšší pracovní tlak. (článek 5.4.6.5.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
13.	Hadice nemohou být ostře ohýbány (nejmenší ohyb stanoví výrobce) ani napínány. (článek 5.4.6.5.2 a) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
14.	Hadice musí být instalovány tak, aby bylo sníženo odírání povrchu hadice a bylo minimalizováno torzní vychýlení. (článek 5.4.6.5.2 b) a c) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
15.	Jestliže váha sestavy hadic způsobuje napětí, musí být podepřeny. (článek 5.4.6.5.2 d) v ČSN EN ISO 4413:2011)		
16.	Hrozí-li švihání hadic z důvodu poškození, musí být sestava hadic přidržována nebo opatřena ochrannými prostředky. Není-li možné tomuto riziku zabránit, musí být uvedeny informace o zbytkových rizicích. (článek 5.4.6.5.3.1 v ČSN EN ISO 4413:2011)		
17.	Hrozí-li vystříknutí kapaliny z důvodu poškození, musí být sestavy hadic vhodným způsobem zakrytovány. Není-li možné tomuto riziku zabránit, musí být uvedeny informace o zbytkových rizicích. (článek 5.4.6.5.3.2 v ČSN EN ISO 4413:2011)		

Příloha 6

Požadavkový list pro ovládací a řídicí systém		1/2	
Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
1.	Pokud se vřeteno otáčí, nesmí být umožněno ruční spuštění otevírání nebo uzavírání sklíčidla. (článek 5.2.3 a) 3) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
2.	Z hlediska programovatelné rychlosti vřetena, stroj musí umožňovat vložení nebo ověření maximální pracovní rychlosti vřetena a musí brát v ohled maximální pracovní rychlost sklíčidla a maximální rychlost obrobku v seřizovacím režimu. Nastane-li porucha při vložení nebo ověření těchto rychlostí, při jakékoliv změně programu, musí být zabráněno chodu stroje v automatickém režimu. Musí být umožněno monitorování pomalé rychlosti a nesmí být přesazena. (Monitorování omezení rychlosti vřetena musí splňovat $PL_r = d$ v souladu s ČSN EN ISO 13849-1:2017). (článek 5.2.3 a) 4) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
3.	Musí být zabezpečeno monitorování ovládací síly (např. monitorování hydraulického tlaku). V případě nedosažení potřebné ovládací síly, musí být zamezeno spuštění vřetene. (článek 5.2.3 b) 2) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
4.	Musí být zabezpečeno monitorování zdvihu čelistí, aby byl zajištěn dostatečný zdvih pro upnutí obrobku. V případě nedosažení potřebného zdvihu čelistí, musí být zamezeno spuštění vřetene. (článek 5.2.3 b) 2) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
5.	Pro ovládací systém upínání obrobku je požadovaná úroveň vlastností $PL_r = b$ v souladu s ČSN EN ISO 13849-1:2017. (článek 5.11 b) 7) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
6.	V případě, že se vřeteno otáčí a upínací síla nebo zbývající zdvih potřebný pro upnutí se zmenší pod nastavenou hodnotu, musí být zabezpečeno zastavení stroje kategorie 1 v souladu s ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007. (článek 5.2.3 b) 3) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
7.	Musí být umožněn (pro zahřívání, plnění stroje a dokončování výroby) provoz stroje bez obrobku a to pouze v automatickém režimu s uzavřeným ochranným krytováním stroje. V tomto případě je možné vyřadit monitorování upnutí obrobku (např. speciálními klíči, NC podprogramy nebo ovládaním přístupu). (článek 5.2.3 b) 4) v ČSN EN ISO 23125:2018)		

Požadavkový list pro ovládací a řídicí systém

2/2

Id. číslo	Požadavek	Splněno / nesplněno	Pozn.
8.	Musí být zabezpečeno, aby u ručního zakládání a vyjímání obrobků nedošlo k zachycení prstů (např. nastavením zdvihu čelistí nepřevyšující 4 mm nebo inkrementálními pohyby nepřevyšující 4 mm). (článek 5.2.3 b) 5) v ČSN EN ISO 23125:2018)		
9.	Úroveň vlastností PL musí být větší nebo rovna požadované úrovni vlastností PL _r . (článek 4.7 v ČSN EN ISO 13849-1:2017)		
10.	Mechanické systémy musí být navrženy s ohledem na základní a osvědčené bezpečnostní zásady (jako je vhodná volba materiálů, konstrukce, uspořádání; vhodné upevnění – použití potřebného kroučicího momentu; omezení posunutí; monitorování rychlosti; apod.). (Příloha A v ČSN EN ISO 13849-2:2013)		
11.	Při konstrukci se musí využívat osvědčené součásti (např. šrouby, pružiny, apod.). (Příloha A v ČSN EN ISO 13849-2:2013)		
12.	Není dovoleno používat zásadu odpojení energie u upínacího zařízení, aby nedošlo ke ztrátě upínací síly a k vyvrstvení obrobku. (Příloha A v ČSN EN ISO 13849-2:2013)		
13.	Hydraulické systémy musí být navrženy s ohledem na základní a osvědčené bezpečnostní zásady (jako je volba vhodných materiálů, správné dimenzování, omezení tlaku – pojistné ventily, omezení rychlosti – škrťací ventily, filtrace kapaliny, omezení síly – tlakovým ventilem, apod.). (Příloha C v ČSN EN ISO 13849-2:2013)		
14.	Při konstrukci hydraulických systémů je žádoucí využívat osvědčené součástky (tyto součástky musí být v souladu s normou ČSN EN ISO 13849-1:2017 a ČSN EN ISO 4413:2011). (Příloha C v ČSN EN ISO 13849-2:2013)		

Příloha 7

Certifikát pro snímač tlaku s vyznačenou hodnotou MTTF_D. [53]

BALLUFF

Certificate MTTF and MTTF_D / B10d

10.05.2018

Ordercode:
BSP00T0

Part number:
BSP B050-HV004-D06S1A-S4

MTTF (40°C)	MTTF _D	B10d	Mission Time	Diagnostic Coverage
661 years	1322 years	-	-	-

Calculation formulas	
$MTTF = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{MTTF_n}}$	$MTTF_d = MTTF \cdot 2$

Norm

DIN EN ISO 13849-1:2016 and SN29500.
T = 40 °C.

Section of standards

C.5: MTTF, MTTF_D data of electrical components
(typical case scenario)
D.1: Parts count process

General explanations

We calculate the MTTF value of our electronic products using special software and the parts count process as per EN ISO 13849-1 Appendix C.5.

The procedure specified in EN ISO 13849-1 Appendix C.5.1 is used to assess dangerous failures: MTTF_D = MTTF x 2.

8760 operating hours per year are assumed here. For our electromechanical sensors, we specify the B10d value derived from the results of fatigue testing. We determine the degree of diagnostic coverage using FMEA according to EN ISO 13849-1. The mission time is the result of constant long-term testing and years of market observation. The specification for the MTTF value, MTTF_D value, B10d value, mission time and/or the degree of diagnostic coverage do not present binding statements about quality and/or mission time; they are only empirical values with no binding character. These declared values do not extend the limitation period for claims arising from defects or influence them in any other way.

We cannot accept responsibility for the correctness and completeness of this information because errors can never be completely avoided despite all due diligence.

We would like to point out that the products listed here are not safety components as specified in Machinery Directive 2006/42/EC Article 2c and were not developed according to the relevant standards.

Under specific conditions, it is possible to use products without a performed safety assessment to develop corresponding structures as per EN ISO 13849-1 with performance levels. (see e.g. EN ISO 13849-1, point 4.6.2)

A superordinate control or other suitable measures must guarantee the degree of diagnostic coverage for reaching the required performance level.

We reserve the rights to make changes.

Balluff GmbH
Schurwaldstraße 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Deutschland
Tel. +49 7158 173-0
Fax +49 7158 5010
balluff@balluff.de

Příloha 8

Certifikát pro lineární indukční snímač s vyznačenou hodnotou MTTFD. [53]

BALLUFF

Certificate MTTF and MTTFD / B10d

10.05.2018

Ordercode:
BIP001H

Part number:
BIP LD2-T070-03-S75

MTTF (40°C)	MTTF _D	B10d	Mission Time	Diagnostic Coverage
230 years	460 years	-	20 years	-

Calculation formulas	
$MTTF = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{MTTF_n}}$	$MTTF_d = MTTF \cdot 2$

Norm

DIN EN ISO 13849-1:2016 and SN29500,
T = 40 °C.

Section of standards

C.5: MTTF, MTTFD data of electrical components
(typical case scenario)
D.1: Parts count process

Balluff GmbH
Schurwaldstraße 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Deutschland
Tel. +49 7158 173-0
Fax +49 7158 5010
balluff@balluff.de

General explanations

We calculate the MTTF value of our electronic products using special software and the parts count process as per EN ISO 13849-1 Appendix C.5.

The procedure specified in EN ISO 13849-1 Appendix C.5.1 is used to assess dangerous failures: MTTFD = MTTF x 2. 8760 operating hours per year are assumed here. For our electromechanical sensors, we specify the B10d value derived from the results of fatigue testing. We determine the degree of diagnostic coverage using FMEA according to EN ISO 13849-1. The mission time is the result of constant long-term testing and years of market observation. The specification for the MTTF value, MTTFD value, B10d value, mission time and/or the degree of diagnostic coverage do not present binding statements about quality and/or mission time; they are only empirical values with no binding character. These declared values do not extend the limitation period for claims arising from defects or influence them in any other way.

We cannot accept responsibility for the correctness and completeness of this information because errors can never be completely avoided despite all due diligence.

We would like to point out that the products listed here are not safety components as specified in Machinery Directive 2006/42/EC Article 2c and were not developed according to the relevant standards. Under specific conditions, it is possible to use products without a performed safety assessment to develop corresponding structures as per EN ISO 13849-1 with performance levels. (see e.g. EN ISO 13849-1, point 4.6.2)

A superordinate control or other suitable measures must guarantee the degree of diagnostic coverage for reaching the required performance level.

We reserve the rights to make changes.

Příloha 9

Katalogový list SIEMENS – Safety Integrated s vyznačeným zvoleným řídicím systémem SINUMERIK 840D sl. [58]

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
V90	6SL3210-5Fxxx-xUxx	SIL2	PL_D	5.00E-8	0	0	20	-	-

Table 34: SINUMERIK 828D

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
NUMERICAL CONTROL EXTENSION NX 15.3 (SIN 828D)	6SL-3040-1NB00-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
NUMERICAL CONTROL EXTENSION NX10.3 (SIN 828D)	6SL3040-1NC00-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 240.3	6FC5370-4AA30-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 240.3	6FC5370-4AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 241.3	6FC5370-3AA30-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 241.3	6FC5370-3AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 260.3	6FC5370-6AA30-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 260.3	6FC5370-6AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 261.3	6FC5370-5AA30-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 261.3	6FC5370-5AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 280.3	6FC5370-8AA30-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 280.3	6FC5370-8AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 281.3	6FC5370-7AA30-0AA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 281.3	6FC5370-7AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-
PPU 290.3	6FC5370-8AA30-0BA0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	-	-

Table 35: SINUMERIK 840D sl

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
NCU 710.3B PN	6FC5371-0AA30-0AB0	SIL2	PL_D	6.60E-8	0	0	20	SINUMERIK Safety integrated	-
NCU 710.3B PN	6FC5371-0AA30-0AB0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	SINAMICS Safety Integrated basic (STO, SBC, SS1)	-
NCU 720.3 PN	6FC5372-0AA30-0AA1	SIL2	PL_D	6.60E-8	0	0	20	SINUMERIK Safety integrated	-
NCU 720.3 PN	6FC5372-0AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	SINAMICS Safety Integrated basic (STO, SBC, SS1)	-
NCU 720.3B PN	6FC5372-0AA30-0AB0	SIL2	PL_D	6.60E-8	0	0	20	SINUMERIK Safety integrated	-
NCU 720.3B PN	6FC5372-0AA30-0AB0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	SINAMICS Safety Integrated basic (STO, SBC, SS1)	-
NCU 730.3 PN	6FC5373-0AA30-0AA1	SIL2	PL_D	6.60E-8	0	0	20	SINUMERIK Safety integrated	-
NCU 730.3 PN	6FC5373-0AA30-0AA1	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	SINAMICS Safety Integrated basic (STO, SBC, SS1)	-
NCU 730.3B PN	6FC5373-0AA30-0AB0	SIL2	PL_D	6.60E-8	0	0	20	SINUMERIK Safety integrated	-

Příloha 10

Katalogový list SIEMENS – Safety Integrated s vyznačeným modulem vstupů a výstupů. [58]

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
ATE530S PROFINET COATED	6FB1231-3BM12-7AT0	SIL2	PL_D	1.30E-7	0	0	20	Safety Inputs	-
ATE531S PROFINET	6FB1231-3BM11-7AT0	SIL2	PL_D	1.30E-7	0	0	20	Limit of energy and force	-
ATE531S PROFINET	6FB1231-3BM11-7AT0	SIL2	PL_D	1.30E-7	0	0	20	Safety Inputs	-

Table 5: SIMATIC ET200M - fail-safe Modules

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
SM326 F-DI 24	6ES7326-1BK02-0AB0	SIL3	PL_E	1.00E-9	0	0	20	2 channels	-
SM326 F-DI 24	6ES7326-1BK02-0AB0	SIL2	PL_D	1.00E-8	0	0	20	1 channel	-
SM326 F-DI 8 Namur	6ES7326-1RF01-0AB0	SIL2	PL_D	2.00E-8	0	0	20	1 channel	-
SM326 F-DI 8 Namur	6ES7326-1RF01-0AB0	SIL3	PL_E	1.00E-9	0	0	20	2 channels	-
SM326 F-DO 10	6ES7326-2BF10-0AB0	SIL3	PL_E	1.00E-9	0	0	20	-	-
SM326 F-DO 8	6ES7326-2BF41-0AB0	SIL3	PL_E	3.00E-9	0	0	20	-	-
SM336 F-AI 6	6ES7336-4GE00-0AB0	SIL3	PL_E	1.00E-9	0	0	20	2 channels	-
SM336 F-AI 6	6ES7336-4GE00-0AB0	SIL3	PL_E	1.00E-8	0	0	20	1 channel	-

Table 6: SIMATIC ET200MP - fail-safe Modules

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
SM526 F-DI 16	6ES7526-1BH00-0AB0	SIL3	PL_D	1.00E-9	0	0	20	1 channel	-
SM526 F-DI 16	6ES7526-1BH00-0AB0	SIL3	PL_E	1.00E-9	0	0	20	2 channels	-
SM526 F-DI 16	6AG1526-1BH00-2AB0	SIL3	PL_E	1.00E-9	0	0	20	2 channels	-
SM526 F-DI 16	6AG1526-1BH00-2AB0	SIL3	PL_D	1.00E-9	0	0	20	1 channel	-
SM526 F-DQ 8	6ES7526-2BF00-0AB0	SIL3	PL_E	2.00E-9	0	0	20	-	-
SM526 F-DQ 8	6AG1526-2BF00-2AB0	SIL3	PL_E	2.00E-9	0	0	20	-	-

Table 7: SIMATIC ET200S - Frequency converter / Motor starters

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
Failsafe Motor Starter	3RK1301-0.B13-.AA4	SIL3	PL_E	1.80E-9	0	0	10	-	-
High Feature Motor Starter	3RK1301-0.B10-.AA4			0	1000000	73	20	-	-
High Feature Motor Starter	3RK1301-0.B10-.AB4			0	1000000	73	20	-	-
Standard Motor Starter	3RK1301-..B00-.AA2			0	1000000	73	20	-	-

Table 8: SIMATIC ET200S - fail-safe Modules

Product	Ordernumber	SIL	PL	PFHD	B10	Ratio of dangerous failures	T1	AE1	AE2
EM138 1 F-RO	6ES7138-4FR00-0AA0	SIL3	PL_E	8.00E-9	0	0	20	Output	Signal changes at least once per day
EM138 1 F-RO	6ES7138-4FR00-0AA0	SIL3	PL_E	1.00E-9	0	0	20	Output	Signal changes fewer than once per day

Příloha 11

Katalogový list SIEMENS – SIMATIC Safety s vyznačenou hodnotou PFH pro komunikaci související s bezpečností. [59]

S7-300/400 F-CPUs	Article number	Operation in low demand mode low demand mode (PFD = average probability of failure on demand)	Operation in high demand or continuous mode high demand/continuous mode (PFH = probability of a dangerous failure per hour)	With a mission time of	S	D	F
CPU 416F-3 PN/DP	6ES7416-3FR05-0AB0	< 4.76E-05 < 9.52E-05	< 1.09E-09 < 1.09E-09	10 years 20 years	x	x	-
	6ES7416-3FS06-0AB0	< 4.5E-05 < 9E-05	< 1E-09 < 1E-09	10 years 20 years	x	x	-
CPU 410-5H	6ES7410-5HX08-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
		< 2.8E-04* < 5.6E-04*	< 6.3E-09* < 6.3E-09*	10 years 20 years	-	-	x
CPU 412-3H	6ES7412-3HJ14-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
CPU 412-5H PN/DP	6ES7412-5HK06-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
CPU 414-4H	6ES7414-4HJ04-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
	6ES7414-4HM14-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
CPU 414-5H PN/DP	6ES7414-5HM06-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
CPU 416-5H PN/DP	6ES7416-5HS06-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
CPU 417-5H PN/DP	6ES7417-5HT06-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
CPU 417-4H	6ES7417-4HL04-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
	6ES7417-4HT14-0AB0	< 1.9E-04 < 3.8E-04	< 4.3E-09 < 4.3E-09	10 years 20 years	-	-	x
WinAC RTX F based controller		< 1E-04	< 3E-09	10 years	x	x	-

* With use in an extended temperature range up to max. 70°C.

Safety-related communication	Operation in low demand mode low demand mode According to IEC 61508:2010: PFD _{avg} = Average probability of a dangerous failure on demand	Operation in high demand or continuous mode high demand/continuous mode According to IEC 61508:2010: PFH = Average frequency of a dangerous failure [h ⁻¹]	With a mission time of	S	D	F
	< 1E-05*	< 1E-09*	20 years	x	x	x

* Note on S7-300/400 F-CPUs:

The PFH value is valid under the assumption that a maximum of 100 F-I/Os are involved in a safety function. If more than 100 F-I/Os are used, you need to add a 4E-12 for each F-I/O for this safety function.

The PFD_{avg} value is valid under the assumption that a maximum of 25 F-I/Os are involved in a safety function. If more than 25 F-I/Os are used, you need to add 3.5E-7 per F-I/O for this safety function.

Příloha 12

Katalogový list elektromagnetického ventilu s vyznačenou hodnotou MTTF_D. [54]

8/22 WE | Directional spool valve

Technical data

(For application outside these parameters, please consult us!)

general				
Weight		Individual connection	Central connection	
	– Valve with one solenoid	kg [lbs]	3.9 [8.6]	4.0 [8.8]
	– Valve with two solenoids	kg [lbs]	5.5 [12.1]	5.6 [12.3]
Installation position		Any ¹⁾		
Ambient temperature range	– Standard version	°C [°F]	–20 ... +70 [–4 ... +158] (NBR seals) –15 ... +70 [+5 ... +158] (FKM seals)	
	– Version for HFC hydraulic fluid	°C [°F]	–20 ... +50 [–4 ... +122]	
	– Low-temperature version ²⁾	°C [°F]	–40 ... +50 [–40 ... +122]	
Storage temperature range		°C [°F]	–20 ... +50 [–4 ... +122]	
MTTF _D values according to EN ISO 13849	Years	300 (for further details see data sheet 0801.2)		

hydraulic			
Maximum operating pressure ²⁾	– Ports A, B, P	bar [psi]	350 [5076]
	– Port T	bar [psi]	210 [3050] Tank pressure (standard) With symbols A and B, port T must be used as leakage oil connection if the operating pressure exceeds the maximum admissible tank pressure.
Maximum flow		l/min [US gpm]	160 [42.3]
Flow cross-section (spool position 0)	– Symbol Q	mm ²	Approx. 6 % of nominal cross-section
	– Symbol W	mm ²	Approx. 3 % of nominal cross-section
Hydraulic fluid		See table below	
Hydraulic fluid temperature range (at the valve working ports)		°C [°F]	–20 ... +80 [–4 ... +176] (NBR seals) –15 ... +80 [+5 ... +176] (FKM seals) –20 ... +50 [–4 ... +122] (HFC hydraulic fluid) –40 ... +50 [–40 ... +122] (low-temperature version)
	Viscosity range	mm ² /s [cSt]	2.8 ... 500 [35 ... 2320]
	Maximum admissible degree of contamination of the hydraulic fluid - cleanliness class according to ISO 4406 (c)		Class 20/18/15 ³⁾

Hydraulic fluid	Classification	Suitable sealing materials	Standards	Data sheet
Mineral oils	HL, HLP, HLPD, HVLP, HVLDP	NBR, FKM	DIN 51524	90220
Bio-degradable	▶ insoluble in water	HETG	ISO 15380	90221
		HEES	FKM	
	▶ soluble in water	HEPG	ISO 15380	
Flame-resistant	▶ water-free	HFDU, HFDR	ISO 12922	90222
	▶ containing water	HFC (Fuchs Hydrotherm 46M, Petrofer Ultra Safe 620)	ISO 12922	90223



Important information on hydraulic fluids:

- ▶ For more information and data on the use of other hydraulic fluids, please refer to the data sheets above or contact us!
- ▶ There may be limitations regarding the technical valve data (temperature, pressure range, life cycle, maintenance intervals, etc.)!
- ▶ The flash point of the hydraulic fluid used must be 40 K higher than the maximum solenoid surface temperature.

▶ Flame-resistant – containing water:

- Maximum pressure differential per control edge 50 bar
- Pressure pre-loading at the tank port >20 % of the pressure differential, otherwise increased cavitation
- Life cycle as compared to operation with mineral oil HL, HLP 50 to 100 %

- ▶ **Bio-degradable and flame-resistant:** When using hydraulic fluids that are simultaneously zinc-solvent, zinc may accumulate (700 mg zinc per pole tube).

¹⁾ With suspended installation, higher sensitivity to contamination. Horizontal installation is recommended.

²⁾ In case of use at low temperatures, see project planning information on page 20.

³⁾ The cleanliness classes specified for the components must be adhered to in hydraulic systems. Effective filtration prevents faults and at the same time increases the life cycle of the components.

Available filters can be found at www.boschrexroth.com/filter.