

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav výrobních strojů a zařízení



# Bakalářská práce

Vybrané bezpečnostní požadavky ve stavbě obráběcích strojů

2020

Eliška Müllerová

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Müllerová** Jméno: **Eliška** Osobní číslo: **465555**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávací katedra/ústav: **Ústav výrobních strojů a zařízení**  
Studijní program: **Teoretický základ strojího inženýrství**  
Studijní obor: **bez oboru**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Vybrané bezpečnostní požadavky ve stavbě obráběcích strojů**

Název bakalářské práce anglicky:

**Selected safety requirements in the machine tool design**

Pokyny pro vypracování:

Proveďte přehled vybraných bezpečnostních předpisů a norem, vztahujících se na konstrukci obráběcích strojů, jejich krytování a ovládací prvky. Příklad aplikace norem na konkrétní typ stroje.; Osnova: 1. Rešerše norem z oblasti bezpečnostních požadavků na stavbu obráběcích strojů; 2. Zpracování přehledu vybraných projevů provozu stroje a opatření pro minimalizaci bezpečnostních rizik; 3. Rozbor aplikace jednotlivých předpisů a norem na konkrétní typ stroje vazbě na body definované normou ČSN EN ISO 16089.; Rozsah grafické části 0 stran; Rozsah textové části 40 -60 stran.

Seznam doporučené literatury:

Norma ČSN EN 12100 a navazující; MAREK, Jiří. Konstrukce CNC obráběcích strojů IV.0. Praha: MM publishing, 2018. MM speciál. ISBN 978-80-906310-8-3.; Bezpečnost strojních zařízení - jak na to?: posouzení rizika dle normy ČSN EN ISO 12100 a souvisejících norem. Brno: L.P. Elektro, 2017. Sborník prezentací. ISBN 978-80-87616-58-1.; Firemní literatura

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Matěj Sulítka, Ph.D., ústav výrobních strojů a zařízení FS**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

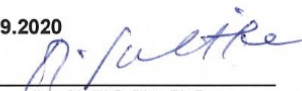
**Ing. Eduard Stach, Ph.D., ústav výrobních strojů a zařízení FS**

Datum zadání bakalářské práce: **29.04.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19.07.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **30.09.2020**

  
Ing. Matěj Sulítka, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

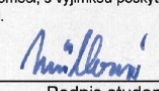
  
Ing. Matěj Sulítka, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

  
\_\_\_\_\_  
Podpis studentky

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl v příloženém seznamu veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací, vydaným ČVUT v Praze 1. 7. 2009.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 15.7.2020

.....  
podpis

## Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Ing. Matěji Sulitkovi, Ph.D. a Ing. Eduardu Stachovi, Ph.D. za jejich trpělivost, vyčerpávající konzultace a nachystání veškerých norem.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svému otci za technické rady a romantické večery, které společně s mou matkou strávili nad mou bakalářskou prací.

Nerada bych při poděkování zapoměla na mé spolužáky, a to zejména na Bc. Adolfa Valáška a Bc. Oskara Lamače, kteří tu pro mě vždy byli.

Tedy slovy klasika „a upřímně – děkuji!“

## Anotace

Autor:	Eliška Müllerová
Název BP:	Vybraní bezpečnostní požadavky ve stavbě obráběcích strojů
Rozsah práce:	71 stran, 42 obrázků
Akademický rok:	2019/2020
Škola:	ČVUT – Fakulta strojní
Ústav:	Ú12135 – Ústav výrobních strojů a zařízení
Vedoucí BP:	Ing. Matěj Sulitka, Ph.D.
Konzultant BP:	Ing. Eduard Stach, Ph.D.
Zadavatel:	ČVUT, FS
Využití:	Použití základní znalosti norem bezpečnosti pracovního prostoru při vývoji nového stroje.
Klíčová slova:	Norma, bezpečnostní prvky, provozní projevy, ochranné kryty, pracovní zóna, bezpečnostní zařízení, blokovací zařízení, ovládací systém
Anotace:	Tato práce se zabývá rozdělením bezpečnostních norem a bezpečnostními požadavky pro stavbu bezpečného stroje, které z norem vyplývají. Dále popisuje konstrukční provedení skupin stroje ve vazbě na body definované normou ČSN EN ISO 16089.

## **Anotation**

Author:	Eliška Müllerová
Title of bachelor`s thesis:	Selected safety requirements in the construction of machine tool design
Extent:	71 pages, 42 pictures
Academic year:	2019/2020
University:	CTU – Faculty of Mechanical Engineering
Department:	Ú12135 – Department of Production Machines and Equipment
Supervisor:	Ing. Matěj Sulitka, Ph.D.
Consultant:	Ing. Eduard Stach, Ph.D.
Submitter:	CTU
Application:	Application of basic knowledge of workspace safety standards in the manufacture of a new machine.
Key words:	Standard, safety requirements, operational manifestations, protective covers, workspace, safety device, locking device, control system
Annotation:	This thesis deals with the division of safety standards and safety requirements for the construction of a safe machine which result from the standards. It also describes the design of machine groups in relation to the points defined by the standard ČSN EN ISO 16089.

## Seznam použitých zkratek

EU	Evropská Unie
ČSN	Československá Státní Norma
EN	Evropská Norma
ISO	International Organization for Standardization
NC	Numerical Control
CNC	Computer Numerical Controlled

## Seznam použitých veličin

D	[mm]	Vnější průměr broušícího kotouče
$T_0$	[mm]	Nechráněná šířka broušícího kotouče
T	[mm]	Tloušťka broušícího kotouče
$t_p$	[mm]	Tloušťka obvodové stěny krytu

## Obsah

1	Úvod.....	11
2	Bezpečnostní normy a jejich rozdělení .....	12
3	Provozní projevy a důsledky .....	16
3.1	Emise .....	16
3.1.1	Hluk.....	16
3.2	Provozní látky a rizika jejich použití.....	18
3.2.1	Řezné kapaliny .....	18
3.2.2	Prach, dým a mlha .....	19
3.2.3	Biologické a mikrobiologické riziko .....	19
3.2.4	Oheň a výbuch.....	20
3.3	Zakopnutí, uklouznutí a pád osob .....	20
4	Kryty.....	22
4.1	Pevné vnější ochranné kryty .....	22
4.1.1	Opláštění strojů.....	23
4.1.2	Dveřní posuvné kryty pracovního prostoru .....	23
4.1.3	Ochranné ohrazení .....	24
4.1.4	Místní ochranné zařízení .....	25
4.2	Pohyblivé vnitřní ochranné kryty .....	26
4.3	Ochranné kryty soustruhů dle normy ČSN EN ISO 23125.....	26
4.3.1	Skupina 1: Ručně ovládané soustruhy bez číslicového řízení.....	27
4.3.2	Skupina 2: Ručně ovládané soustruhy s omezenou schopností číslicového řízení .....	28
4.3.3	Skupina 3: Číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra....	29
4.3.4	Skupina 4: Automatické soustruhy .....	30
4.4	Ochranné kryty vrtaček dle normy ČSN EN 12717 + A1.....	31
4.4.1	Skupina 1: Ručně ovládané vrtačky .....	32
4.4.2	Skupina 2: Automatické vrtačky.....	33
4.4.3	Skupina 3: Jámy .....	33

---



4.5	Ochranné kryty frézek (včetně vyvrtávaček) ČSN EN 13128 + A2 ..	34
4.5.1	Skupina 1 .....	35
4.5.2	Skupina 2 .....	35
4.5.3	Skupina 3 .....	36
4.5.4	Skupina 4 .....	37
4.6	Ochranné kryty obráběcích center ČSN EN 12417 + A2 .....	38
4.7	Ochranné kryty stacionárních brusek ČSN EN ISO 16089 .....	39
4.7.1	Tvary ochranných krytů a úhly otevření .....	40
4.7.2	Kryty pracovní zóny .....	43
4.7.3	Skupina 1: Ručně řízené brusky bez motorem poháněných os a bez číslicového řízení .....	45
4.7.4	Skupina 2: Ručně řízené brusky s motoricky ovládanými osami a pokud je možné, s omezenou schopností číslicového řízení.....	45
4.7.5	Skupina 3: Číslicově řízené brusky .....	46
5	Vlastní řešení .....	47
5.1	Blokovací zařízení spojené s pohyblivým ochranným krytem v následujících oblastech, elektrosenzitivní ochranné zařízení (ESPE) nebo ostatní bezpečnostní zařízení .....	47
5.1.1	Pracovní zóna .....	48
5.1.2	Zóna pro údržbu .....	50
5.1.3	Řemenové převody .....	51
5.1.4	Manipulační zařízení pro nakládání/vykládání obrobků.....	52
5.2	Zařízení vyžadující nepřetržité působení síly na ovládač.....	53
5.3	Ovládací systém s ručním kolem elektroniky .....	54
5.4	Spouštěcí zařízení.....	55
5.5	Monitorování redukované rychlosti vřetena.....	55
5.6	Monitorování redukované rychlosti osy, pokud je posuv řídicí pohyb osy ovlivněn pomocí spouštěcího zařízení vyžadující nepřetržité působení na ovládač nebo pomocí ručního kola elektroniky .....	56
5.7	Nouzové zastavení .....	57
5.8	Zamezení nebezpečí rozdrčení při motoricky poháněných ochranných krytech/dveřích s ochrannou hran .....	58
5.9	Volič funkce režimu bezpečného provozu .....	58
5.10	Bezpečné zastavení provozu (zastavení kategorie 2).....	59

---

5.11	Bezpečné zastavení .....	60
5.12	Řídící funkce k zajištění neúmyslného klesání ve svislých nebo šikmých osách.....	60
5.13	Spuštění a restart funkcí .....	61
5.14	Spuštění pohybu osy .....	61
5.15	Zabránění neúmyslného spuštění systému odsáváním CO <sub>2</sub> .....	62
5.16	Technické spojení mezi požárním poplachem nebo automatickým systémem pro hašení požáru s řídicím systémem stroje .....	62
5.17	Monitorování dodávky řezné kapaliny a olejové mlhy odsáváním při použití hořlavé řezné kapaliny.....	63
5.18	Zabránění neočekávanému spuštění dodávky řezné kapaliny více než nebo rovno 5 bar .....	63
5.19	Zabránění neočekávanému spuštění dodávky řezné kapaliny s použitím nízkotlakého systému řezné kapaliny, tj. méně než 5 bar .....	63
6	Závěr.....	64
	Seznam použité literatury .....	66
	Seznam použitých obrázků .....	69
	Seznam příloh .....	71
6.1	Textové přílohy .....	71

---

## 1 Úvod

Každodenním chlebem nejednoho konstruktéra by mělo být známé heslo „safety first“, ale pokud se nepohybuje jistou dobu v továrně mezi stroji a nemá možnost plně porozumět problematice bezpečnosti obráběcích strojů z nastávajících situací v praxi, může pak stroj navrhnout tak, aby práce na něm byla bezpečná a v nejlepším případě i příjemná? Naštěstí právě z toho důvodu existují bezpečnostní a ergonomické normy. Jako pomoc konstruktérům při tvorbě strojů nejen pro stroje samotné, ale i s ohledem na to, že budou používány a obsluhovány lidmi.

Jelikož je kladen stále větší důraz na zvyšující se bezpečnost, je žádoucí, aby se konstruktér strojního zařízení byl schopen v normativních a nařízeních vlády alespoň základně orientovat, protože jsou jistou prevencí proti nebezpečným situacím, a mohl tak uvést na trh stroj, který nebude ohrožovat zdraví obsluhy a lidí, kteří mají ke stroji přístup.

Z toho důvodu se stává jedním z dílčích cílů této bakalářské práce základní pochopení široké problematiky bezpečnostních norem obráběcích strojů tak, že budu schopna se v nich orientovat a zařadit je podle typu.

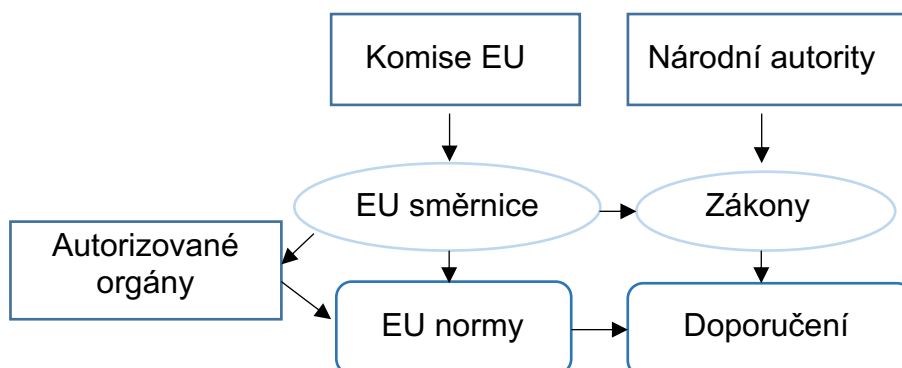
Dále bude pojednáváno a vybraných provozních projevech a důsledcích, na které normy reagují. Jako ochrana proti provozním projevům a jejich důsledkům slouží kryty obráběcích strojů. Těmi bude následně navázáno a budou popsány bližší požadavky na krytování v závislosti na typu obráběcího stroje.

Dalším dílčím cílem bakalářské práce je určení, zdali je možné na základě znalosti jedné bezpečnostní normy týkající se určitého typu obráběcího stroje šablonu, ze které by byl konstruktér schopný určit, kde najde podobnou informaci v normě pro jiný typ stroje.

V rámci práce bude provedena analýza stacionární brusky se zaměřením na části stroje zmiňovaných přiloženou tabulkou a popis použití aplikovaných bezpečnostních prvků.

## 2 Bezpečnostní normy a jejich rozdělení

Jedním z nejdůležitějších požadavků na výrobu by měla být vysoká úroveň bezpečnosti strojů, a to nejen v rámci mateřské firmy, ale i konečných uživatelů. Aby mohl probíhat volný pohyb zboží mezi členskými zeměmi EU a byly zajištěny stejné požadavky na bezpečnost strojních zařízení, vydává komise EU směrnice (jak je patrné z obr. 1). Pro jejich zavedení do praxe jsou zřízené autorizované orgány vydávající na jejich základech normy. Pro prosazování norem v praxi jsou v každém členském státě zřízené organizace.



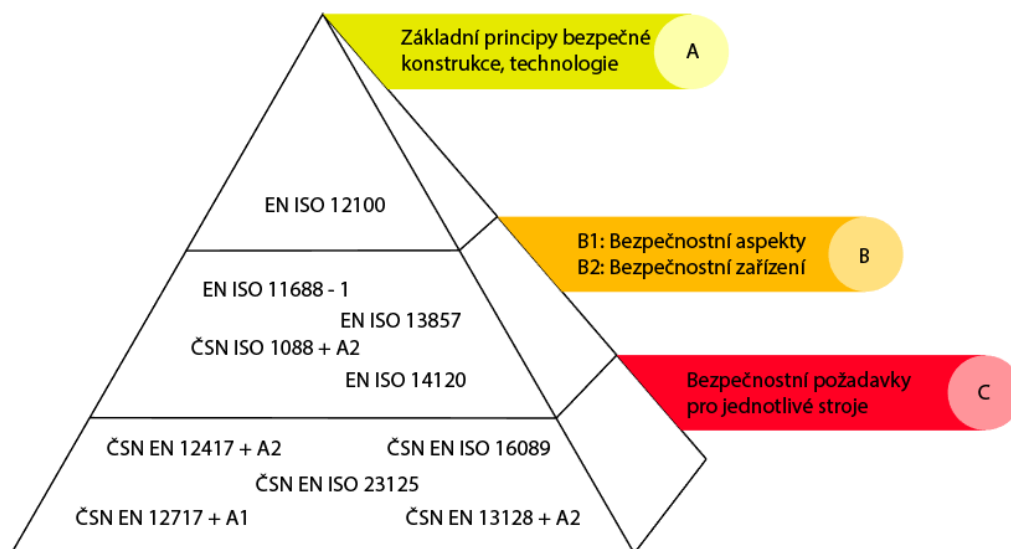
Obr. 1: Vliv komise EU na prosazování norem (podle školení bezpečnosti robotických pracovišť)

Směrnice členskými státy určují konkrétní cíle bez toho, aby ukazovaly, jakým způsobem se mají implementovat. Také jsou zaváděny směrnice do práva vládou jednotlivých zemí pomocí nařízení vlády.

Technické normy jsou formální dokumenty stanovující minimální potřebné vlastnosti či parametry materiálů, produktů nebo pracovních postupů. Důvodem je snaha zajištění toho, že bude vše odpovídat svému účelu a pomoc

konstruktérům při tvorbě strojů nejen pro stroje samotné, ale i s ohledem na to, že budou používány a obsluhovány lidmi. Z valné většiny se jedná o normy, které není nutné bezpodmínečně aplikovat, ale je dobré se nimi řídit, jelikož jsou jistou prevencí proti nehodám a konstruktér může díky nim chránit sám sebe před možným postihem.

Pro větší přehlednost jsou evropské harmonizované normy rozděleny do tří na sebe navazujících skupin, které představují následující typy norem. **Typ A (základní normy)**, tato skupina zahrnuje normy, které se zabývají základními bezpečnostními požadavky, obecnými principy bezpečného konstruování a posouzení rizik. **Typ B (skupinové normy)**, jedná se o skupinu rozdělenou na podskupiny B1 a B2. V podskupině B1 se nachází normy zabývající se vždy jednotlivým základním bezpečnostním aspektem pro speciální bezpečnostní požadavky (například hluk, výpočet bezpečné vzdálenosti a další). Druhá podskupina B2 je určena pro normy, ve kterých se nachází požadavky na bezpečnostní zařízení, kterými mohou být kryty, dvouruční ovládání a jiné. Posledním je **typ C (produktové normy)**, ve kterém se nachází normy určující detailní bezpečnostní požadavky pro jednotlivý stroj nebo skupiny strojů.



Obr. 2: Rozdělení použitých norem podle typu

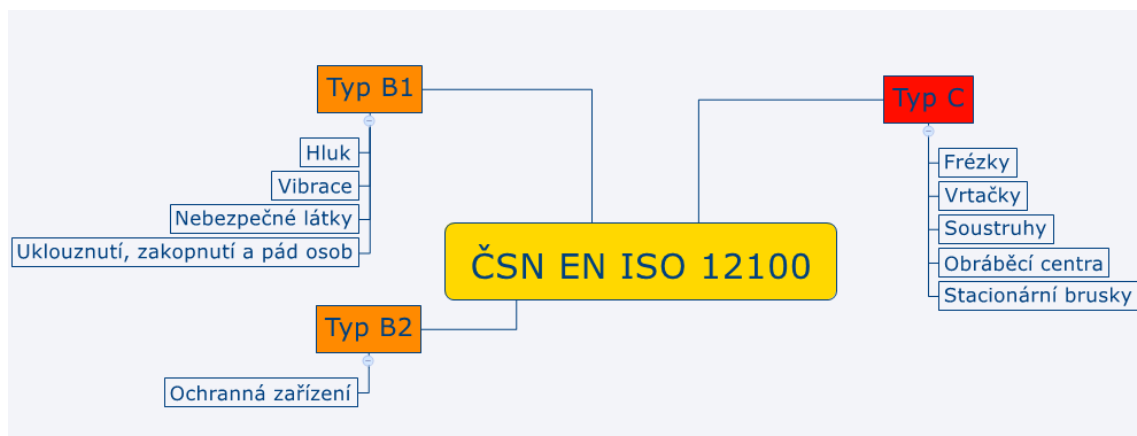
Pomyslným vrcholem pyramidy v obr. 2, a tím tedy základní normou týkající se bezpečnostních požadavků, je norma ČSN EN ISO 12100 – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika. Tato norma specifikuje základní terminologii, zásady a metodologii pro dosažení bezpečnosti

při konstrukci strojního zařízení. Velká část normy se věnuje zásadám posouzení a snižování rizika. Tyto zásady jsou založeny na znalostech a zkušenostech konstruktérů používání, nehod, úrazů a rizik u strojních zařízeních. Norma neslouží k přesnému určení rozměrů konstrukcí strojních zařízení ani jejich bezpečnostních ochranných, ale odkazuje se na normy typu B a C, ve kterých se nachází větší specifikace.

Aby mohlo dojít ke snížení rizika, musí být vyloučena nebezpečí. K tomu slouží bezpečnostní opatření rozdělená dle normy do tří kroků. Prvním krokem je vyloučení nebo snížení rizik zabudovanými konstrukčními opatřeními. Toho lze dosáhnout vhodnou volbou konstrukčních vlastností stroje, kterými jsou geometrické faktory, fyzikální hlediska, vhodná technologie a další. Pokud není možné dostatečně snížit rizika zabudovanými opatřeními, je vhodné použít

bezpečnostní ochranu a doplňková ochranná opatření. V případech, kdy nestačí ani aplikování druhého kroku, musí být identifikována zbytková rizika v informacích pro uživatele zahrnující pracovní postupy pro obsluhu stroje, doporučené bezpečné pracovní postupy týkající se zácviku, popis všech doporučených osobních ochranných prostředků.

Tato práce se dále zabývá krokem dvě, a to přímo použitím bezpečnostní ochrany a doplňkových ochranných opatření ke snížení rizik emisí a zamezení šíření provozních látek v závislosti na typu použitého stroje.



Obr. 3: Provozní projevy a důsledky s typy strojů, které norma zmiňuje

V práci jsou uvedeny pouze rizika mechanická znázorněná na obr. 3, která mohou být vyřešena použitím bezpečnostní ochrany a doplňkových ochranných opatření. Norma se věnuje i tématům jako elektrická, pneumatická, hydraulická nebezpečí a dalším, které nejsou v práci dále rozepisovány.

## 3 Provozní projevy a důsledky

Provozní projevy jsou ve valné většině příčinami nebezpečí a nebezpečných situací a vznikají během obráběcího procesu. Provozních projevů a jejich důsledků je široká škála, ale tato kapitola se věnuje jen pár vybraným, mezi které se řadí například hluk, řezné kapaliny a další.

### 3.1 Emise

V dnešní době jsou emise hodně spojované s vypouštěním výfukových plynů vznikajících spalováním. Nemělo by se, ale zapomínat, že je tato problematika mnohem komplexnější. Jedním z významů slova emise je množství škodlivých látek dostávajících se ze zdroje, kde je jejich největší koncentrace, do ovzduší. Nemusí se tedy nutně jednat pouze o plyny. U obráběcích strojů spadá pod pojem emise hned několik kapitol. Mezi jedny z největších patří hluk, vibrace a záření. [1]

#### 3.1.1 Hluk

S hlukem se setkáváme každý den našeho života. Při nízkých hladinách je neškodný, ale při dlouhodobém působení vysokých hladin akustického tlaku v pracovním prostředí dochází k pomalé ztrátě sluchu. A jelikož hluk vzniká jako vedlejší produkt lidské činnosti, vznikla řada předpisů o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a doporučených postupů pro navrhování strojů a zařízení.

Postupy, popsané v normách, mohou být použity pro diagnostiku a opatření ke snižování hluku nejen ve fázích koncepce návrhu, ale i v podrobném návrhu.

Prvním krokem při eliminaci hlukových problémů je určení hlavních zdrojů hluku ve stroji a sestavení seznamu nebo schématu priorit. Aby mohlo dojít k vypracování tohoto modelu, musí se stroj rozdělit na hlukově aktivní a pasivní

---



části. Hlukově aktivní je taková část stroje, která generuje hluk. Většinou jsou to zařízení, která přeměňují energii na mechanickou práci. Hlukově pasivní části stroje přenášejí hluk generovaný aktivními částmi. Klasickými hlukově pasivními částmi jsou krycí panely strojních zařízení. Je nutné analyzovat hlukově aktivní a pasivní části pro jednotlivé typy hluku vznikajícího ve vzduchu, kapalině a v konstrukci.

Pokud jsou zjištěny zdroje hluku, tak musí konstruktér analyzovat cesty, kterými se může hluk přenášet. Nejvýznamnější cesty šíření hluku jsou konstrukcí, kapalinou a vzduchem. Nesmí se zapomínat na možnost přímého vyzařování zvuku do vzduchu z jednotlivých aktivních částí.

Poslední fází pro návrh je identifikování ploch stroje, které zvuk vyzařují.

Pro snížení přenosu hluku vzduchem do prostředí nabízí norma několik možností. Jedním ze způsobů jsou akustické kryty. Uzavřené prostory izolující zvuk. Kryty jsou vyráběny z tenkého plechu, který umožňuje odražení hluku.

K přenosu hluku kapalinou dochází ve velké většině v potrubích. Proto se ke snížení přenosu hluku kapalinou používají kombinace trubek, hadic nebo tlumičů.

Přenos hluku konstrukcí může být ovlivněn několika změnami například tuhosti, hmotnosti a nebo rozložením tlumení v konstrukci. [2]

## 3.2 Provozní látky a rizika jejich použití

Nebezpečné látky jsou obecně chemické látky, sloučeniny nebo kovy, které díky svým vlastnostem mohou vést k vážnému zranění či smrti. Nejčastěji se s nimi můžeme potkat na pracovištích. Proto musí být materiály, látky nebo příslušenství stroje, které je na obr. 4, použito pro konstrukci a provoz obráběcích strojů tak, aby nevznikaly žádné nebezpečné účinky v průběhu životnosti strojů. [3]



Obr. 4: Příslušenství stroje [4]

Nebezpečnými účinky nemusí nutně být jen vystříknutí řezné kapaliny z pracovního prostoru, ale mohou pod ně spadat i vedlejší produkty při obráběcích procesech, které mohou vznikat nadměrným vypařováním řezné kapaliny, usazováním oleje v místech, kde nemůže cirkulovat, ale i malým množstvím hořlavé řezné kapaliny, která je dodávaná do bodu obrábění.

### 3.2.1 Řezné kapaliny

Nejdůležitější funkcí řezných kapalin je mazání a chlazení při řezném procesu. Ovlivňují ale i velké množství dalších procesů, které se při obrábění dějí. Snižují tření, a odvádí třísky, čímž snižují teplo. Dále přispívají k vyšší životnosti

nástrojů a zlepšování povrchu obrobků. Z tohoto hlediska je nutné, aby byl stálý dostatek řezné kapaliny a nedocházelo k nadměrnému zahřátí a následnému odpaření kapaliny. Ke kontrole, jestli máme dostatečné množství kapaliny, slouží ukazatel hladiny s vyznačením minimální/maximální úrovně hladiny. [5]

Druhy chladicích kapalin se různí. Mohou být s přísadami, které nejsou mísitelné s vodou, například oleje, nebo vodou mísitelné, jimiž jsou emulze obsahující minerální oleje. Tyto sloučeniny jsou většinou velmi agresivní. Proto v místech, kde je předpokládáno vkládání rukou obsluhy do pracovního prostoru, musí být použity ochranné kryty s blokováním a proud chladiva v tomto okamžiku automaticky zastaven nebo odkloněn. [6]

### **3.2.2 Prach, dým a mlha**

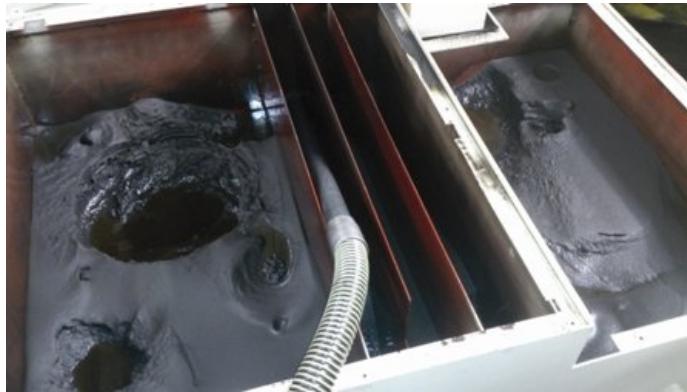
Prach, dým a mlha mohou vznikat z mnoha důvodů. Jedním z nich je výše zmiňovaná malá dávka řezné kapaliny. Pokud je v pracovní zóně vysoká pravděpodobnost vzniku prachu, dýmu a mlhy, musí být použit integrovaný systém pro odsávání, za účelem minimalizace vystavení obsluhy. Odsávání musí být zapnuto okamžitě, jakmile jsou aktivovány funkce způsobující vytváření prachu, dýmu a mlhy. Po vypnutí těchto funkcí musí odsávací systém běžet minimálně ještě 15 s až do doby než nebezpečí vzniklé prachem, výpary a mlhou nezmizí. Zároveň musí být k dispozici taková opatření, která zabrání úniku škodlivé mlhy. [5]

### **3.2.3 Biologické a mikrobiologické riziko**

K biologickému a mikrobiologickému, tedy k virovému nebo bakteriálnímu, riziku dochází díky nadměrnému mechanickému znečištění řezných kapalin. Toto znečištění je následkem usazování jemných kovových špon hlavně v místech, která jsou špatně přístupná. Dalšími negativními účinky znečištění řezných kapalin pak může být zalepování brusných kotoučů, zamezení přívodu

---

řezné kapaliny přívodovými kanálky, nadměrná spotřeba filtračních prvků, které musí být v konstrukci použity a další. Z tohoto důvodu je nutné, aby celý obsah řezné kapaliny v každém místě cirkuloval, kromě případů, kdy je konstrukcí vyžadováno usazování a všechna potrubí musí mít takový sklon a průměr, aby usazování kalu, který je vidět na obr. 5, bylo co nejmenší. V případě, kdy dojde k tvorbě usazeniny, musí být konstrukcí stroje umožněno čištění, přičemž nesmí být vyžadováno vypuštění celého systému. [7]



Obr. 5: Nádrž brusky s kalem po odsátí oleje [7]

### 3.2.4 Oheň a výbuch

Riziko vzniku ohně a výbuchu může vznikat různými možnostmi. Jednou z nich je používání hořlavých řezných kapalin při řezném procesu. Aby bylo riziko vzniku hořlavých směsí a zdroje zapálení co nejmenší, tak musí okruh zajišťovat dostatečné množství kapaliny v bodě obrábění. Tento systém musí být stále monitorován a musí být zabráněno spuštění stroje v době, kdy není funkční dodávka řezné kapaliny, případně v době poruchy musí být proces automaticky zastaven a musí být odpojen odsávací systém. [5]

### 3.3 Zakopnutí, uklouznutí a pád osob

Zakopnutí, uklouznutí a pády bývají největší příčinou úrazu na různých pracovištích od těžké výroby po kancelářskou práci. Ve většině případů k riziku dochází kvůli špatné údržbě a nepořádku v objektu.

Dalšími přispívajícími faktory pak může být špatné osvětlení, nerovnosti na podlahových plochách, schodiště, rozlité tekutiny a jiné.

U obráběcích strojů dochází k vyšší pravděpodobnosti výskytu rizika u pracovních míst a prostředků přístupu na stroje, kterými mohou být schody, žebříky, lávky a plošiny, díky kontaminaci řeznou kapalinou. V takových případech musí být místa navržena tak, aby bylo zamezeno rozlití směsi mimo kryty stroje a minimalizováno uklouznutí, zakopnutí a pád osob instalací zábradlí, zábran nebo protiskluzového povrchu, které jsou použity i u stroje Mazak na obr. 6. [5]



Obr. 6: Ukázka aplikace zábradlí u stroje INTEGREX e-1850V/25s [8]

## 4 Kryty

Ochranné kryty jsou nutnou součástí obráběcích strojů, jelikož slouží jako fyzická zábrana poskytující ochranu osobám nacházejícím se v blízkosti stroje, nebo mechanismu samotného stroje proti provozním projevům a jejich důsledkům uvedeným výše.

V rámci zařízení můžeme rozeznávat různé typy použití ochranných krytů v kombinaci s různými typy jiných ochranných zařízení. Možnosti typů použití mohou vyplývat z počtu a členitosti nebezpečných prostorů, z požadavků pro bezpečný přístup do nebezpečných částí stroje, z pohybu během provozu, nebo z jejich umístění na stroji.

Výběr ochranných krytů musí být v závislosti s dokumentací o posouzení rizika dle normy ISO 12100, článek 6.3.2., který pojednává o praktickém používání ochranných krytů za účelem ochrany osob před nebezpečími vytvářenými pohybujícími se částmi v závislosti na povaze těchto částí a na potřebě přístupu do nebezpečných prostorů, a na výše zmíněných provozních projevech a důsledcích. [9] [10]

Ochranné kryty stroje se skládají z krytů pracovního prostoru, které jsou děleny na vnější (pevné) a vnitřní (pohyblivé).

### 4.1 Pevné vnější ochranné kryty

Primární funkcí pevných ochranných krytů je ochrana osob pracujících se strojem, nebo v jeho blízkosti. Jejich použití je obvykle v místech, kde není potřeba přístupu do pracovní zóny, nebo je tato potřeba nízká, a to z důvodů seřízení a údržby. [11] [10]

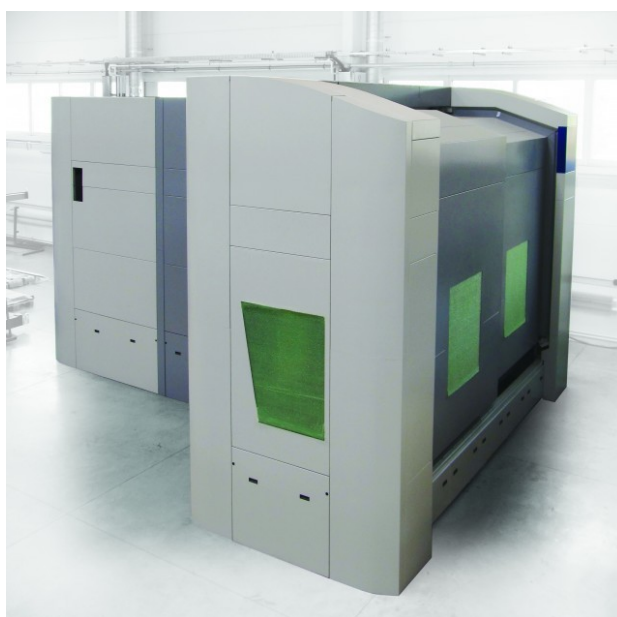
Aby byly pevné ochranné kryty zvoleny a zkonstruovány pro daný obráběcí stroj správně, je důležité posouzení vznikajících rizik od různých nebezpečí. Seznamy těchto nebezpečí uvádí každá níže zmíněná bezpečnostní norma.

---

Po zhodnocení jednotlivých nebezpečí, může dojít ke zvolení ochranných krytů a jejich konstrukci viz níže.

#### 4.1.1 Opláštění strojů

Opláštění nebo také kapotáže strojů jsou pevné, nepohyblivé kryty, které jsou používány z důvodu jejich jednoduchosti a spolehlivosti. Kapotáže strojů konstruktér využívá k tomu, aby obsluha stroje nemohla zasahovat do nebezpečného prostoru, kde jsou pohyblivé části stroje a předchází tak úrazům. Zároveň jejich použitím tvoří celkový design stroje. [10] [11]



Obr. 7: Ukázka plného krytování [12]

Plné krytování strojů, jako je na obr. 7, zajišťuje i čistotu prostředí, jelikož se výše zmíněné provozní projevy nešíří mimo pracovní prostor. [13]

#### 4.1.2 Dveřní posuvné kryty pracovního prostoru

Stejně jako nepohyblivé opláštění stroje souvisí také posuvné kryty s pevnými ochrannými kryty. Dveřní posuvné kryty uzavírají pracovní prostor a zároveň slouží k přístupu při upínání obrobku. Jejich další funkcí je zamezení

odlétávání třísek, chladicí kapaliny a v případě havárie poškozených částí stroje mimo pracovní prostor.

Aby posuvné kryty mohly být bezpečné, musí být opatřeny blokováním v ochranné poloze v okamžiku kdy je stroj spuštěn. Existují dva typické druhy blokovacích zařízení. A to blokovací zařízení bez jištění ochranného krytu (viz obr. 8) a blokovací zařízení s jištěním ochranného krytu.



Obr. 8: Ukázka blokovacího zařízení [14]

V prvním případě je možné ochranný kryt otevřít kdykoliv, ale je požadováno automatické zastavení pracovního procesu v případě nežádoucího otevření pracovního prostoru. V druhém případě nelze, díky použití zámku, otevřít posuvné kryty do doby, než je dokončen pracovní cyklus stroje, nebo jej spustit v okamžiku, kdy nejsou posuvné kryty v ochranné poloze. [15]

#### 4.1.3 Ochranné ohrazení

K ochraně lze použít i obvodové ohrazení, které je na obr. 9, s využitím bezpečné vzdálenosti. Tyto kryty neslouží k uzavření nebezpečného prostoru, ale brání obsluze stroje v přístupu k nebezpečným místům mimo stroj. Ochranné ohrazení musí být použito v kombinaci s dalšími ochrannými zařízeními, jelikož není schopno samo ochránit obsluhu.





Obr. 9: Ochranné ohrazení X-Guard [16]

Jeho výhodou je rychlá instalace, snadné úpravy a montáž pro různé typy aplikací. [16]

#### 4.1.4 Místní ochranné zařízení

Ke krytům nebezpečného prostoru může být jistou alternativou místní ochranné zařízení, které aplikujeme při ochraně obsluhy u velkých obráběcích center, kde krytování pracovního prostoru nelze použít. Mezi místní ochranné hrazení se řadí například bezpečnostní kabiny, která se nachází v levé části obr. 10.



Obr. 10: Bezpečnostní kabina u horizontální vyvrtávačky WH 10 CNC [17]

## 4.2 Pohyblivé vnitřní ochranné kryty

Vnitřní ochranné kryty jsou důležitou součástí obráběcích strojů. Jejich funkcí je ochrana těch částí stroje, které by při provozu přicházely do kontaktu s třískami a chladicí kapalinou. Pokud by nebyly chráněny, jejich provozuschopnost a životnost by byly velice krátké.

Ochranné kryty funkčních částí se skládají z více prvků, mezi které patří panely skluzů, koryt a jiných. Na ně navazují teleskopické kryty (viz obr. 11) a další. [13]



Obr. 11: Teleskopický kryt [18]

Vnitřní ochranné kryty pracovního prostoru mají sice nemalou roli v krytování obráběcích strojů, ale nespádají do tématu člověk vs. stroj, a proto nebudou dále rozebírány.

## 4.3 Ochranné kryty soustruhů dle normy ČSN EN ISO 23125

Soustruh je stroj na třískové obrábění. Hlavním řezným pohybem je rotace obrobku upnutého ve vřetenu. Vedlejší řezný pohyb je přímočarý pohyb nástroje upnutého na revolverové hlavě. Vedlejší řezný pohyb může být podélný při posuvu podélného suportu nebo příčný při pohybu příčného suportu.

Mezi základní části univerzálního soustruhu nepatří jen výše zmiňované vřeteno, ale i lože, nad kterým se nachází vřeteník se sklíčidlem a proti němu koník. Po loži se pohybuje již zmiňovaný suport.

Každá z těchto částí má jiné požadavky na krytování v závislosti na skupině, ve které se nachází, případně v jakém režimu je stroj spuštěn.

#### 4.3.1 Skupina 1: Ručně ovládané soustruhy bez číslicového řízení

Mezi ručně ovládané soustruhy bez číslicového řízení se řadí univerzální, čelní, revolverové a svislé soustruhy. Čelní soustruhy se používají pro kusovou výrobu, kdy je obrobek upnut na lícni desku. Lože se suportem tvoří samostatnou jednotku a součástí soustruhu není koník. Revolverové soustruhy se také využívají v kusové výrobě, ale díky revolverové hlavě, která se nachází místo koníka, je možné provést více operací na jedno upnutí. Svislý karuselový soustruh se používá k obrábění rozměrných a těžkých obrobků otáčejících se kolem svislé osy. [19]

Aby stroje spadající do skupiny 1 byly považovány za bezpečné, musí být jejich konstrukce vybavena ochranným krytem sklíčidla a zadním a předním ochranným krytem proti třískám. Kryt sklíčidla i přední ochranný kryt proti třískám je zobrazen na obr. 12.



Obr. 12: Konvenční soustruh s ukázkou ochranných krytů [20]

Ochranný kryt sklíčidla slouží k zamezení nebo omezení přístupu k rotujícím upínacím zařízením. Jeho součástí musí být blokování pohonu vřetena. Svou šířkou musí dosahovat až k nejkratším částem běžných čelistí sklíčidla tak, aby kryt pokrýval celou délku tělesa.

Zadní ochranný kryt musí být pevně připevněn ke stroji a přesahovat délku prostoru obrábění. Pokud se jedná o velký soustruh, musí být připevněn k suportu tak, aby šířka zakrytí byla stejná jako šířka suportu.

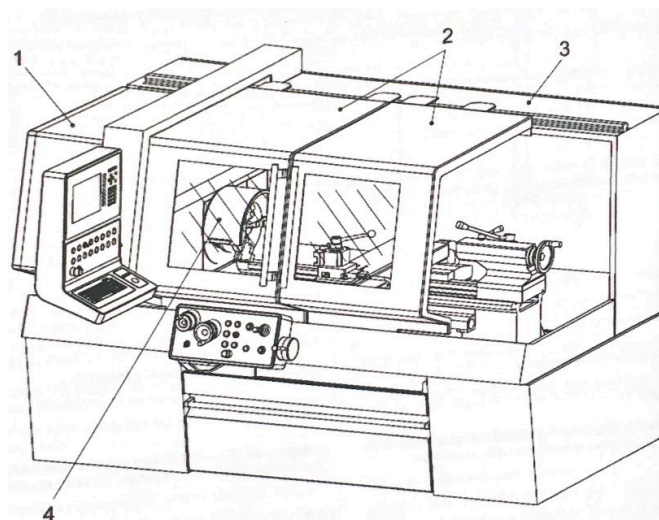
Minimální šířka předního ochranného krytu musí být stejně velká jako šířka suportu. V místech, kde kryt nepřesahuje od konce pracovního vřetena k přední části koníku, když se koník nachází na konci lože, musí být ochranný kryt nastavitelný podél osy Z a může být připevněn k suportu. [21]

#### **4.3.2 Skupina 2: Ručně ovládané soustruhy s omezenou schopností číslicového řízení**

Soustruhy ze skupiny ručně ovládaných soustruhů s omezenou schopností číslicového řízení nebo také poloautomatické soustruhy jsou zdokonalením skupiny 1. Jejich pracovní cyklus je automatizován použitím čelních nebo obvodových vaček, kopírovacích systémů nebo programovatelných řídicích systémů. Nicméně výměna obrobku je stále prováděna obsluhou.

Poloautomatické stroje mohou být spuštěny ve třech režimech, na které se vztahují různé požadavky na krytování. Pokud je stroj používán v režimu 0 (ruční režim), vztahují se na něj stejné požadavky jako pro stroje skupiny 1. Při spuštění v režimu 1 (automatický režim) musí být stroj opatřen krytovaním, které splňuje požadavky na ochranný kryt sklíčidla, přední ochranný kryt nebo částečné zakrytí, které bude zakrývat minimálně vzdálenost od konce pracovního vřetene až k přední části koníku nacházejícím se na konci lože (viz obr. 13). Posledním je režim 2 (seřizovací režim), při kterém nesmí být dovolen žádný pohyb v nebezpečné zóně, dokud nejsou ochranné kryty uzavřeny. [21]

---



Obr. 13: Ukázka krytování poloautomatického stroje [21]

### 4.3.3 Skupina 3: Číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra

Číslicově řízené soustruhy jsou takové stroje, u kterých je veškerý pohyb částí stroje, nástrojů i výrobků obstaráván automaticky, a to na základě příkazů řídicího systému zadaných pomocí NC (numerical control) programu. Funkcí obsluhy je pouze kontrola a ovládání činnosti řídicího systému. [22]

Požadavky na krytování strojů v této skupině, podobně, jako tomu bylo u skupiny 2, liší podle použitého režimu. Požadavky jsou v tomto případě zároveň ovlivněny orientací pracovního vřetene, která může být buď svislá, nebo vodorovná a velikostí stroje.

U malých strojů, jako je například stroj zobrazený na obr. 14, ve skupině 3 musí být ochranné kryty navrženy tak, aby zabránily úlomkům a kapalině ve vymrštění z pracovní zóny. Požadavky na velké stroje jsou stejné jako na stroje malé v kombinaci s pevnými a pohyblivými kryty s blokováním, které musí být použity tak, aby z místa obsluhy zamezily přístup do nebezpečných oblastí.



Obr. 14: CNC soustružnické centrum Hyundai wia E200MA [23]

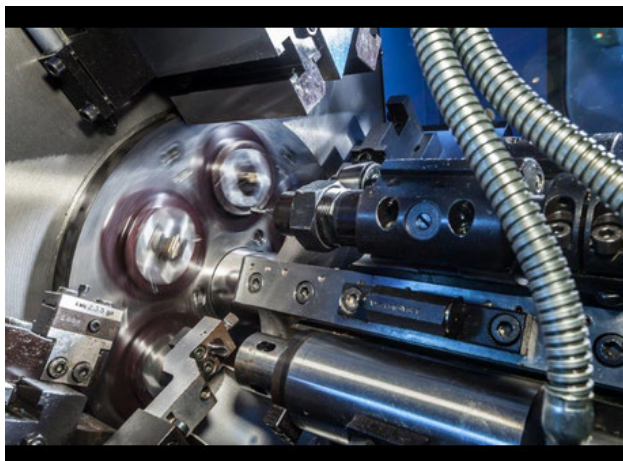
Použitím obvodového hrazení u velkých svislých strojů, které se skládá z pevných a pohyblivých ochranných krytů s blokováním, musí být zamezen vstup do oblasti obrábění. Obvodové hrazení, které je připevněno k podlaze, musí být pevně uchyceno a jeho minimální výška nesmí být menší, než 1,40 m, a minimální tloušťka materiálu musí být alespoň 3 mm. U velkých vodorovných strojů musí ochranné kryty připevněné ke stroji přesahovat celou šířku oblasti obrábění. Pokud je nutný přístup k nebezpečným pohybům stroje, musí být součástí plošiny obsluhy nebo saní rovné pevné ochranné kryty a pohyblivé ochranné kryty s blokováním krytu. Kryty musí dosahovat minimální výšky 1,80 m od místa obsluhy a musí mít šířku plošiny obsluhy nebo saní. [21]

#### 4.3.4 Skupina 4: Automatické soustruhy

U automatických soustruhů je, na rozdíl od poloautomatických, výměna polotovarů a odběr výrobků prováděn strojem. Jejich charakteristickým znakem je samočinné opakování pracovního cyklu po obrobení jedné součásti. Jejich uplatnění je ve velkosériové a hromadné výrobě. [24]

Dělí se podle počtu pracovních vřeten na jednovřetenové a vícevřetenové soustruhy, jako je na obr. 15. Nejčastější počet vřeten u vícevřetenových automatů je šest, osm nebo dvanáct. Všechny operace mohou probíhat současně na všech pracovních vřetenech.

Tato možnost přináší výhody zkrácení vedlejších časů a času obrábění. [13]



Obr. 15: Multivřetenový automatický soustruh Schuette SF 13 - 6 [25]

Pro zmírnění rizik a zamezení přístupu k nebezpečným částem stroje musí být stroj vybaven ochrannými kryty. Ty, kterými je vyžadován častý přístup k nebezpečným pohybům během provozu, musí být navrženy jako ochranné kryty s blokováním. [21]

#### 4.4 Ochranné kryty vrtaček dle normy ČSN EN 12717 + A1

Hlavní funkcí vrtaček je zhotovování nebo zvětšování děr rotujícím nástrojem. Řezný pohyb vykonává nástroj. Jeho osa je kolmá k ploše v místě vstupu vrtáku do obrobku. Posuv vrtáku je vykonáván ve směru jeho osy.

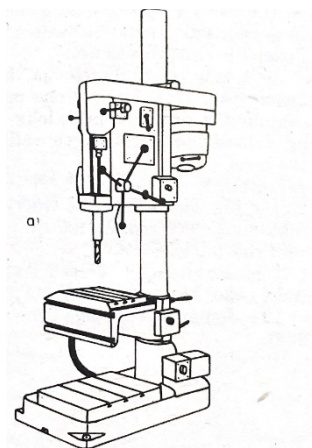
Vřeteno vrtačky koná současně rotační a posuvný pohyb. Posuvný pohyb mu umožňuje pinola, ve které je vřeteno uloženo. Pinola nekoná rotační pohyb, dá se pouze posouvat, a to ručně nebo mechanicky. Většina nástrojů se upíná do kužele ve vřetenu, kromě vrtáků s válcovou stopkou, které se upínají do sklíčidla. [26]

Stejně jako soustruhy u předchozí normy, jsou zde vrtačky děleny podle stupně automatizace na ručně ovládané a automatické a pro každou skupinu jsou požadavky na krytování rozdílné. Dle normy je zavedena třetí skupina, kde

se nachází různá ochranná opatření. Ta se mohou týkat ručně ovládaných i automatických strojů.

#### 4.4.1 Skupina 1: Ručně ovládané vrtačky

Mezi ručně ovládané stroje se řadí vrtačky stolní, sloupové (obr. 16), stojanové a radiální. Stolní vrtačky mají nejjednodušší konstrukci a ke změně otáček slouží stupňové řemenice s klínovým řemenem. Větší vrtačky se vyrábí jako stojanové nebo sloupové. Stojanové vrtačky mají větší než sloupové. Dochází k posuvu vřeteníku i stolu po vedení stojanu. U sloupových vrtaček koná vertikální posuv po sloupu pracovní vřeteník i stůl vrtačky. Posuv nástroje je mechanický.



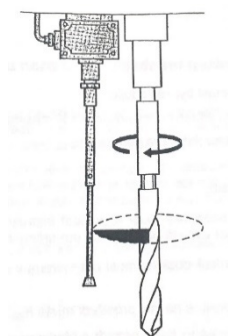
Obr. 16: Sloupová vrtačka bez ochranných krytů [26]

Posledním typem jsou otočné vrtačky, které jsou určeny pro obrábění otvorů v rozměrných výrobcích. Obrobek je umístěn na základně a vřeteník se přestavuje do potřebné polohy poježděním po výškově přestavitelném ramenu a otáčením ramene kolem sloupu. [27]

Konec vřetená, upínač nástroje a nástroj musí být obklopeny pevnými, nastavitelnými nebo pohyblivými kryty s blokováním, aby nebyl možný přístup zepředu ani z obou bočních stran. Pokud není možné použít ochranné kryty z důvodu různých aplikací, přichází na řadu například teleskopické bezpečnostní



vypínací zařízení. Takovátto zařízení se musí nacházet nejdále 150 mm od vnějšího průměru každého vřetena stroje (jak je patrné z obr. 17). [28]



Obr. 17: Teleskopické bezpečnostní vypínací zařízení [28]

#### 4.4.2 Skupina 2: Automatické vrtačky

U automatických vrtaček je požadováno zakrytování pracovního prostoru pevnými nebo pohyblivými kryty s blokováním. Protože se většinou jedná o stroje pro obrobky větších rozměrů, musí být v místech, kde není možné umístění krytů pracovního prostoru na stroj, obsluha stroje chráněna kombinací jiných prostředků, kterými mohou být obvodová hrazení, kabina a další.

Kryty montované na podlahu musí být bezpečně připevněny a jejich výška nesmí být menší jak 1,4 m.

V případě, že má stroj více pracovních prostorů, musí být mezi nimi pevné nebo pohyblivé kryty s blokováním, aby nebylo možné ze sousedního aktivního pracovního prostoru ohrozit obsluhu. [28]

#### 4.4.3 Skupina 3: Jámy

Jámy jsou převážně součástí velkých strojů. Důvodů pro jejich vytvoření je několik. Může to být snížení stroje nebo eliminace vibrací od okolních zdrojů. Obsluha má pak dobrý přístup bez nutnosti použití schodů. U strojů, kde se musí obrobky upínat na jeřáb kvůli jejich hmotnosti, se díky snížení stroje vejde pod jeřábovou dráhu.



Obr. 18: Jáma u obráběcího stroje [29]

Jámy, které se nachází u stroje, případně okolo musí být zakryty (například podlahovým roštem) nebo vybaveny proti pádu osob (zábradlím, jako je na obr. 18, lany se svinovacím zařízením, řetězy s výstražnou značkou, která je umístěna 1 m před jámou).

V místech, kde je nutný přístup do jámy, musí být vstup umožněn přístupovou bránou s blokováním, který znemožňuje pohyb stroje.

#### **4.5 Ochranné kryty frézek (včetně vyvrtávaček) ČSN EN 13128 + A2**

Při frézování odebírají zuby otáčejícího se nástroje materiál. Posuvný pohyb většinou probíhá ve směru kolmém k této ose. Řezný proces je přerušovaný, jelikož každý zub frézy odděluje krátké třísky proměnné tloušťky.

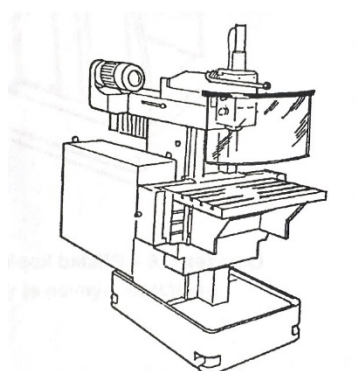
Podle způsobu záběru frézy do materiálu jsou rozeznávány dva typy obrábění. Jedná se frézování obvodem a čelní. Frézování obvodem se většinou používá při obrábění válcovými a tvarovými frézami. Čelním způsobem se obrábí na rovinných frézkách, může se dělat i na svislých a vodorovných konzolových a stolových frézkách.

Kromě těchto dvou druhů jsou ještě další dva způsoby frézování, a to okružní a planetové frézování. [26]

Dle normy jsou frézky děleny do tří skupin a tím i požadavky na jejich krytování. Podobně jako u předchozí normy je i v této zavedena poslední skupina 4, která pojednává o ochranných prvcích týkajících se druhé a třetí skupiny strojů.

#### 4.5.1 Skupina 1

Do této skupiny spadají ručně ovládané stroje se strojně poháněnými posuvy, jejichž rychlost při nepřetržitém pohybu nepřesahuje 2 m/min a jejichž rychloposuv, ovládaný ovládacím zařízením vyžadujícím nepřetržité působení na ovladač, nepřesahuje 5 m/min.



Obr. 19: Nastavitelný ochranný kryt [30]

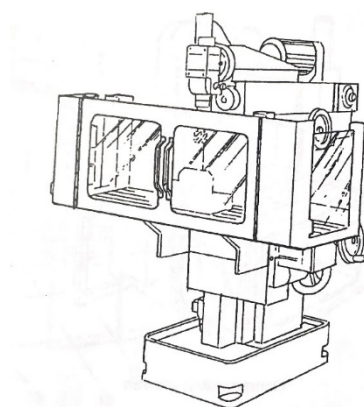
Jelikož se jedná o stroj ruční, jehož rychlosti nejsou tak vysoké, musí být frézka vybavena nastavitelným ochranným krytem nástroje, jako je na obr. 19, nebo nastavitelným ochranným krytem pevně připevněným na stole, aby se zabránilo přístupu k řeznému nástroji.

#### 4.5.2 Skupina 2

Podobně jako u skupiny 1 jsou zde ručně ovládané stroje se strojně poháněnými posuvy, jejichž rychlost při nepřetržitém pohybu přesahuje 2 m/min a jejichž rychloposuv, ovládaný ovládacím zařízením vyžadujícím nepřetržité působení na ovladač, přesahuje 5 m/min.

Tyto stroje jsou sice ovládaný ručně, ale jejich rychlosti obrábění jsou větší, tudíž zde dochází k větší pravděpodobnosti vymrštění třísek. Proto musí

být pracovní prostor opatřen pevnými ochrannými kryty, nebo pohyblivými ochrannými kryty s blokováním (viz obr. 20). Musí být dodržovány bezpečnostní vzdálenosti k zabránění dosahu k nebezpečným místům horními končetinami v souladu s normou.



Obr. 20: Použití pevných a pohyblivých ochranných krytů [30]

### 4.5.3 Skupina 3

V této skupině se nachází automaticky řízené frézky.

Krytováním musí být zabráněno vstupu do nebezpečného prostoru. Zde se používají pevně připevněné pevné ochranné kryty, nebo pohyblivými kryty s blokováním. V místech, kde kryt nelze navrhnout (například díky rozměru a tvaru obrobku) musí být osoby zde pracující ochráněny kombinací jiných prostředků např. kabinou, obvodovým hrazením a jiným.

V případě, že má stroj více pracovních prostorů, není možné, aby nebezpečí sousedního aktivního pracovního prostoru ohrozilo obsluhu. K tomu slouží pevné ochranné kryty nebo pohyblivé ochranné kryty s blokováním.

Kryty, které jsou montovány na podlahu, musí být bezpečně připevněny a jejich minimální výška je 1,4 m. Přičemž mezery mezi podlahou a spodní částí ochranného krytu nesmí přesáhnout 300 mm.

#### 4.5.4 Skupina 4

Podobně, jako tomu bylo v normě ČSN EN 12717, spadají do čtvrté skupiny normy ČSN EN 13128 požadavky na bezpečnostní opatření skupiny 2 a skupiny 3. Mezi tyto požadavky se řadí požadavky na bezpečné jámy a pracovní plošiny.

Pro jámy jsou kladeny stejné nároky na krytování, které byly použity i pro normu ČSN EN 12717.

Pracovní plošiny jsou zařízení usnadňující pracovní podmínky a zajišťující bezpečnost obsluhy. Jejich nejčastější využití je v lakovnách, tryskárnách a montážních provozech.



Obr. 21: Ukázka pracovní plošiny s přístupovým žebříkem [31]

Aby bylo zabráněno pádu z plošiny osob i předmětů, musí být použito zábradlí (viz obr. 21), je-li výška větší než 500 mm. Zároveň musí být zajištěn dostatečný prostor pro obsluhu tak, že minimální výška nad hlavou musí být 2100 mm

a volná šířka mezi ochrannými zábradlími musí být alespoň 600 mm, přednostně 800 mm.

## 4.6 Ochranné kryty obráběcích center ČSN EN 12417 + A2

V předchozích kapitolách bylo pojednáváno o soustruzích, vrtačkách, frézkách. Všechny tyto stroje se řadí mezi jednoúčelové, jelikož je lze využít jen k jedné operaci. K jednoúčelovým strojům patří i stacionární brusky.

V dnešní době je kladeno stále více požadavků na kratší vedlejší časy obrábění, větší přesnost a zvýšení jakosti. Proto se od obráběcích strojů vyžaduje schopnost využívání různých technických operací. Takovým se říká obráběcí centra, která umožňují automatickou výměnu nástrojů a kontrolu jejich polohy a kontrolu rozměrů obrobků či jejich výměnu. Pro obráběcí centra je charakteristické, že jedna ze dvou operací je vždy dominantní a druhá pouze doplňková. Podle dominantní části mohou být dělena na frézovací a soustružnická obráběcí centra (viz obr. 22). [32]



Obr. 22: Vertikální obráběcí centrum ROBODRILL [33]

Aby mohl být plně využit potenciál obráběcích center, musí být okolo pracovního prostoru pevně připevněny ke stroji pevné nebo pohyblivé ochranné kryty s blokováním. Tam, kde kryt nelze navrhnout (například díky rozměru a tvaru obrobku), musí být osoby zde pracující chráněny kombinací jiných prostředků např. kabinou, obvodovým hrazením a jiným.

V případě, že má stroj více pracovních prostorů, není možné, aby nebezpečí sousedního aktivního pracovního prostoru ohrozilo obsluhu. K tomu slouží pevné ochranné kryty nebo pohyblivé ochranné kryty s blokováním. [33]

#### **4.7 Ochranné kryty stacionárních brusek ČSN EN ISO 16089**

Při broušení dochází k obrábění materiálu mnohobřítým nástrojem vytvořeným ze zrn brusiva, která jsou spojena pojivem. Při ideálně zvolených řezných podmínkách se otupená zrna vylamují z broušícího kotouče, a tím uvolňují místo novým, ostrým zrnům.

Škála použití brusek je široká. Druhy prováděných operací a typy broušících strojů jsou charakterizovány tvarem broušených ploch, způsobem upnutí obrobku a kinematikou pracovních pohybů. Nejdůležitější metody broušení podle této charakteristiky jsou hrotové a bezhroté broušení vnějších rotačních ploch, broušení vnitřních rotačních ploch, broušení rovinných ploch obvodem kotouče a čelem kotouče. [27, 26]

Z velkého počtu možností je patrná složitost nároků na krytování. Norma udává požadavky nejen na tvary a úhly otevření ochranných krytů broušících nástrojů, ale i na kryty pracovní zóny. Dále jsou, stejně jako u předchozích norem, požadavky na stroje rozděleny podle stupně automatizace.

#### 4.7.1 Tvary ochranných krytů a úhly otevření

U **rovinných ploch** je nejtýpictejším obráběním broušení obvodem, nebo čelem kotouče a jsou k tomu využívána stolové nebo rovinné brusky (viz obr. 23). Hlavní pohyb vykonává brusný kotouč, přičemž vedlejší přímočarý nebo kruhový pohyb vykonává obrobek. [27]



Obr. 23: Rovinná bruska GSBH 1020PNC [34]

U stolových nebo stojanových brusek pracujících s obvodem brusného kotouče musí být maximální úhel otevření  $150^\circ$  při uzavření brusiva ochranným krytem.

Dále se požadavky na ochranný kryt rozdělují do dvou skupin, a to dle obvodové rychlosti broušení.

První skupinou je broušení s obvodovou rychlostí menší nebo rovné 50 m/s, kdy se brousící kotouče dělí na kotouče s průměrem menším nebo rovným 250 mm, v takovém případě nesmí úhel otevření nad osou  $x$  přesáhnout  $90^\circ$ , a brousící kotouče s průměrem větším 250 mm, kdy úhel otevření nesmí být větší než  $50^\circ$ . Dále by ochranné kryty brusiva měly být konstruovány tak, aby při opotřebení mohla být nastavena mezera mezi brusivem a ochranným krytem brusiva na mezeru menší nebo rovnou 5 mm a boční vzdálenost nesmí být větší jak 10 mm. Tato podmínka se vztahuje na ochranné kryty s vnějším průměrem větším nebo rovným 125 mm.



Druhou je broušení s obvodovou rychlostí větší 50 m/s. Takové brusky musí být opatřeny ochranným krytem brusiva a vnitřním ochranným krytem.

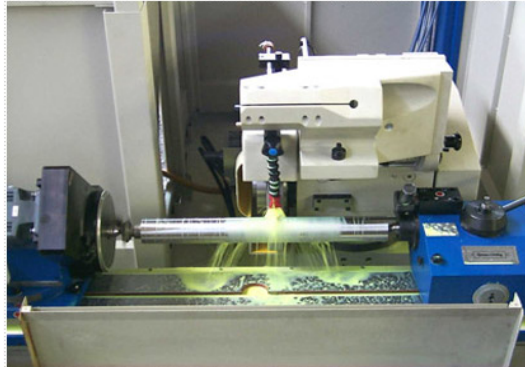
Pro stolové a stojanové brusky pracující s čelem brusného kotouče musí být ochranný kryt konstruován tak, aby otevření nad osou  $x$  nepřesáhlo  $0,4D$  a pod osou  $x$   $0,2D$ .

Pokud je vnější průměr brusiva menší nebo roven 200 mm a obvodová část přečnává přes vnější obvod brusiva minimálně o 5 mm, není nutné použít čelní zakrytí nad osou  $x$ .

U rovinných brusek pracujících s čelem brousícího kotouče jsou používány pohybuující se nastavitelné kryty brusiva, na které je přenášen axiální pohyb z nosiče brusiva. Mezi vnitřní plochou krytu a obvodem brusiva musí být maximální vůle 12,5 mm.

Dalším rozměrem, který nám udává norma je nechráněná šířka  $T_o$ , ta vyčnívá z nastavitelného krytu. Dle normy se tato šířka dělí podle tloušťky brusného kotouče ( $T$ ). Pokud je  $T$  menší nebo rovno 50 mm, pak je  $T_o$  menší nebo rovno  $0,3 T$ . Pro  $T$  větší 50 mm je  $T_o$  větší nebo rovno  $0,2 T$ .

Pro **rotační plochy**, které mohou být válcové nebo kuželové, je typické vnější a vnitřní broušení. To může být vykonáváno na hrotových (viz obr. 24) nebo bezhrotých bruskách. Na hrotových bruskách se brousí obrobky upnuté mezi hroty nebo ve sklíčidle. U bezhrotých brusek s broušením průběžným způsobem se obrobek opírá o plochu pravítka, které je umístěno mezi brusným a podávacím kotoučem. Ty se otáčejí ve stejném smyslu. [26]



Obr. 24: Ukázka broušení rotačních ploch upnutím mezi hroty [35]

U krytů brusného kotouče pro vnější broušení nesmí být celkový úhel otevření větší  $180^\circ$  a otevření nad osou  $x$  větší  $60^\circ$ . Podobně jako u brusek pro obvodové broušení, musí bruska pro vnější broušení s průměrem větším nebo rovným 250 mm obsahovat nastavitelný kryt brusiva, aby mezera mezi broušicím kotoučem a krytem byla minimálně 5 mm.

Brusky pro vnitřní broušení musí být vybaveny krytem pracovní zóny, aby zamezil vymrštění úlomků brusiva.

Poslední skupinou v kapitole s požadavky na ochranný kryt broušícího kotouče jsou stroje pro **broušení nástrojů, který je vidět na obr. 25**. Broušený nástroj je upínán mezi hroty koníků nebo do vřetene pracovního vřeteníku. S brusným vřeteníkem je možné natáčení a zvedání. [27]

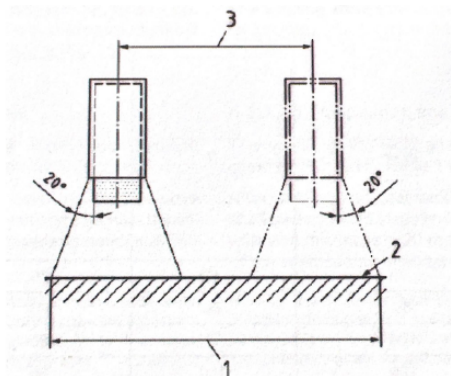


Obr. 25: Univerzální bruska na nástroje KNUTH SM [36]

Typ ochranného krytu, který se používá na bruskách pro broušení nástrojů, závisí na tvaru, poloze brusiva a činnosti, která je na brusce vykonávána. Například broušení soustružnických nožů, šroubových vrtáků, pil, závitníků a dalších. Celá šířka brusiva musí být zakryta a celkový úhel otevření nesmí být větší  $180^\circ$ .

#### 4.7.2 Kryty pracovní zóny

Kryty pracovní zóny mohou mít různou šířku a obsahovat průhledové panely. Šířka se může lišit podle toho, z jakého materiálu jsou kryty vyrobeny a na poloze vůči rozptylové ploše (obr. 26).



Obr. 26: Rozptylová plocha [5]

Rozptylová plocha je taková oblast brusky, kam mohou doletět úlomky z roztržitého brusiva. Jde o největší šířku brusiva plus plocha, která vzniká na obou stranách pod úhlem  $20^\circ$ .

Jedná-li se o kryt, který je vyroben z ocelového plechu a nachází se v rozptylové ploše, musí být tloušťka v souladu s tabulkou, která se nachází v normě. Je-li mimo rozptylovou zónu, je šířka  $0,2 t_p$  (tloušťka obvodové stěny, kterou určují tabulky v normě), ale nesmí být menší 1,5 mm.

Pokud je kryt vyroben z polykarbonátu a je umístěn v rozptylové ploše, je šířka  $2,5 t_p$ , ale nejméně 3 mm široká. Při umístění mimo je minimálně 3 mm tenká.

Průhledné panely, které jsou součástí krytů pracovní zóny, musí být připevněny lepením nebo upnutím na vnitřní část krytu s dostatečně velkým překrytím. Pro překrytí je požadován plech použitý pro okolní konstrukci.

U velikosti překrytí nezáleží jen na poloze krytu vůči rozptylové ploše, jako tomu bylo u tloušťky, ale záleží i na tom, jestli je součástí brusky ochranný kryt brusiva.

Pokud má bruska ochranný kryt brusiva a průhledový panel je umístěn mimo rozptylovou plochu, musí být minimální překrytí 10 mm. V případě, kdy součástí brusky je ochranný kryt brusiva a průhledový panel je v rozptylové zóně, je požadováno minimální překrytí 15 mm pro velikosti průhledového panelu větší 500 mm musí být 35 mm. Brusky bez ochranného krytu brusiva a panelem mimo rozptylovou plochu s minimálním překrytím 15 mm. V posledním případě musí dle normy výrobce doložit důkaz o vhodnosti uchycení průhledného panelu.

#### **4.7.3 Skupina 1: Ručně řízené brusky bez motorem poháněných os a bez číslicového řízení**

Stroj této skupiny musí mít zakryté celé brusivo, kromě té části, která je potřebná pro broušení, tak aby bylo zabráněno neúmyslnému kontaktu brusiva s obsluhou.

Stroj musí obsahovat přídatné opatření pro nakládání, vykládání, měření, nebo k zabránění kontaktu s otáčejícím se brusivem, hlavně tam, kde je obrobek veden rukou. V tomto případě musí být polohování brusiva konstruováno tak, že na něj obsluha nemůže dosáhnout, tudíž musí být minimální vzdálenost mezi brusivem a obrobkem 200 mm.

Dále pak musí být použita průsvitná clona pro ochranu obličeje před částmi a jiskrami, které vznikají při broušení. Clona musí být dostatečně odolná proti nárazu a otěru. Také musí být nastavitelná a být dostatečně veliká, aby obsluha nebyla limitována jejím umístěním a mohla sledovat brousící proces. Clona nesmí zasahovat do prostoru, kde by vadila vedení a držení obrobku.

Vřeteno musí být vybaveno ochranným krytem brusiva a jeho obvodová rychlost musí být menší nebo rovna 50 m/s.

#### **4.7.4 Skupina 2: Ručně řízené brusky s motoricky ovládanými osami a pokud je možné, s omezenou schopností číslicového řízení**

Jelikož se stále jedná o ručně řízené brusky, musí stroje spadající do této skupiny splňovat požadavky pro skupinu ručně řízených brusek bez číslicového řízení uvedených v předchozí kapitole. Dále musí brusky skupiny 2 obsahovat pevné a/nebo zadní a boční pohyblivé ochranné kryty, které zabraňují vstupu do míst obrábění. Také musí být zabráněno konstrukcí místům stříhu a stlačení mimo pracovní zónu.

---

#### **4.7.5 Skupina 3: Číslicově řízené brusky**

Dle normy skupina 3 zahrnuje pouze požadavek pro přístup do pracovní zóny, kdy ke zmírnění rizik musí být ochrannými kryty zamezeno přístupu k nebezpečným částem stroje.

## 5 Vlastní řešení

Součástí normy ČSN EN ISO 16089 je tabulka 3, kterou je určovaný vzájemný vztah bezpečnostních funkcí a úrovně vlastností bezpečnosti. Úroveň vlastností bezpečnosti vychází z všeobecných principů a posouzení rizik dle ČSN EN ISO 12100 a požadavků na funkce bezpečnosti ČSN ISO EN 13849.

Každému příslušnému bezpečnostnímu prvku nacházejícímu se v tabulce 3 je v normě ČSN EN ISO 16089 věnovaná samostatná část normy, kde se jeho funkce popisuje explicitně pro stacionární brusky. Pokud je pro hlubší pochopení problematiky nutná bližší specifikace, je odkazováno na konkrétní normu typu B, která se zabývá jednotlivými body tabulky jako například ČSN EN ISO 13850 „Funkce nouzového zastavení“ vztahující se k bodu 8.

Tabulka, podle které je vypracovaný popis konstrukčního provedení skupin stroje, se nachází v textových přílohách (Příloha č. 1).

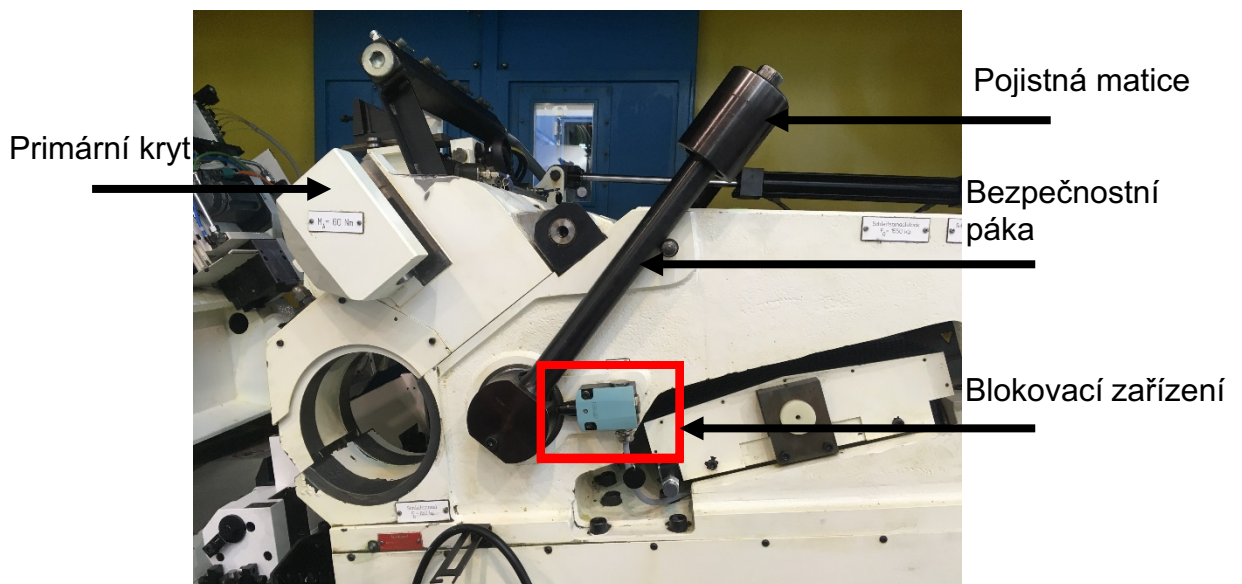
### **5.1 Blokovací zařízení spojené s pohyblivým ochranným krytem v následujících oblastech, elektrosenzitivní ochranné zařízení (ESPE) nebo ostatní bezpečnostní zařízení**

Mezi hlavní zóny s největším výskytem nebezpečí patří pracovní zóna, místo s manipulačním zařízením pro nakládání a vykládání obrobků a převodová skříň. Tato místa jsou zabezpečena pohyblivými ochrannými kryty s blokováním a umožňují během provozu potřebný přístup.

### 5.1.1 Pracovní zóna

Okolo pracovní zóny se nachází dva druhy krytů, a to primární kryt broušícího kotouče a sekundární kryt, kterým je uzavřený celý prostor stroje. Na každém z nich je použit jiný druh bezpečnostních prvků sloužících jako blokovací zařízení.

Prvkem, který slouží jako blokovací zařízení primárního krytu, je bezpečnostní snímač. Pro možnost demontáže broušícího kotouče musí být primární kryt pohyblivý/odklopný. Aby během broušení nemohlo dojít k otevření primárního krytu, a tak k nebezpečné situaci, je primární kryt uzavřen a zajištěn. K tomu slouží tyč mechanicky zajištěná zašroubováním matice. Poloha tyče je snímána výše zmíněným bezpečnostním snímačem, který je propojený s řídicím systémem. Tudíž není možné během otevření primárního krytu spuštění obrábění.

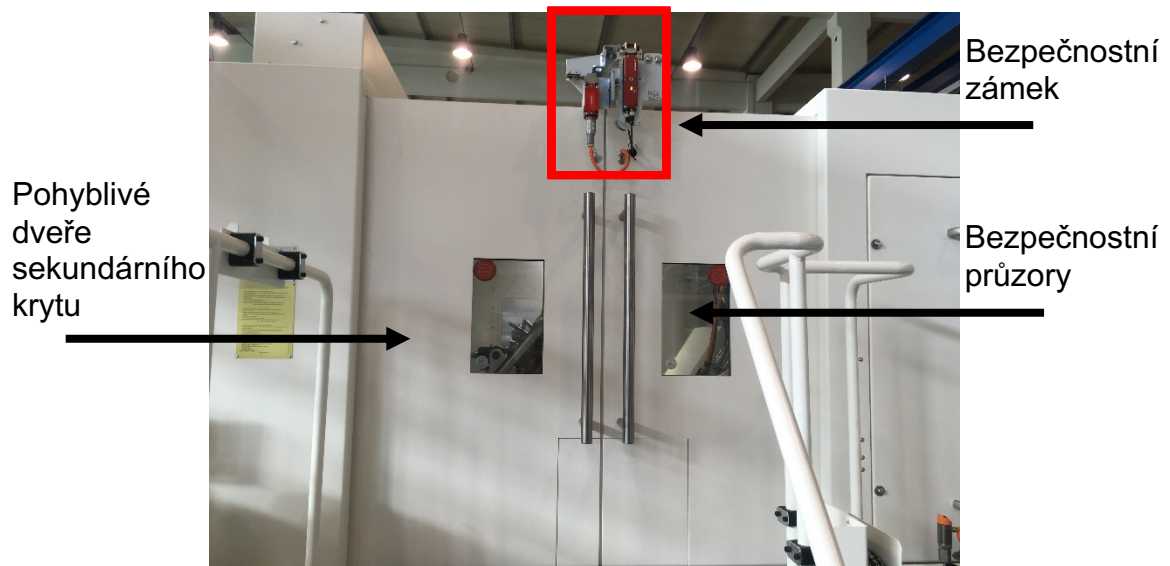


Obr. 27: Blokovací zařízení primárního krytu

Další typ blokovacího zařízení spojeného se sekundárním pohyblivým krytem jsou bezpečnostní zámky. Součástí sekundárního krytu jsou posuvné dveře, které jsou používány pouze při servisu broušícího kotouče. Aby nebylo možné spuštění pracovního procesu během doby, kdy je sekundární kryt



otevřeny, jsou dveře opatřeny bezpečnostními zámky značky Euchner. Bezpečnostní zámky při jejich zamknutí vysílají signál do řídicího systému, který následně umožní obrábění. Při vyšších bezpečnostních požadavcích zákazníka je možné dveře opatřit druhým dvojitým bezpečnostním zámkem.

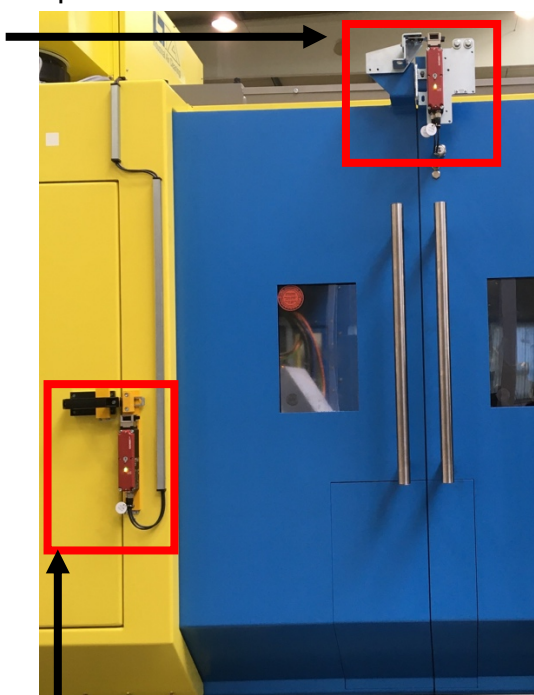


Obr. 28: Blokovací zařízení sekundárního krytu

### 5.1.2 Zóna pro údržbu

Uzavření zón pro údržbu je na stroji řešeno dvěma způsoby. Prvním způsobem jsou pohyblivé servisní dveře, které jsou opatřeny bezpečnostními zámky.

Bezpečnostní zámek



Obr. 29: Pohyblivé servisní dveře



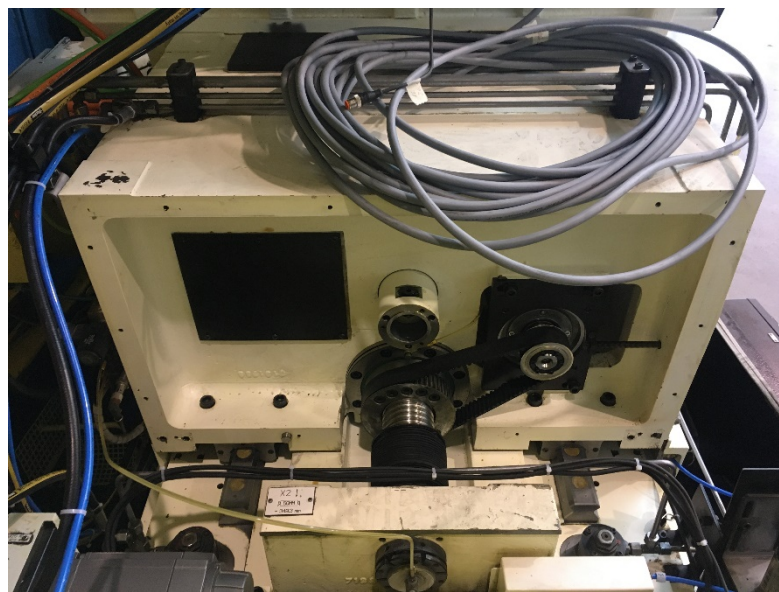
Obr. 30: Šroubované servisní víko

Bezpečnostní zámek

Druhým způsobem je šroubované servisní víko, které je připevněno neztratnými šrouby. Při odšroubování šroubů je možné víko odklopit a následně sundat. Na víku je přilepen štítek s upozorněním, že pokud obsluha stroje šrouby uvolní, víko vypadne. Na víku jsou přichycena dvě madla pro snazší manipulaci.

### 5.1.3 Řemenové převody

Na kvalitě broušení se kromě řady dalších prvků podepisuje i napnutí řemene, které se při jeho používání mění. Pokud nemá řemen požadované napětí, dochází k jeho průhybu a vzniká kmitání, které je nežádoucí. Proto se na zakrytí řemenového pohonu používá pevný kryt, který je možné pro servis a výměnu řemene demontovat.



Obr. 31: Nezakrytovaný řemenový převod

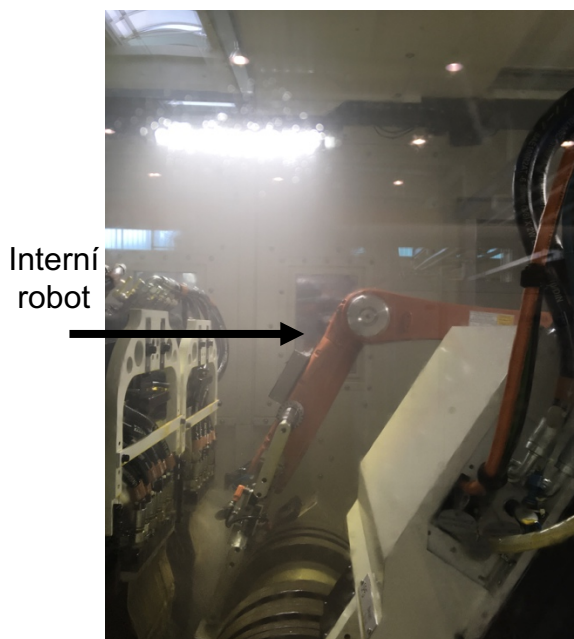


Obr. 32: Zakrytovaný řemenový převod

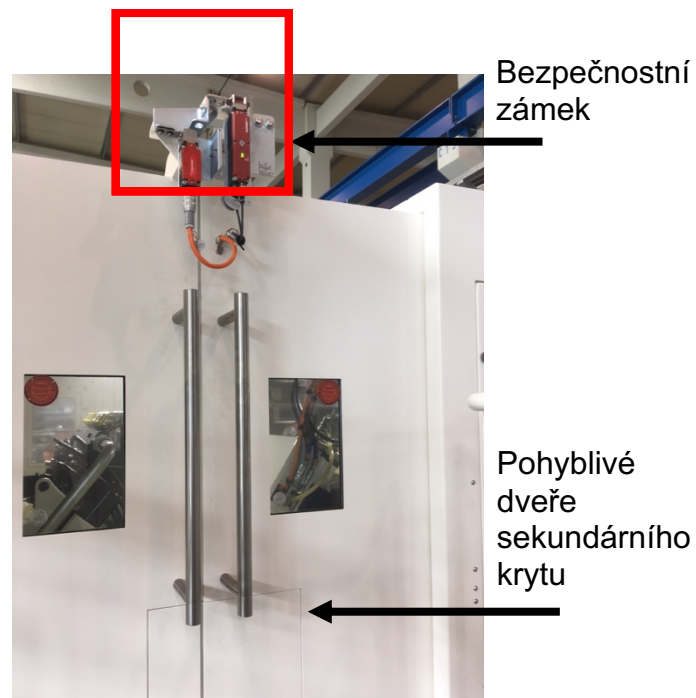
#### 5.1.4 Manipulační zařízení pro nakládání/vykládání obrobků

Pro manipulaci s obrobky slouží interní a externí roboti. Interní robot se nachází uvnitř stroje a umísťuje obrobky mezi broušící a podávací kotouč. Externí robot je umístěn mimo pracovní zónu stroje a slouží pro přenos obrobků mezi strojem a dopravníkem.

Jelikož je interní robot umístěn v pracovní zóně stroje, vztahují se na něj všechna bezpečnostní opatření použitá v bodě 1.i pracovní zóna. Bezpečnostní zámky, které jsou umístěny na vstupních dveřích pracovního prostoru, jsou spojeny s ovládáním robotů.



Obr. 33: Interní robot



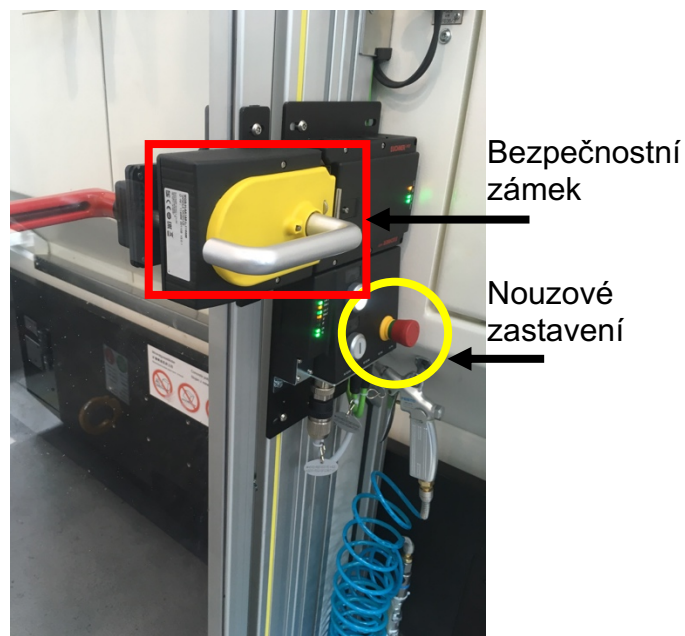
Obr. 34: Bezpečnostní zámek spojený s ovládáním interního robota

Okolo externího robota umístěného mimo pracovní zónu stroje je postaveno bezpečnostní hrazení, které musí být v souladu s ISO 10218 – 2. Pro vstup do pracovní zóny jsou použity dveře, které jsou při zavření zajištěny bezpečnostním zámkem, který je spojen se

spouštěcí funkcí obrábění. Pokud jsou dveře otevřeny, nesmí dojít k zapnutí žádného režimu kromě servisního. Pro servis robota musí být obsluha při vstupu do pracovní zóny robota vybavena ovládáním s ručním kolem elektroniky.



Obr. 35: Ruční kolo elektroniky externího robota



Obr. 36: Bezpečnostní systém spojený s blokováním externího robota

## 5.2 Zařízení vyžadující nepřetržité působení síly na ovládač

Zařízení vyžadující nepřetržité působení síly na ovládač se využívají u operací, při kterých by mohla obsluha kvůli neopatrnosti přijít o horní končetiny. Jelikož musí obsluha během operací použít obě ruce k působení na ovládač, nemělo by dojít ke zranění. Primárně se toto zařízení používá na ovládání krytu brousicího kotouče nebo pro posouvání os.

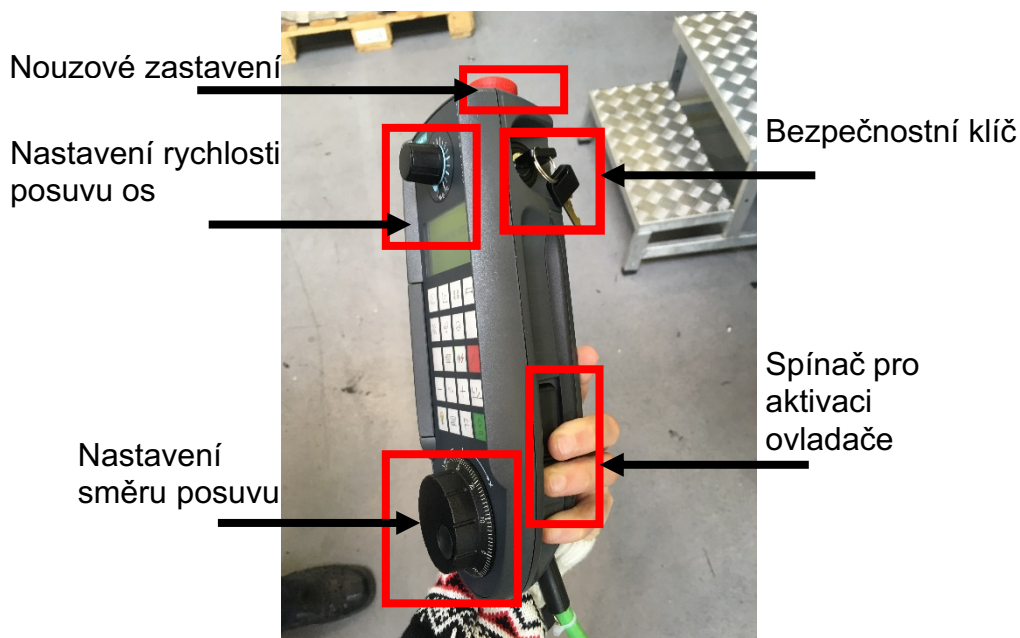


Obr. 37: Spínače pro otevření primárního krytu

Na stroji se nachází tato zařízení dvě. Jedno je umístěno na ovládacím panelu, kde jsou použity dva spínače, na které musí obsluha po celou dobu otvírání primárního krytu působit. Druhým je ovládací systém s ručním kolem elektroniky, kdy obsluha rukou, kterou svírá ovladač, působí na spínače po stranách ovladače a druhou rukou pak ovládá posuv os.

### 5.3 Ovládací systém s ručním kolem elektroniky

Ovládací systém s ručním kolem elektroniky se využívá v seřizovacím režimu, kdy se obsluha potřebuje pohybovat v pracovním prostoru stroje, a tudíž nemůže nastavovat posuv os od ovládacího panelu. Aby v seřizovacím režimu mohlo být pohybováno s osami a zároveň nemohlo dojít ke zranění obsluhy, je rychlost posuvu os snížena a je vyžadováno nepřetržité působení na ovladač. Na stranách jsou použita tlačítka, kterými se aktivuje ovladač. Na něm si obsluha dále nastavuje, kterými osami chce posouvat. Horním kolečkem je možné zrychlovat posuv od 0 % do 100 %, kde 100 % je maximální možná rychlost v seřizovacím režimu. Spodním kolečkem je možné nastavit směr posuvu. Ovladač musí obsahovat spínač pro nouzové zastavení stroje. Ten je umístěn na horní části ovladače.



Obr. 38: Ruční kolo elektroniky

## 5.4 Spouštěcí zařízení

V ovládacím panelu je nahraný postup, který slouží jako průvodce spuštěním stroje a říká, co musí obsluha jako první spustit, aby mohl stroj správně fungovat.

## 5.5 Monitorování redukované rychlosti vřetena

Vřeteno se během provozu může otáčet ve třech bezpečnostních rychlostech, které jsou spojeny s pracovními režimy.

První režim je pracovní. Během pracovního režimu je uzavřený primární i sekundární kryt. Při obrábění nejvyšší možnou rychlostí by nemělo dojít k roztržení brousícího kotouče, z toho důvodu je maximální rychlost dána jeho konstrukcí.

Druhý režim se používá při mytí stroje. Aby mohl být stroj umyt, musí být otevřen sekundární kryt, ale kvůli zajištění brousícího kotouče je primární kryt zavřen. Je nutné, aby se brousící kotouč během jeho mytí točil. Při jeho zastavení by mohlo dojít k nasáknutí opláchnuté kapaliny do kotouče. To by zapříčinilo jeho

nevyvážení a následné nepřesnosti během broušení. Jelikož je v druhém režimu otevřený sekundární kryt, nastavená maximální rychlost je menší (asi 50 ot/min).

Třetím režimem je tzv. bezpečné stání. Během kterého je otevřen primární i sekundární kryt a broušící kotouč se netočí. Jelikož se může stát, že obsluha během práce v tomto režimu s kotoučem nedopatřením otočí, je nastavena bezpečnostní vůle 5° pro otočení s kotoučem. Pokud dojde k její překročení, dojde k odpojení stroje od proudu, a tím k zablokování broušícího kotouče.

Tyto rychlosti jsou monitorovány snímačem otáček, který je umístěn dle typu motoru. Pokud je ve stroji používán přímý pohon elektromotorem, tak je snímač jeho součástí. Při použití klasického motoru (řemenový pohon) se snímač nachází za řemenicí na výstupu vřetene. Výstupy ze snímače otáček jsou posílány do řídicího systému, který komunikuje s frekvenčním měničem měnícím otáčky. Stejně tak jsou do řídicího systému vysílány signály ze zámků na sekundárním krytu a snímač z krytu primárního.

## **5.6 Monitorování redukované rychlosti osy, pokud je posuv řídicí pohyb osy ovlivněn pomocí spouštěcího zařízení vyžadující nepřetržité působení na ovladač nebo pomocí ručního kola elektroniky**

Podobně jako u redukovaných rychlostí vřetene, je možné spustit redukované rychlosti osy v několika režimech.

Režim, při kterém je používaná redukovaná rychlost, je servisní. V tomto režimu je nutné nepřetržité působení na ovladač nebo na ruční kolo elektroniky. Pohybovat s osami během servisního režimu může pouze kvalifikovaná osoba, proto není možné tento režim zvolit, případně používat, pokud není obsluhou použit bezpečnostní klíč nebo čip, který může vlastnit pouze školený personál.

K monitorování redukované rychlosti slouží inkrementální nebo absolutní snímač umístěný na motoru, který pohání posuvový šroub pohyblivého stolu.

---



Na zkoumaném stroji je použit absolutní snímač snímající polohu a rychlost posuvu.

## 5.7 Nouzové zastavení

Nouzové zastavení slouží k odvrácení nouzové situace, která vznikla nebo by mohla vzniknout na základě nesprávného chování osob nebo z neočekávané nebezpečné události. Pro možnost rychlého zastavení stroje je nutné, aby funkce nouzového zastavení byla dostupná po celou dobu provozu a mohla být spuštěna jednoduchým pohybem. Proto je na ovládacím panelu a ovladači s ručním kolem elektroniky použit ovladač s tlačítkem, které je snadno aktivováno dlaní ruky.

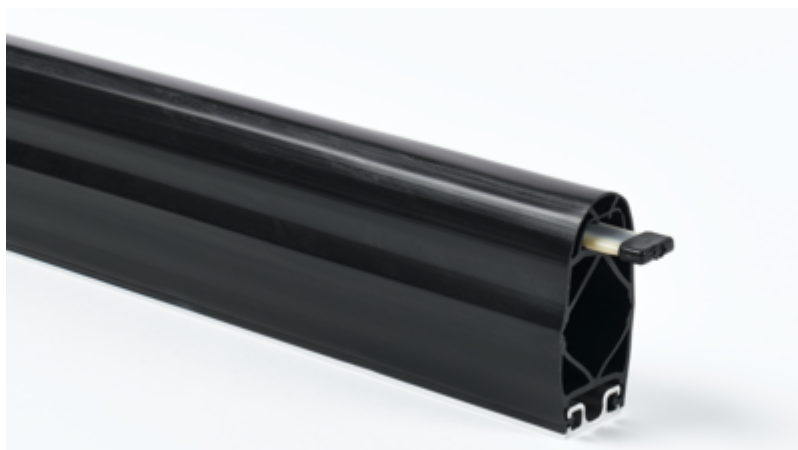


Obr. 39: Ovládací panel

Při vytváření funkce nouzového zastavení je kladen důraz na zastavení stroje vhodným způsobem. Volí se optimální posloupnost zastavení všech funkcí tak, aby při aktivaci zařízení nouzového zastavení nevznikla další nebezpečí.

## 5.8 Zamezení nebezpečí rozdrčení při motoricky poháněných ochranných krytech/dveřích s ochrannou hran

U zkoumaného stroje není použito, jelikož nejsou dveře motoricky poháněné. U strojů s motoricky poháněnými kryty se používají tlakové lišty značky MAYSER nebo skenerová brána značky REER.



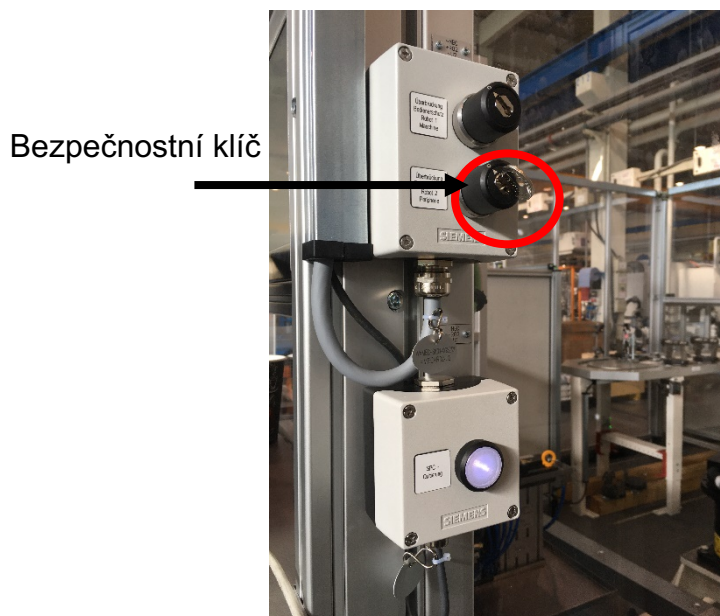
Obr. 40: Tlaková lišta [38]

## 5.9 Volič funkce režimu bezpečného provozu

Jelikož je možné přepínat stroj mezi různými procesy řízení a druhy provozu, používá se systém volby provozních režimů a přístupových oprávnění. Přístroj tak umožňuje bezpečný výběr pracovních režimů a reguluje počet osob, které mohou se strojem pracovat.

K použití stroje v určitém režimu je nutný bezpečnostní klíč nebo čip, který umožňuje obsluze spouštět funkce stroje a využívat pouze ta oprávnění, ke kterým je obsluha kompetentní.

Bezpečnostní klíč na obrázku slouží k aktivaci servisního režimu externího robota.



Obr. 41: Ukázka použití bezpečnostního klíče

## 5.10 Bezpečné zastavení provozu (zastavení kategorie 2)

Jedná se o bezpečné řízené zastavení, při kterém akční komponenty řídicího systému zůstávají pod napětím. Dle normy ČSN EN 61800-5-2 ed. 2 je funkce bezpečné zastavení provozu specifikováno třemi způsoby, a to SS2-d, SS2-r a SS2-t. Při SS2-d je motor zpomalován v rámci předem nastavených mezí pro zastavení motoru a pokud je rychlost motoru pod mezní hodnotou, je prováděna funkce bezpečného provozního zastavení. Podobně je tomu i u funkce SS2-r, kdy je monitorováno postupné bezpečné zastavení, a jsou kontrolovány otáčky motoru. Bezpečné časově řízené zastavení SS2-t zahájí zpomalení motoru a kontroluje časové zpoždění.

Ve všech třech případech dochází k bezpečnému provoznímu zastavení, pokud jsou překročeny kontrolované hodnoty, jejichž limity jsou předem nastaveny výrobcem.

## 5.11 Bezpečné zastavení

V předchozím bodě bylo uvedeno bezpečné zastavení kategorie 2. Dále norma ČSN EN 61800-5-2 ed. 2 uvádí další dvě kategorie bezpečného zastavení, a to kategorii 1 a kategorii 0. Tyto dvě kategorie uvádí bod 12) tabulky 3.

Kategorie 1 je specifikovaná buď jako SS1-d, SS1-r nebo SS1-t. Ve všech třech případech dochází k zahájení zpomalování motoru a při překročení limitních hodnot je přerušena dodávka energie do motoru, stejně jako tomu bylo v zastavení kategorie 2.

Ve všech třech případech se jedná o okamžité odpojení stroje od zdroje, pokud jsou překročeny limitní hodnoty, které jsou předem nastaveny výrobcem.

Při zastavení kategorie 0 se jedná o bezpečné vypnutí točivého momentu. Touto funkcí je zabráněno, aby byla do motoru dodávána energie.

Dále se bezpečné zastavení dělí do dvou dalších kategorií. Do kategorie 1, ve které dochází k řízenému zastavení bezpečnostním vypnutím. V takovém případě jsou pohyby stroje zastaveny v okamžiku, kdy řídicí systém přijme povel k zastavení. Výkonové komponenty stroje zůstávají během procesu zastavení pod napětím.

## 5.12 Řídící funkce k zajištění neúmyslného klesání ve svislých nebo šikmých osách

K zajištění neúmyslného klesání ve svislých nebo šikmých osách se využívají dva možné způsoby řešení. První možností je brzdění pohonného mechanismu. Zde se používají elektromechanické brzdy integrované v motoru. Ty v případě, kdy do motoru neproudí elektrický proud, zabraňují otáčení hřídele a samovolnému klesání os. Nevýhoda tohoto řešení přichází v okamžiku, kdy je motor v době údržby vyndán obsluhou ze stroje a dochází k pohybu. Proto je nutné mít na stroji štítek obsahující varování, že při demontáži motoru je nutné

---

zajištění os. Druhá možnost se využívá při použití lineárního motoru, kdy jsou brzděny vlastní vedení externí brzdou.

### **5.13 Spuštění a restart funkcí**

Pro nouzové zastavení je použito nouzové tlačítko viz výše, které zůstává zamáčknuté. Aby mohl být stroj znovu spuštěn, musí být uvolněno zařízení nouzového zastavení z polohy zastavení. Vysunutím tlačítka nesmí dle normy ČSN EN ISO 13850 dojít k obnovení přerušené činnosti stroje. Na ovládacím panelu stroj zobrazí menu s předem nadefinovanými kroky, které musí obsluha vykonat, aby mohl být stroj následně bezpečně spuštěn.

### **5.14 Spuštění pohybu osy**

Spouštění pohybu os se nachází na ovládacím panelu a zařízení s ručním kolem elektroniky.

Na tlačítkách ovládacího panelu a ručního ovládače jsou zobrazeny osy, kterými jsou vykonávány pohyby stroje. Jejich zmáčknutím se aktivuje daná osa a následně musí obsluha stále působit na přepínač, kterým se mění rychlost posuvu. Maximální rychlost posuvu je předem nastavená podobně jako maximální rychlosti vřetene a je dána režimem, ve kterém je stroj spuštěn. Použitím ovládače není možné tuto rychlost překročit.

Aby se předešlo nebezpečným situacím a zamezilo se pohybu v opačném směru místo požadovaného, jsou stroje před uvedením do provozu zkoušeny techniky. Pro snazší pochopení obsluhou je stroj schematicky zobrazen na štítku připevněném viditelně na stroji, kde jsou nakresleny všechny směry a názvy os.

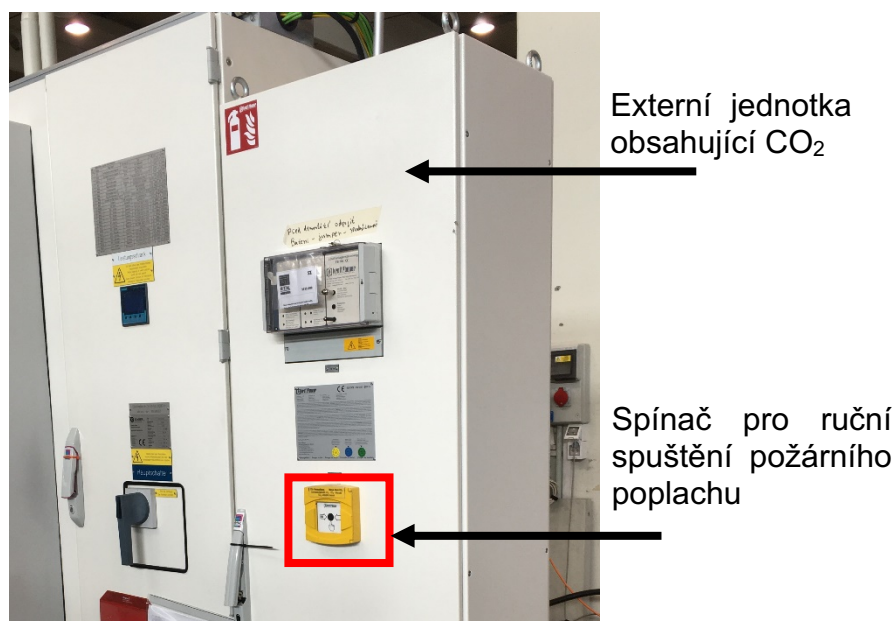
### 5.15 Zabránění neúmyslného spuštění systému odsáváním CO<sub>2</sub>

Pro použití CO<sub>2</sub> při obrábění se používá externí jednotka umístěná mimo stroj a připojená ke krytu stroje hubicí, která je dále rozvedená pomocí trubiček do trysek uvnitř stroje.

K zabránění neúmyslného spuštění systému slouží ruční ventil, který je umístěn mezi externí jednotkou a strojem. V případě, kdy se obsluha pohybuje v pracovní zóně stroje, musí být nejprve ventil uzavřen obsluhou, aby při chybě jednotky nebyla obsluha nacházející se při servisu uvnitř stroje ohrožena únikem CO<sub>2</sub>.

### 5.16 Technické spojení mezi požárním poplachem nebo automatickým systémem pro hašení požáru s řídicím systémem stroje

Požární poplach lze spustit jedním ze dvou způsobů. Prvním je rozbití skla a zmáčknutí spínače umístěného na ovládacím panelu nebo na řídicí jednotce.



Obr. 42: Externí jednotka

Druhý způsob nastává při výbuchu, kdy je náhlým zvýšením tlaku nadzvednuta výbušná klapka. Ta svým zdvihem zavadí o požární čidlo, které vysílá signál do řídicího systému a dochází ke zhášení emulzí. Tento systém se nachází na střeše stroje, aby při výbuchu oheň směřoval tam, kde se nic nenachází.

### **5.17 Monitorování dodávky řezné kapaliny a olejové mlhy odsáváním při použití hořlavé řezné kapaliny**

Pro zajištění správné funkce brusky a zamezení nadměrného zahřátí obrobku musí být dodáváno příslušné množství řezné kapaliny při pracovním procesu. Tato dodávka je regulována a monitorována průtokovým ventilem. V případě, kdy je dodáváno málo řezné kapaliny, je možný vznik nebezpečných výparů, a proto je ke stroji připojen odsávací systém, který v okamžiku vzniku výparů vysílá signál ke zvýšení dodávky řezné kapaliny.

### **5.18 Zabránění neočekávanému spuštění dodávky řezné kapaliny více než nebo rovno 5 bar**

Nebezpečná situace by mohla vzniknout při neočekávaném spuštění dodávky řezné kapaliny, proto je softwarově nastaveno, že v okamžiku, kdy je otevřený sekundární kryt, není možné chlazení stroje spustit. V případě poruchy je proces automaticky zastaven a dochází k separaci nástroje od obrobku.

### **5.19 Zabránění neočekávanému spuštění dodávky řezné kapaliny s použitím nízkotlakého systému řezné kapaliny, tj. méně než 5 bar**

Stroj pracuje s vyššími tlaky (okolo 20 bar), tudíž se na něj tento bod nevztahuje.

---

## 6 Závěr

Práce se pokusila zmapovat úzký okruh provozních projevů obráběcích strojů, které jsou popsány v níže vyjmenovaných normách typu C a dále se blíže zaměřila na bezpečné provedení krytů definované normami ČSN EN ISO 23125, ČSN EN ISO 12717, ČSN EN 13128, ČSN EN 12417 a ČSN EN ISO 16089.

Práce se v první části věnuje rozdělení bezpečnostních norem dle typu A, B nebo C. Na základě poznatků vyplývajících z přečtených norem byla vypracována pyramida a diagram (obr. 2 a obr. 3), které znázorňují určitou posloupnost důležitosti norem. Základní normou patřící do typu A je norma ČSN EN ISO 12100 zabývající se analýzou rizik. Tato norma zároveň specifikuje základní pojmy, zásady a metodologii. Pro hlubší znalost bezpečnostních prvků se tato norma odkazuje na normy typu B, ve kterých se nachází upřesnění těchto prvků. Poslední kategorií jsou normy typu C, které určují, jaká bezpečnostní opatření mají být na stroji použita, ale blíže nespecifikují jejich vlastnosti a podobně jako norma ČSN EN ISO 12100 se odkazují na normy typu B.

Velká část rešerše se věnuje normám typu C, konkrétně použití bezpečnostních zařízení, a to zejména krytům. Tato část odpovídá na kladenou otázku, zda je možné vytvořit šablonu, podle které by byl konstruktér schopný najít informaci o krytovaní stroje v jakékoli normě typu C. Většina obráběcích strojů je dle norem rozdělitelná podle úrovně automatizace do čtyř skupin, počínaje ručně ovládanými stroji a konče plně automatickými stroji. Jistou výjimkou jsou frézky, obráběcí centra a stacionární brusky. Frézky se dělí nejen dle úrovně automatizace, ale zároveň dle rychlosti posuvu. Obráběcí centra mají pouze jednu skupinu, protože je vyžadováno jejich celkové zakrytí. Nejkomplikovanější rozdělení mají stacionární brusky, u kterých je požadován primární a sekundární kryt. Primární kryt se nachází okolo brousicího kotouče a jeho tvar a úhel otevření závisí na typu brusky. Sekundární kryt obklopuje pracovní zónu a jeho použití se liší dle úrovně automatizace. Je tedy patrné,

---



že funkční šablonu, která by byla klíčem hledání v kterékoli normě, není možné vytvořit.

Cílem vlastní práce byl popis konstrukčního provedení skupin vybraného typu stroje ve vazbě na body definované normou ČSN EN ISO 16089, kapitolou „Bezpečnostní požadavky a/nebo opatření, tabulkou 3 – Korelace bezpečnostní funkce a úrovně vlastností a analýza požadavků, které jsou explicitně kladeny touto normou na konstruktéra.

Popisovaným strojem byla automatická bezhrotá bruska. V souladu s normou je brousicí kotouč zakryt primárním krytem. Okolo pracovní zóny jsou připevněny pevné kryty. Norma dále určuje, že nesmí dojít k otevření kteréhokoli krytu během doby obrábění. Konstrukční řešení je popsáno ve vlastní části. Na základě analýzy konstrukčního řešení bylo zjištěno, že norma pouze určuje, jaké kryty mají být na stroji použity, ale konstrukční řešení zajištění primárního krytu nijak neřeší. Na sekundárním krytu slouží jako blokovací zařízení vyžadovaná normou bezpečnostní zámky.

Veškerá blokovací zařízení nacházející se na stroji jsou spojena bezpečnostní funkcí safety integrate, která je dále spojená s bezpečnostními klíči a čipy. Ty slouží jako voliče funkcí režimu a jsou přímo vyžadovány normou. Díky nim dochází k eliminaci použití pracovního režimu stroje neoprávněnou osobou. Podrobný popis ukázal, jak konstrukční provedení skupin stroje naplňuje požadavky normy ČSN EN ISO 16089 (tabulky 3 – Korelace bezpečnostní funkce a úrovně vlastností).

---

## Seznam použité literatury

- [1] Malá ilustrovaná encyklopedie. Český Těšín: Levné knihy Kma, 2006. ISBN 80-7309-362-6.
- [2] ČSN EN ISO 11688-1 Akustika - Doporučené postupy pro navrhování strojů a zařízení s nízkým hlukem - Část 1: Plánování. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [3] Nebezpečné látky [online]. [cit. 2020-02-4]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/dds2/SAMANCTA/CS/Safety/DangerousSubstances\\_CS.htm](https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/CS/Safety/DangerousSubstances_CS.htm)
- [4] Výrobce vysokotlakého chlazení ChipBLASTER je novým členem skupiny LNS [online]. LNS [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.t-lns.cz/>
- [5] ČSN EN ISO 16089 - Stacionární brusky. Praha: ÚNMZ, 2017.
- [6] Rozhodující je použití efektivního chlazení [online]. mmspektrum [cit. 2020-02-4]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/rozhodujici-je-pouziti-efektivniho-chlazení.htm>
- [7] Efektivní údržba vodou mísitelných obráběcích kapalin [online]. mmspektrum [cit. 2020-02-4]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/efektivni-udrzba-vodou-misitelných-obrabecích-kapalin.html>
- [8] INTEGRIX e-1850V/25S [online]. Mazak [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.mazakeu.cz/cs/machines/integrex-e-1850v-25s-ii/>
- [9] Efektivní údržba vodou mísitelných obráběcích kapalin [online]. elektroprumysl.cz, 2019 [cit. 2020-02-5]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/legislativa/pozadavky-pro-konstrukci-a-vyrobu-ochranných-krytu-pro-strojní-zařízení-dle-csn-en-iso-14120-2-díl>
- [10] ČSN EN ISO 12100 Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika - Stacionární brusky. Praha: ÚNMZ, 2011.
- [11] Požadavky na konstrukci ochranných krytů a ochranných zařízení [online]. elektroprumysl.cz, 2017 [cit. 2020-02-5]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/legislativa/pozadavky-na-konstrukci-ochranných-krytu-a-ochranných-zařízení>
- [12] Krytování velkých strojů [online]. Hestego [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.hestego.cz/krytovani-velkých-stroju>
- [13] MAREK, Jiří. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. Praha: MM publishing, 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.
- [14] Elektromechanická blokovácí zařízení i110R [online]. sick [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.sick.com/cz/cs/blokovaci-zařízení/elektromechanicka-blokovaci-zařízení/i110r/c/g195507>



- [15] ČSN EN 1088+A2 Bezpečnost strojních zařízení - Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty - Zásady pro konstrukci a volbu. Praha: ÚNMZ, 2008.
- [16] Oplocení zařízení [online]. haberkorn.cz, 2017 [cit. 2020-02-5]. Dostupné z: <https://www.haberkorn.cz/oploceni-zarizeni/>
- [17] Předali jsme horizontální vyvrtávačku WH 10 CNC [online]. lemakor [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.lemakor.cz/predali-jsme-horizontalni-vyvrtavacku-wh-10-cnc>
- [18] Teleskopické kryty [online]. HESTEGO [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://archiv.hestego.cz/krytovani-stroju/teleskopicke-kryty/>
- [19] Soustruhy [online]. bozpprofi.cz, 2017 [cit. 2020-02-6]. Dostupné z: <https://www.bozpprofi.cz/33/soustruhy-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Eu8Mr3tR4ANK9Dkpvx0j9zmkukZUzLWmsA/>
- [20] Soustruh CU500 řady ZMM [online]. stylecncmachines [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.stylecncmachines.cz/machines/zmm-cu500/>
- [21] ČSN EN ISO 23125 Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy. Praha: ÚNMZ, 2018.
- [22] TOMÍČEK, Jan. Aplikace NC a CNC řízení v obrábění - I. [online]. [cit. 2020-02-6]. Dostupné z: [http://u12134.fs.cvut.cz/podklady/MT2/2018%20-%20Aplikace%20NC%20a%20CNC%20řizení%20v%20obrábění\\_01.pdf](http://u12134.fs.cvut.cz/podklady/MT2/2018%20-%20Aplikace%20NC%20a%20CNC%20řizení%20v%20obrábění_01.pdf)
- [23] CNC soustružnické centrum E200MA [online]. Profika [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.profika.cz/cnc-stroje/cnc-soustruznicke-centrum-e200ma>
- [24] PAVLÍKOVÁ, Milada. Soustruhy [online]. 2017 [cit. 2020-02-6]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16961734-Soustruhy-hrotove-soustruhy-celni-soustruhy-revolverove-soustruhy-svisle-soustruhy-poloautomaticke-soustruhy.html>
- [25] Multivřetenový automatický soustruh Schuette SF 13-6 [online]. Exapro [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.exapro.cz/schuette-sf-13-6-p60921032/>
- [26] VLACH, Bohumil. Technologie obrábění a montáží. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1990.
- [27] KRATOCHVÍL, Jaroslav. Obráběcí stroje. Praha: ČVUT, 1993.
- [28] ČSN EN 12717+A1 Bepečnost obráběcích a tvářecích strojů - Vrtačky. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [29] Kryty montážních šachet [online]. WEEM trading [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <http://veemtrading.cz/13-kryty-montaznich-sachet>
- [30] ČSN EN 13128+A2 Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Frézky (včetně vyvrtávaček). Praha: ÚNMZ, 2009.
- [31] TOS Varnsdorf a. s. [online]. VENTOS, 2012 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://www.ventos.cz/reference/strojirenska-vyroba-reference/tos-varnsdorf-a-s>



- [32] *CNC multifunkční obráběcí centra* [online]. mmspektrum, 2017 [cit. 2020-02-8]. Dostupné z: [https://www.mmspektrum.com/content/file/CNC\\_ukazky\\_Cz/4.3.pdf](https://www.mmspektrum.com/content/file/CNC_ukazky_Cz/4.3.pdf)
- [33] Vertikální obráběcí centrum ROBODRILL [online]. FANUC [cit. 2020-03-6]. Dostupné z: <https://www.fanuc.eu/cz/cs/robo-drill-ib>
- [34] ČSN EN 12417+A2 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů - Obráběcí centra*. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [35] *Automatické brusky série GSBH* [online]. Taima, 2014 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://www.taima.cz/rovinne-brusky/automaticke-brusky-serie-gsbh/>
- [36] *Hrotové brusky BUA 25 B Practic* [online]. Slovákcké strojírný [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://www.sub.cz/tos-celakovice/hrotove/bua-25-b-practic.aspx>
- [37] *KNUTH SM Univerzální bruska na nástroje* [online]. dobré stroje [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.dobrestroje.cz/dobrestroje/eshop/1-1-DREVOBRABECI-STROJE/297-3-UNIVERZALNI-BRUSKY/5/2811-KNUTH-SM-UNIVERZALNI-BRUSKA-NA-NASTROJE>
- [38] Bezpečnostní lišty a nárazníky. *Rem-technik.cz* [online]. [cit. 2020-07-09]. Dostupné z: <https://www.rem-technik.cz/bezpecnostni-systemy/bezpecnostni-listy-a-narazniky/senzorove-profil-y-1533.html>

## Seznam použitých obrázků

Obr. 1: Vliv komise EU na prosazování norem (podle školení bezpečnosti robotických pracovišť) .....	12
Obr. 2: Rozdělení použitých norem podle typu .....	14
Obr. 3: Provozní projevy a důsledky s typy strojů, které norma zmiňuje.....	15
Obr. 4: Příslušenství stroje [4] .....	18
Obr. 5: Nádrž brusky s kalem po odsátí oleje [7] .....	20
Obr. 6: Ukázka aplikace zábradlí u stroje INTEGREGX e-1850V/25s [8].....	21
Obr. 7: Ukázka plného krytování [12] .....	23
Obr. 8: Ukázka blokovacího zařízení [14] .....	24
Obr. 9: Ochranné ohrazení X-Guard [16].....	25
Obr. 10: Bezpečnostní kabina u horizontální vyvrtávačky WH 10 CNC [17].....	25
Obr. 11: Teleskopický kryt [18].....	26
Obr. 12: Konvenční soustruh s ukázkou ochranných krytů [20].....	27
Obr. 13: Ukázka krytování poloautomatického stroje [21].....	29
Obr. 14: CNC soustružnické centrum Hyunday wia E200MA [23] .....	30
Obr. 15: Multivřetenový automatický soustruh Schuette SF 13 - 6 [25] .....	31
Obr. 16: Sloupová vrtačka bez ochranných krytů [26].....	32
Obr. 17: Teleskopické bezpečnostní vypínací zařízení [28].....	33
Obr. 18: Jáma u obráběcího stroje [29].....	34
Obr. 19: Nastavitelný ochranný kryt [30] .....	35
Obr. 20: Použití pevných a pohyblivých ochranných krytů [30].....	36
Obr. 21: Ukázka pracovní plošiny s přístupovým žebříkem [31] .....	37
Obr. 22: Vertikální obráběcí centrum ROBODRILL [33].....	38
Obr. 23: Rovinná bruska GSBH 1020PNC [34].....	40
Obr. 24: Ukázka broušení rotačních ploch upnutím mezi hroty [35] .....	42
Obr. 25: Univerzální bruska na nástroje KNUTH SM [36].....	43
Obr. 26: Rozptylová plocha [5].....	43
Obr. 27: Blokovací zařízení primárního krytu .....	48
Obr. 28: Blokovací zařízení sekundárního krytu .....	49
Obr. 29: Pohyblivé servisní dveře .....	50

Obr. 30: Šroubované servisní víko .....	50
Obr. 31: Nezakrytovaný řemenový převod .....	51
Obr. 32: Zakrytovaný řemenový převod .....	51
Obr. 33: Interní robot .....	52
Obr. 34: Bezpečnostní zámek spojený s ovládním interního robota .....	52
Obr. 35: Ruční kolo elektroniky externího robota .....	53
Obr. 36: Bezpečnostní systém spojený s blokováním externího robota .....	53
Obr. 37: Spínače pro otevření primárního krytu .....	54
Obr. 38: Ruční kolo elektroniky .....	55
Obr. 39: Ovládací panel .....	57
Obr. 40: Tlaková lišta [38] .....	58
Obr. 41: Ukázka použití bezpečnostního klíče .....	59
Obr. 42: Externí jednotka .....	62

## Seznam příloh

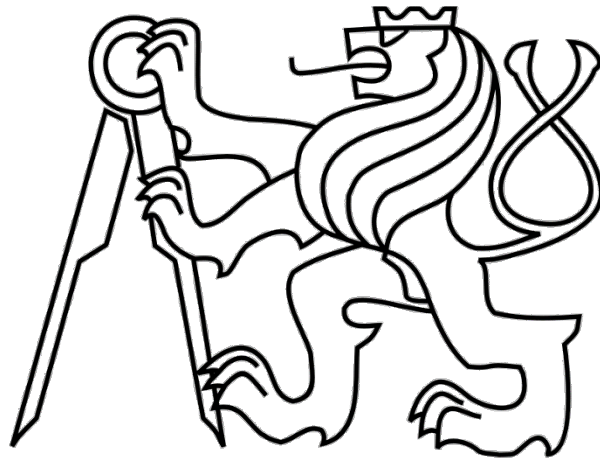
### 6.1 Textové přílohy

Příloha č.1      Tabulka 3 – Korelace bezpečnostní funkce a úrovně vlastností

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav výrobních strojů a zařízení



# Textové přílohy

Vybrané bezpečnostní požadavky ve stavbě obráběcích strojů



## Příloha č. 1

### Tabulka 3 – Korelace bezpečnostní funkce a úrovně vlastností

#### Obráběcí stroje – Bezpečnost – Stacionární brusky ČSN EN ISO 16089

Bezpečnostní funkce (Safety function)	Požadovaná úroveň vlastností, PL <sub>r</sub> (Required performance level, PL <sub>r</sub> )
1) Blokovací zařízení spojené s pohyblivým ochranným krytem v následujících oblastech, elektrosenzitivní ochranné zařízení (ESPE) nebo ostatní bezpečnostní zařízení použité pro (1) <i>Interlocking device associated with a movable guard in the following areas, electro-sensitive protective equipment (ESPE), or other safety equipment applied to</i>	
i) pracovní zóna; zóna pouze pro údržbu; (i) <i>work zone;</i> <i>zone only for maintenance)</i>	d kategorie 3 c (d category 3 c)
ii) převody, pohonné mechanismy přístup více než jednou za hodinu přístup méně nebo rovno jednou za hodinu (ii) <i>transmissions, drive mechanisms</i> <i>with access more than once per hour</i> <i>with access less than or equal to once per hour)</i>	d c
iii) výměník nástroje, zásobník nástroje; (iii) <i>tool changer, tool magazine)</i>	d
iv) manipulační zařízení pro nakládání /vykládání obrobků přístup více než jednou za hodinu přístup méně nebo rovno jednou za hodinu (iv) <i>handling device for workpiece loading/unloading</i> <i>with access more than once per hour</i> <i>with access less than or equal to once per hour)</i>	d c
v) výměník palet přístup více než jednou za hodinu přístup méně nebo rovno jednou za hodinu (v) <i>pallet changer</i> <i>with access more than once per hour</i> <i>with access less than or equal to once per hour)</i>	d c



<b>Bezpečnostní funkce (Safety function)</b>	<b>Požadovaná úroveň vlastnosti, PL<sub>r</sub> (Required performance level, PL<sub>r</sub>)</b>
vi) přístup k prohlubním, brány v ohraničení plochy ohradou přístup více než jednou za hodinu přístup méně nebo rovno jednou za hodinu (v) <i>access to pits, gates in perimeter fencing with access more than once per hour with access less than or equal to once per hour)</i>	d c
2) Zařízení vyžadující nepřetržité působení síly na ovládač jako kombinace spouštěcího zařízení vyžadujícího nepřetržité působení na ovládač a spouštěcího zařízení pro monitorování redukované rychlosti osy, pokud není provedeno v souladu s 5.12 b) 6), pro monitorování redukované rychlosti osy, pokud je provedeno v souladu s 5.12 b) 6) (2) <i>Hold-to run control as a combination of hold-to run control and enabling device for axis reduced speed monitoring when it is not done in accordance with 5.12 b) 6), for axis reduced speed monitoring when it is done in accordance with 5.12 b) 6))</i>	d d c
3) Ovládací systém s ručním kolem elektroniky jako kombinace ovládacího systému s ručním kolem elektroniky a spouštěcího zařízení pro monitorování redukované rychlosti osy, pokud není provedeno v souladu s 5.12 b) 6), pro monitorování redukované rychlosti osy, pokud je provedeno v souladu s 5.12 b) 6) (3) <i>Control system with electronic handwheel as a combination of control system with electronic handwheel and enabling device for axis reduced speed monitoring when it is not done in accordance with 5.12 b) 6), for axis reduced speed monitoring when it is done in accordance with 5.12 b) 6)</i>	d d c
4) Spouštěcí zařízení (4) <i>Enabling device)</i>	d
5) Monitorování redukované rychlosti vřetena (5) <i>Spindles reduced speed monitoring)</i>	d kategorie 3 (d category 3)
6) Monitorování redukované rychlosti osy, pokud je posuv řídicí pohyb osy ovlivněn pomocí spouštěcího zařízení vyžadující nepřetržité působení na ovládač s PL=d z 5.12 b) 2) nebo pomocí ručního kola elektroniky s PL = d z 5.12 b) 3) (6) <i>Axis reduced speed monitoring for axes if the feed control of the axis movement is effected by means of a hold-to-run device with PL = d of 5.12 b) 2) or by an electronic hand wheel with PL = d of 5.12 b) 3)</i>	d
7) Řídicí systém poháněného upínání nástroje pro stroje, které nevyžadují pohyblivé ochranné kryty Pro stroje s pohyblivými ochrannými kryty, pokud je ovlivněno obrábění otevřením pohyblivých ochranných krytů, např. stroje s MSO 3 Pro režimy bezpečného provozu s uzavřenými pohyblivými ochrannými kryty (7) <i>Control system of power operated tool clamping and work holding for machines which do not require movable guards for machines with movable guards when machining is effected with movable guards open, e.g. machines with MSO 3 For modes of safe operation with closed movable guards)</i>	c c b

<b>Bezpečnostní funkce (Safety function)</b>	<b>Požadovaná úroveň vlastností, PL<sub>r</sub> (Required performance level, PL<sub>r</sub>)</b>
8) Nouzové zastavení (8) <i>Emergency stop</i>	c
9) Zamezení nebezpečí rozdrcení při motoricky poháněných ochranných krytech/dveřích s ochranou hran např. pomocí na tlak citlivých ochranných zařízení (PSPD) (9) <i>Prevention of crushing hazard at power operated guards/doors with edge protection by e.g. pressure-sensitive protective devices (PSPD)</i>	d
10) Volič funkce režimu bezpečného provozu (10) <i>Mode of safe operation selection function</i>	c
11) Bezpečné zastavení provozu (zastavení kategorie 2 v souladu s IEC 61800-5-2:2007) (11) <i>Safe operational stop (stop category 2 in accordance with IEC 61800-5-2:2007)</i>	d
12) Bezpečné zastavení (zastavení kategorie 1 v souladu s IEC 61800-5-2:2007) Bezpečné zastavení (zastavení kategorie 0 v souladu s IEC 61800-5-2:2007) (12) <i>Safe stop (stop category 1 in accordance with IEC 61800-5-2:2007)</i> <i>Safe stop (stop category 0 in accordance with IEC 61800-5-2:2007)</i>	d c
13) Řídící funkce k zajištění neúmyslného klesání ve svislých nebo šikmých osách Pokud je obtížné se vyhnout nebezpečí Pokud nebezpečné klesání ve svislých nebo šikmých osách existuje, pokud je možnost zabránění úrazu nebo výrazně snížit vliv (13) <i>Control function to prevent unintended descent of vertical or slant axis if hazard avoidance is difficult</i> <i>if a hazardous descent of vertical or slant axis exists, if a realistic chance of avoiding an accident or significantly reducing its effect is given)</i>	d c
14) Spuštění a restart funkcí (viz 5.9 c)) pro elektronické řídicí systémy pro elektromechanické řídicí systémy POZNÁMKA Spuštění a restart funkcí nesouvisející s bezpečností, pokud je zabráněno jinými prostředky, např. blokování dveří, spouštěcí zařízení. (14) <i>Start and restart function (see 5.9 c))</i> <i>for electronic control systems</i> <i>for electromechanical control systems</i> NOTE <i>Start and restart functions are not safety related if they are avoided by other means, e.g. door interlocking, enabling device.)</i>	d c
15) Spuštění pohybu osy (viz 5.9 e)) pro elektronické řídicí systémy pro elektromechanické řídicí systémy POZNÁMKA Spuštění a restart funkcí nesouvisející s bezpečností, pokud je zabráněno jinými prostředky, např. blokování dveří, spouštěcí zařízení. (15) <i>Start of axis movement (see 5.9 e))</i> <i>for electronic control systems</i> <i>for electromechanical control systems</i> NOTE <i>Start and restart functions are not safety related if they are avoided by other means, e.g. door interlocking, enabling device.)</i>	d c



<b>Bezpečnostní funkce (Safety function)</b>	<b>Požadovaná úroveň vlastnosti, PL<sub>r</sub> (Required performance level, PL<sub>r</sub>)</b>
16) Zabránění neúmyslného spuštění systému odsáváním CO <sub>2</sub> – pro přístupné stroje – pro nepřístupné stroje (16) <i>Prevention of unintended actuation of the CO<sub>2</sub> extinguishing system</i> – for accessible machines – for inaccessible machines)	c b
17) Technické spojení mezi požárním poplachem nebo automatickým systémem pro hašení požáru s řídicím systémem stroje (17) <i>Technical link between fire alarm or automatic fire extinguishing system with the machine control system)</i>	b
18) Monitorování dodávky řezné kapaliny a olejové mlhy odsáváním při použití hořlavé řezné kapaliny (18) <i>Monitoring of metalworking fluid supply and oil mist extraction when using flammable metalworking fluid)</i>	b
19) Zabránění neočekávanému spuštění dodávky řezné kapaliny více než nebo rovno 5 bar	c
Zabránění neočekávanému spuštění dodávky řezné kapaliny s použitím nízkotlakého systému řezné kapaliny, tj. méně než 5 bar (19) <i>Prevention of unexpected start of metalworking fluid supply more than or equal to 5 bar</i> <i>Prevention of unexpected start of metalworking fluid supply with use of low pressure metal working fluid system, i.e. less than 5 bar)</i>	b