
**Varnost strojev - Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja -
2. del: Tehnična načela in specifikacije
(ekvivalenten z EN 292-2:1991)**

Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design -
Part 2: Technical principles and specifications

Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes généraux de
conception - Partie 2: Principes et spécifications techniques

Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze -
Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen

Deskriptorji: varnost strojev, načrtovanje, preprečevanje nezgod, splošni podatki,
specifikacije, človeški dejavniki, inženiring, varnost, krmilne naprave,
varnostne naprave, informacije, indeksi (dokumentacija)

ICS 01.040.13:13.110

Referenčna številka
PSIST EN 292-2:1996 (sl)

Nadaljevanje na straneh od II do IV in od 2 do 80

UVOD

Standard SIST EN 292-2, Varnost strojev - Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja - 2. del: Tehnična načela in specifikacije, prva izdaja, 1996, ima status slovenskega standarda in je ekvivalenten evropskemu standardu EN 292-2:1991, Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles and specifications z upoštevanjem sprememb v EN 292-2:1991/A1:1995 Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles and specifications.

Dodan je še nacionalni dodatek, ki je informativnega značaja.

NACIONALNI PREDGOVOR

Evropski standard EN 292-2:1991 je pripravil tehnični odbor Evropske organizacije za standardizacijo CEN/TC 114 Varnost strojev. Slovensko izdajo tega standarda je pripravil tehnični odbor USM/TC VSN Varnost strojev in naprav. V primeru spora glede besedila slovenskega prevoda v tem standardu je odločilen izvorni evropski standard v angleškem jeziku..

Slovenski standard SIST EN 292-2:1996 je prevod angleškega besedila evropskega standarda EN 292-2:1991, in sicer samo besedila standarda, medtem ko je informativni del standarda, Dodatek A, Dodatek B, Dodatek C in Dodatek D, prevzet v angleščini in dodan kot ponatis informativnega dela evropskega standarda.

V Dodatku A sta točki A.1 in A.2 iz standarda EN 292-2:1991 nadomeščeni z EN 292-2:1991/A1:1995.

Dodatek B in Dodatek C sta prevzeta brez sprememb ali dopolnil.

Dodatek D je trijezično abecedno kazalo specifičnih pojmov in izrazov, uporabljenih v standardu EN 292; slovenski prevod tega kazala je nacionalni dodatek standarda SIST EN 292-2:1996.

Ta slovenski standard je dne 1996-...-.... odobril direktor USM.

OSNOVA ZA IZDAJO STANDARDARDA

- Delni prevod standarda EN 292-2:1991 in dopolnilo EN 292-2:1991/A1:1995

OPOMBE

- Povsod, kjer se v besedilu standarda uporablja izraz "evropski standard", v SIST EN 292-2:1996 to pomeni "slovenski standard".
- Uvod, nacionalni predgovor, nacionalne opombe in nacionalni dodatek niso sestavni del standarda.
- Slovenski standard SIST EN 292-2:1996 je identičen z ISO/TR 12100-2/1992.

VSEBINA	Stran
Evropski standard EN 292-2.....	1
Predgovor	2
0 Uvod.....	2
1 Namen	3
2 Zveza s standardi.....	4
3 Zmanjšanje tveganja z načrtovanjem	5
3.1 Izogibanje ostrim robovom in vogalom, štrlečim delom itd.	5
3.2 Izdelava strojev z vgrajeno varnostjo.....	5
3.3 Upoštevanje načrtovalskih pravil, podatkov o lastnostih materiala itd.....	6
3.4 Uporaba tehnologij, postopkov in napajanja z vgrajeno varnostjo	6
3.5 Uporaba načela pozitivnega mehanskega učinka ene komponente na drugo komponento	6
3.6 Upoštevanje ergonomskih načel.....	6
3.7 Uporaba varnostnih načel pri načrtovanju krmilnih sistemov	8
3.8 Preprečevanje nevarnosti, ki jo povzroča pnevmatska in hidravlična oprema	11
3.9 Preprečevanje električne nevarnosti.....	12
3.10 Omejevanje izpostavljenosti nevarnostim z zanesljivostjo opreme.....	12
3.11 Omejevanje izpostavljenosti nevarnostim z mehaniziranimi in avtomatiziranimi operacijami vlaganja (oskrbovanja) / odvzemanja (odstranjevanja).....	12
3.12 Omejevanje izpostavljenosti nevarnostim z namestitvijo mest za nastavljanje in vzdrževanje zunaj nevarnih območij	13
4 Zaščita	13
4.1 Izbira varoval in varnostnih naprav.....	13
4.2 Zahteve za načrtovanje in konstrukcijo varoval in varnostnih naprav.....	15
5 Navodila za uporabo	17
5.1 Splošne zahteve	17
5.2 Namestitvev in lastnosti navodil za uporabo.....	18
5.3 Signali in opozorilne naprave.....	18
5.4 Oznake, znaki (piktogrami), pisna opozorila.....	18
5.5 Spremni dokumenti (zlasti: priročnik z navodili)	19
6 Dodatni varnostni ukrepi.....	22
6.1 Varnostni ukrepi v sili.....	22
6.2 Oprema, sistemi in ureditve, ki prispevajo k varnosti.....	22

Dodatek A: Dodatek I Smernice o strojih	25
A.1 Aneks I - Smernica o prilagajanju zakonskih predpisov držav članic, ki veljajo za stroje (89/392/EEC, modificiran z 91/368/EEC in 93/44/EEC): bistvene zdravstvene in varnostne zahteve v zvezi z načrtovanjem in izdelavo strojev in varnostnih komponent (en)	25
Dodatek B: Bibliografija (en).....	38
Dodatek C: Glavne terminološke razlike med EN 292 in Smernico o strojih (89/392/EEC) (en).....	39
Dodatek D: Trijezični abecedni indeks	40
Nacionalni dodatek: Slovensko abecedno kazalo specifičnih izrazov, uporabljenih v standardu EN 292.....	53

UDK: 62-78:614.8:331.454

Deskriptorji: varnost strojev, načrtovanje, preprečevanje nezgod, splošni podatki, specifikacije, človeški dejavniki, inženiring, varnost, krmilne naprave, varnostne naprave, informacije, indeksi (dokumentacija)

Slovenska izdaja

**Varnost strojev -
Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja -
2. del: Tehnična načela in specifikacije**

Safety of machinery -
Basic concepts, general
principles for design -
Part 2: Technical
principles and
specifications

Sicherheit von Maschinen
- Grundbegriffe, allgemeine
Gestaltungsleitsätze - Teil
2: Technische Leitsätze
und Spezifikationen

Securité des machines -
Nations fondamentales,
principes généraux de
conception - Partie 2:
Principles techniques et
spécifications

Ta evropski standard je sprejel CEN dne 1991-09-20. Članice CEN morajo izpolnjevati določila poslovnika CEN/CENELEC, s katerim je predpisano, da mora biti ta standard brez kakršnihkoli sprememb sprejet kot nacionalni standard.

Spiski najnovejših izdaj teh nacionalnih standardov in njihovi bibliografski podatki so na voljo pri osrednjem tajništvu ali članicah CEN.

Evropski standardi obstajajo v treh izvornih izdajah (nemški, angleški in francoski). Izdaje v drugih jezikih, ki jih članice CEN na lastno odgovornost prevedejo in izdajo ter prijavijo pri osrednjem tajništvu CEN, veljajo kot uradne izdaje.

Članice CEN so nacionalne ustanove za standardizacijo Avstrije, Belgije, Danske, Finske, Francije, Grčije, Irske, Islandije, Italije, Luksemburga, Nemčije, Nizozemske, Norveške, Portugalske, Španije, Švedske, Švice in Združenega kraljestva.

CEN

Evropski komite za standardizacijo
European Committee for Standardisation
Europäisches Komitee für Normung
Comité Européen de Normalisation

Osrednje tajništvo: Rue de Stassart 36, B-1050 Bruselj

Predgovor

Ta standard je pripravil CEN/TC 114 Varnost strojev, WG 1 "Osnovni pojmi".

1. del tega standarda obravnava pojme: "Osnovna terminologija, metodologija" (za podrobnejšo razlago glej poglavje 0 Uvod).

Opomba: EN 292-2 se na več mestih sklicuje na ustrezne točke EN 60204-1:1985 "Električna oprema industrijskih strojev - 1. del: Splošne zahteve".

Pomembno je omeniti, da je bil ta standard s področja elektrike močno revidiran in da bo osnutek prEN 60204-1, "Varnost strojev - Električna oprema strojev - 1. del: Splošne zahteve" leta 1991 predložen v enoten postopek sprejemanja (UAP). Zato je verjetno, da bo medtem, ko bo v rabi EN 292, na voljo nova verzija EN 60204-1.

Da bi v vmesnem času ne prišlo do zmede, prikazuje spodnja tabela točke EN 292-2, ki se sklicujejo na EN 60204-1:1985 (stolpec 1) in ustrezne točke EN 60204-1:1985 (stolpec 2) in prEN 60204-1:1991 (stolpec 3).

Tabela 1

EN 292-2, §:	EN 60204-1:1985, §:	prEN 60204-1:1991, §:
3.4	5.1, 2.3	6.4
3.7.11	5.4 do 5.8, 6, 7, 8	7.5 in 8 do 13
3.9	5.1	6
	5.2	7.2
	5.3	7.3
5.4	3.1	18
5.5.1.c)	3.2	19
6.1.1	5.6.1	9.2.5.4 in 10.7
6.2.2	5.6.2	5.3

0 Uvod

Namen standarda je pomagati načrtovalcem, izdelovalcem in drugim zainteresiranim organom tolmačiti osnovne varnostne zahteve, da se doseže skladnost z evropsko zakonodajo o varnosti strojev.

Ta standard je prvi v programu standardov, ki jih na podlagi mandata CEC in EFTA pripravlja CEN/CENELEC. Program je razdeljen na več kategorij, da bi se izognili podvajanju in da bi razvili logiko, ki bi omogočila hitro izdelavo standardov in lažje medsebojno sklicevanje.

Hierarhija standardov je naslednja:

- a) **Standardi tipa A** (osnovni varnostni standardi) podajajo osnovne pojme, načela za načrtovanje in splošne vidike, ki se lahko uporabijo za vse stroje.
- b) **Standardi tipa B** (skupinski varnostni standardi) obravnavajo en varnostni vidik ali en tip varnostne naprave, ki se lahko uporablja pri mnogih vrstah strojev:
 - standardi tipa B1 obravnavajo posamezne varnostne vidike (na primer varnostna razdalja, temperatura površine, hrup),
 - standardi tipa B2 obravnavajo varnostne priprave (na primer dvoročno krmiljenje, zaporne priprave, naprave občutljive na dotik, varnostne naprave).

- c) **Standardi tipa C** (podrobni varnostni standardi strojev) podrobno podajajo varnostne zahteve za posamezen stroj ali skupino strojev.

Temeljni namen EN 292 je omogočiti načrtovalcem, izdelovalcem in drugim celoten okvir in vodilo za izdelovanje strojev, ki bodo varni za namembnostno uporabo. Zagotavlja tudi strategijo za načrtovalce standardov tipa C v povezavi z ENV "Terminologija" in EN 414 "Pravila za načrtovanje in predstavljanje varnostnih standardov". Poleg tega je ta strategija uporabno vodilo načrtovalcem in izdelovalcem strojev v primeru, ko ne obstaja noben C standard, in je v pomoč načrtovalcem pri čim bolj koristni uporabi standardov tipa B in pri pripravi konstrukcijske dokumentacije.

Program standardov se stalno dopolnjuje in nekateri deli EN 292 so vsebina standardov tipa A in B, ki so v pripravi. V primeru, da obstaja standard tipa A ali B, bo sklicevanje na ta standard dodano k ustreznemu poglavju EN 292. Mišljeno je, da kjer obstaja drug standard tipa A ali B, ki pokriva specifičen del iz EN 292, ima ta prednost pred EN 292.

Opomba: Zlasti vsaka definicija izraza, ki je podana v standardih tipa A, B1 in B2, ima prednost pred ustrežno definicijo, dano v EN 292.

EN 292 sestavljata dva dela:

- 1. del, "Varnost strojev - Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja - Osnovna terminologija, metodologija" obravnava celotno osnovno metodologijo, ki jo je treba upoštevati pri izdelavi standardov za stroje, skupaj z osnovno terminologijo, povezano s filozofijo, ki je podlaga temu delu.
- 2. del, "Varnost strojev - Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja - Tehnična načela in specifikacije" svetuje, kako naj se ta filozofija uporablja s pomočjo razpoložljivih metod.

Celoten namen EN 292 je na najbolj pragmatičen način omogočiti izdelovalcem, načrtovalcem in drugim strategijo ali okvir, nujen za doseglo usklajenosti z evropsko zakonodajo. Bistven element v tem procesu je razumevanje temeljnega pravnega okvira, ki je izražen v bistvenih varnostnih zahtevah Smernice o strojih in v ustreznih sporazumih EFTA. Zato je bila sprejeta odločitev ponatisa dodatka I smernice 89/392/EEC kot priloga k EN 292-2.

Namerava se čimprej revidirati EN 292 in vključiti nadaljnje standarde in zakonodajo.

1 Namen

Ta evropski standard definira tehnične smernice in specifikacije, ki bodo v pomoč načrtovalcem in izdelovalcem za doseganje varnosti strojev z načrtovanjem (glej točko 3.1 v EN 292-1) za profesionalno in splošno uporabo. Uporablja se lahko tudi za druge tehnične izdelke s podobnimi nevarnostmi.

1. in 2. del se uporabljata skupaj, kadar gre za rešitev specifičnega problema. Lahko se uporabljata neodvisno od drugih dokumentov ali kot podlaga za pripravljane drugih standardov tipa A ali B in C.

EN 292-2 v zvezi 1. delom bi lahko pomagal tudi pri začasni oceni strojev glede njihove varnosti, če ni na voljo ustreznega standarda tipa C.

Priporoča se vključitev tega standarda v izobraževalne tečaje in priročnike, zato da se načrtovalcem in drugim posredujejo tehnična načela in specifikacije.

2 Zveza s standardi

Ta evropski standard vsebuje z datiranim in nedatiranim sklicevanjem določila iz drugih publikacij. Ta sklicevanja na standarde so navedena na ustreznih mestih v besedilu, publikacije pa so spodaj našteje. Pri datiranih sklicevanjih se pri uporabi tega evropskega standarda upoštevajo kasnejša dopolnila ali spremembe katerekoli teh publikacij le, če so z dopolnilom ali spremembo vključene vanj. Pri nedatiranih sklicevanjih pa se uporablja zadnja izdaja publikacije, na katero se sklicuje.

EN 292-1	Varnost strojev - Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja - 1. del: Osnovna terminologija, metodologija
EN 294 ^{a)}	Varnost strojev - Varnostne razdalje, ki preprečujejo doseg nevarnih območij z zgornjimi okončinami
EN 349 ^{1)b)}	Varnost strojev - Najmanjša razdalja, ki preprečujejo zmečkanine na delih človeškega telesa
EN 418 ^{2)c)}	Varnost strojev - Oprema za izklop v sili - Funkcionalni vidiki
EN ... ³⁾	Varnost strojev - Varovala (pritrjena, premična)
EN ... ⁴⁾	Varnost strojev - Dvoročne krmilne naprave za krmiljenje
EN ... ⁵⁾	Varnost strojev - Varnostne naprave, občutljive na tlak - preproge in podi
EN ... ⁶⁾	Varnost strojev - Zaporna naprava z zaščitnim zaklepanjem ali brez njega - Splošne smernice in specifikacije za konstrukcijo
EN ... ⁷⁾	Varnost strojev - Načelo načrtovanja krmilnih sistemov v zvezi z varnostjo
EN ... ⁸⁾	Varnost strojev - Varnostne zahteve za sisteme in sestavine na fluidno energijo - Hidravlika
EN ... ⁹⁾	Varnost strojev - Varnostne zahteve za sisteme in sestavine na fluidno energijo - Pnevmatika
EN ... ¹⁰⁾	Varnost strojev - Varnostne naprave, občutljive na elektriko - 1. del: Splošne zahteve

1) Osnupek standarda predložen na CEN/CENELEC v obravnavo v letu 1991.

2) Osnupek standarda predložen na CEN/CENELEC v obravnavo v letu 1991.

3) Osnupek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 11.

4) Osnupek standarda je pripravil CEN/TC 114-CLC/TC 44X/JWG 7.

5) Osnupek standarda je pripravil CEN/TC 114-CLC/TC 44X/JWG 8.

6) Osnupek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 10.

7) Osnupek standarda je pripravil CEN/TC 114/CLC/TC 44X/JWG 6.

8) Osnupek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 12.

9) Osnupek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 12.

10) Osnupek standarda je pripravil CLC/TC 44X/WG 2.

Nacionalne opombe: a) Standard je bil izdan kot EN 294:1992.
b) Standard je bil izdan kot EN 349:1993.
c) Standard je bil izdan kot EN 418:1992.

EN ... ¹¹⁾	Varnost strojev - Ergonomska načela načrtovanja - 1. del: erminologija in splošna načela - 2. del: Medsebojno delovanje med načrtovanjem strojev in delovnimi nalogami
EN ... ¹²⁾	Varnost strojev - Ergonomske zahteve in podatki za načrtovanje prikazovalnikov in krmilnih stikal - 1. del: Medsebojno delovanje med človekom in prikazovalniki in krmilnimi stikali - 2. del: Prikazovalniki - 3. del: Krmilna stikala
EN 50020:1977/A1:1979/A2: 1983	Električni aparati za eksplozivno atmosfero - Lastna varnost "I"
EN 60204-1:1985 ¹³⁾	Električna oprema industrijskih strojev - 1. del: Splošne zahteve
ISO 447:1984	Strojno orodje - Navodila za delovanje krmil

3 Zmanjšanje tveganja z načrtovanjem

Tveganje je mogoče zmanjšati z načrtovanjem z uporabo naslednjih ukrepov, uporabljenih ločeno ali kombinirano:

- s preprečevanjem ali zmanjšanjem čimveč nevarnosti s primerno izbranimi načrtovalskimi značilnostmi (glej točke 3.1 do 3.9), in
- z omejevanjem izpostavljanja oseb nevarnostim, tako da se zmanjša potreba po poseganju upravljavca v nevarna območja (glej točke 3.10 do 3.12).

3.1 Izigibanje ostrim robovom in vogalom, štrlečim delom itd.

Kolikor le dopušča namen uporabe, dostopni deli strojev ne smejo imeti ostrih robov, ostrih vogalov, grobih površin, štrlečih delov, ki bi lahko povzročili poškodbo, pa tudi ne odprtin, ki bi lahko "ujele" dele telesa ali obleke. Zlasti pločevinasti robovi morajo biti obdelani, zarobljeni ali zaobljeni, odprti konci cevi, ki lahko predstavljajo "past", morajo biti pokriti itd.

3.2 Izdelava strojev z vgrajeno varnostjo

- z obliko in ustrezno namestitvijo njihovih mehanskih sestavnih delov: na primer nevarnost zmečkanin ali odstriženja je preprečena tako, da se poveča najmanjši prostor med gibljivimi deli in da gre določeni del telesa lahko varno v vmesni prostor, ali pa tako, da se vmesni prostor med gibljivimi deli zmanjša in noben del telesa ne more v vmesni prostor (glej EN 349, "Najmanjše razdalje, ki preprečujejo zmečkanine na delih človeškega telesa" in EN 294, "Varnostne razdalje, ki preprečujejo doseg nevarnih območij z zgornjimi okončinami");
- z omejevanjem sprožilne sile do dovolj nizke vrednosti, tako da element ne povzroča mehanske nevarnosti¹⁴⁾;
- z omejevanjem mase oziroma hitrosti gibljivih elementov in s tem njihove kinetične energije¹⁵⁾;

11) Osnutek standarda je pripravil GEN/TC 122/WG 2.

12) Osnutek standarda je pripravil GEN/TC 122/WG 6.

13) Glej predgovor.

14) Če taka omejitev ne ovira namembne funkcije.

15) Če taka omejitev ne ovira namembne funkcije.

- z omejevanjem hrupa in vibracij z načrtovanjem.

3.3 Upoštevanje načrtovalskih pravil, podatkov o lastnostih materiala, in bolj na splošno, vseh strokovnih pravil v zvezi z načrtovanjem strojev in konstrukcijo (na primer pravila o preračunavanju itd.).

a) Mehanske obremenitve:

Na primer:

- omejevanje obremenitve s pravilnim preračunavanjem, s konstrukcijo in s pravilnimi načini pritrditve, ki se nanašajo na primer na vijakne zveze, varjene zveze itd.,
- omejevanje obremenitve s preprečevanjem preobremenitev (topljivi vtiči, visokotlačni varnostni ventili, porušitvene točke, naprave za omejevanje vrtilnega momenta itd.)
- izogibanje utrujenosti materiala v elementih pod različnimi napetostmi (zlasti ciklične napetosti),
- statično in dinamično uravnoteženje vrtiljivih elementov.

b) Materiali:

Na primer upoštevanje:

- lastnosti materiala,
- korozije, staranja, abrazije in obrabe,
- homogenosti materiala,
- strupenosti materiala.

3.4 Uporaba tehnologij, postopkov in napajanja z vgrajeno varnostjo

Na primer:

- pri strojih, namenjenih za uporabo v eksplozivni atmosferi:
 - popolnoma pnevmatski ali hidravlični krmilni sistem in vklopna stikala ali
 - električna oprema z vgrajeno varnostjo (glej EN 50020),
- električno napajanje s "funkcionalno varnostno malo napetostjo" (glej 5.1.2.3 EN 60204-1¹⁶⁾),
- uporaba ognjeodpornih in nestrupenih tekočin v hidravlični opremi strojev.

3.5 Uporaba načela pozitivnega mehanskega učinka ene komponente na drugo komponento

Če gibljiva mehanska komponenta neizogibno premika s seboj druge komponente, bodisi z neposrednim stikom ali s togimi elementi, velja, da so te komponente povezane na pozitivni način (ali pozitivno). Isto velja za komponento, ki zgolj s svojo prisotnostjo preprečuje vsak premik druge komponente.

Nasprotno pa, kadar se mehanska komponenta premika, in tako omogoča drugi komponenti, da se prosto giblje (zaradi gravitacije, vzmetne sile itd.), ni pozitivnega mehanskega učinka prve komponente na drugo.

3.6 Upoštevanje ergonomskih načel (glej tudi osnutke standardov, ki jih je pripravil CEN/TC 122 "Ergonomika" in med drugim EN ... "Ergonomska načela načrtovanja" in EN ... "Ergonomske zahteve in podatki za načrtovanje prikazovalnikov in krmilnih stikal").

Upoštevanje ergonomskih načel pri načrtovanju strojev prispeva k povečevanju varnosti z zmanjšanjem obremenitev in fizičnega napora upravljavca in s tem izboljšuje učinkovitost in zanesljivost delovanja ter tako zmanjšuje verjetnost napak v vseh fazah uporabe stroja.

¹⁶⁾ Glej predgovor.

Ta načela je treba upoštevati v osnovnem načrtovanju pri odrejanju funkcij upravljavcu in stroju (stopnja avtomatizacije).

Upoštevati je treba tudi velikost človeških teles, kot so v evropskih državah, njihovo moč in držo, doseg gibov, frekvenco ponavljajočega se delovanja, da se s tem izogne oviram, naporu ter fizičnim in psihičnim poškodbam.

Vsi elementi vmesnika "upravljavec - stroj", kot so elementi za krmiljenje, signaliziranje ali prikazovanje podatkov, morajo biti načrtovani tako, da je med upravljavcem in strojem omogočeno jasno in nedvoumno delovanje.

Pozornost načrtovalca mora biti usmerjena predvsem na naslednje ergonomске vidike načrtovanja stroja:

3.6.1 Izogibanje napornim držam in gibom telesa med uporabo stroja, med vzdrževanjem itd. (na primer tako, da predvidi priprave za nastavitev stroja, ki so primerne za različne upravljavce itd.).

3.6.2 Prilagajanje strojev, še posebej ročno vodenih strojev, človekovim fizičnim sposobnostim in značilnostim premikanja ter anatomiji rok in nog.

3.6.3 Izogibanje, kolikor je le mogoče, hrupu, vibracijam, toplotnim učinkom (skrajne temperature) itd.

3.6.4 Izogibanje povezavi upravljavčevega delovnega ritma avtomatskemu sledenju ciklov.

3.6.5 Zagotovitev lokalne razsvetljave za osvetlitev delovnega področja in področja za uravnavanje, nastavljanje in vzdrževanje, če je zaradi načrtovane oblike stroja oziroma varoval svetloba v prostoru neprimerna in nezadostna: preprečiti je treba migotanje, bleščanje, sence, stroboskopske učinke, če bi lahko povzročali tveganje. Če je treba položaj svetila naravnati, mora biti na takem mestu, da med naravnavanjem ni nevarnosti.

3.6.6 Načrtovanje, namestitvev in razpoznavnost ročnih krmilnih stikal tako, da:

- so jasno vidni in razpoznavni ter primerno označeni, kjer je potrebno (glej 5.4)
- jih je mogoče varno uporabljati brez pomišljanja ali izgube časa in brez dvoumnosti (na primer standardna razporeditev krmil zmanjša možnost napake, kadar upravljavec prehaja s stroja na stroj podobnega tipa, ki se krmilijo po istem principu),
- sta njihova namestitvev (za pritisne gumba) in njihovo premikanje (pri ročicah in ročnih kolesih) v skladu z njihovim učinkom (glej ISO 447),
- njihovo delovanje ne more povzročiti dodatnega tveganja.

Če je krmilno stikalo načrtovano in konstruirano za opravljanje več različnih operacij, namreč če niso enoznačne (na primer tipkovnice itd.), mora biti operacija, ki jo je treba opraviti, jasno prikazana na prikazovalniku in če je potrebno, jo je treba potrditi.

Krmilna stikala morajo biti ob upoštevanju ergonomskih načel razporejena tako, da so njihova razporeditev, pot in upor premikanju v skladu z operacijo, ki jo je treba opraviti. Zaradi potrebne ali predvidene uporabe osebnih zaščitnih sredstev (obutev, rokavice itd.) je treba upoštevati ovire.

3.6.7 Načrtovanje in nameščanje indikatorjev, stikal za izbiranje in vizualnih prikaz ovalnikov tako, da:

- so v skladu s parametri in značilnostmi človeškega zaznavanja,
- so prikazane informacije ugotovljive, prepoznavne in primerno razložljive, to je, trajati morajo dovolj dolgo, biti morajo razločne, nedvoumne in razumljive glede na zahteve upravljalca in namen uporabe,
- jih upravljaavec lahko zazna z upravljaljskega položaja,
- je z glavnega upravljaljskega položaja upravljalvcu omogočeno, da se prepriča, da v nevarnih področjih ni izpostavljenih oseb. Če to ni mogoče, mora biti krmilni sistem načrtovan in konstruiran tako, da zvočni oziroma vidni opozorilni signal opozori vsakokrat pred začetkom obratovanja stroja, tako da ima izpostavljena oseba čas in možnost, da prepreči zagon stroja.

3.7 Uporaba varnostnih načel pri načrtovanju krmilnih sistemov (glej tudi EN ... "Načela za načrtovanje krmilnih sistemov v zvezi z varnostjo").

Nezadostna pazljivost pri načrtovanju krmilnih sistemov pri strojih lahko povzroči nepredvideno in morebitno nevarno obnašanje stroja.

Tipični vzroki za nevarno obnašanje stroja so:

- neprimerno načrtovanje ali poslabšanje (naključno ali namerno) logike krmilnega sistema,
- začasna ali trajna hiba ali odpoved ene ali več komponent krmilnega sistema,
- nihanje ali odpoved v napajanju krmilnega sistema,
- napačno načrtovanje ali namestitvev krmilnih stikal.

Tipični primeri nevarnega obnašanja strojev so:

- nenameravan oziroma nepričakovan vklop,
- nenadzorovana sprememba hitrosti,
- odpoved pri ustavljanju gibljivih delov,
- premični del stroja ali obdelovanec, vpet v stroj, pade ali odleti
- oviranje varnostnih naprav.

Krmilni sistemi morajo omogočati upravljalvcu varne in lahke posege, kar zahteva:

- sistematično analizo pogojev za vklop in ustavitvev,
- ukrepe za specifične načine delovanja (na primer vklop po normalni ustavitvi, ponovni vklop po prekinitvi cikla ali po zasilni ustavitvi, odstranitev obdelovancev, s stroja, delovanje dela stroja v primeru, ko odpove kakšen element stroja itd.),
- jasno prikazovanje napak pri uporabi elektronskega krmilnega sistema in vizualne prikazovalne enote,
- upoštevanje posebnih zahtev skupka strojev.

Da bi se preprečilo nevarno obnašanje stroja in dosegla varnostna funkcija, mora načrtovanje krmilnih sistemov ustrezati naslednjim načelom oziroma metodam, ki se v skladu z okoliščinami uporabljajo posamezno ali v kombinaciji.

3.7.1 Prvo operacijo za zagon ali pospešitev gibanja mehanizma je treba opraviti z uporabo oziroma s povečanjem električne napetosti ali tlaka tekočine, če pa gre za binarno logiko elementov, s prehodom s položaja 0 na položaj 1 (če pomeni položaj 1 najvišjo stopnjo energije).

Nasprotno pa je treba opraviti prvo operacijo za ustavitev ali upočasnitev s prekinitvijo ali znižanjem električne napetosti ali tlaka tekočine, če pa gre za binarno logiko elementov, s prehodom s položaja 1 na položaj 0 (če pomeni položaj 1 najvišjo stopnjo energije).

3.7.2 Preprečiti je treba nehoteni ponovni zagon stroja, ki je po prekinitvi dovajanja spet dobil energijo, če tak ponovni zagon lahko povzroči nevarnost (na primer s posebnim relejem, kontaktorjem ali ventilom).

3.7.3 Upoštevanje zanesljivosti komponent kot osnove popolnosti varnostnih funkcij: to načelo se uporablja, da se izpolni funkcija, katere izpad lahko ogrozi varnost (komponenta z vgrajeno varnostjo), kadarkoli se uporabijo komponente, ki so sposobne zdržati motnje in obremenitve, ki so v zvezi z uporabo opreme, pod pogoji, da se uporabljajo za predvideni namen, za čas, določen za uporabo, brez napak, ki povzročajo nevarno nepravilno delovanje stroja.

Opomba: Okoljne obremenitve, ki jih je treba upoštevati, so na primer udarec, vibracije, mraz, vročina, vlaga, prah, jedke snovi, statična elektrika, magnetna in električna polja.

Motnje, ki jih lahko povzročijo te obremenitve, so na primer odpoved izolacije, začasne ali stalne odpovedi v delovanju komponent krmilnih sistemov.

Glej tudi 3.10.

3.7.4 Uporaba komponent ali sistemov "način usmerjene odpovedi", to je uporaba komponent ali sistemov, v katerih je prevladujoči način odpovedi znan vnaprej in je vedno isti.

3.7.5 Podvojitev (ali preobilje) "kritičnih" komponent; razen preskušanih (z vgrajeno varnostjo), se smejo za opravljanje varnostne funkcije uporabljati druge komponente pod pogojem, da v primeru okvare ene komponente lahko to funkcijo naprej opravlja druga ali druge in tako zagotovijo potrebno stopnjo varnosti. V tem primeru je bistveno, da se poskrbi za avtomatski monitoring (glej točko 3.7.6) skupaj z različnostjo načrtovanja oziroma tehnologije, da bi se izognilo odpovedi zaradi skupnega vzroka (na primer zaradi elektromagnetnih motenj). V tem primeru se tveganje, da bo zaradi napake prišlo do nevarnosti, močno zmanjša (približa se stanju samodejnega izničenja odpovedi), ker do nevarnega stanja pride le, če pride do odpovedi obeh (ali vseh) kritičnih elementov v istem ciklu.

3.7.6 Avtomatični monitoring

Avtomatični monitoring zagotavlja, da se varnostni ukrep sproži, če se zmanjša sposobnost komponente ali elementa za opravljanje funkcije ali če se pogoji procesa spremenijo na tak način, da postane nevarno.

Varnostni ukrepi so lahko:

- ustavitev nevarnega procesa
- preprečitev ponovnega zagona tega procesa po prvi ustavitvi, potem ko je odpovedala komponenta ali element
- sprožitev znaka za nevarnost (alarm)

3.7.7 Zaščitna varnostnih funkcij v reprogramirnih krmilnih sistemih

Sistemi, ki so sposobni reprogramiranja, predstavljajo dodatne varnostne probleme. Takšni sistemi vključujejo:

- krmilna stikala, ventile ali priključke, ki delujejo na principu diska, ekscentra ali bobna
- izbirna stikala ali ventile, ki sicer vplivajo na način "hardwarske logike"
- čitalnike kartic
- čitalnike luknjanih trakov
- magnetne trakove ali diske
- elektronsko ali optično shranjevanje