
**Varnost strojev - Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja -
2. del: Tehnična načela in specifikacije
(ekvivalenten 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
SIST 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, upoštevane pa so spremembe 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 informativne narave.

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 izvirnik evropskega standarda 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 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	6
3.6 Upoštevanje ergonomskih načel.....	6
3.7 Uporaba varnostnih načel pri načrtovanju krmilnih sistemov.....	8
3.8 Preprečevanje nevarnosti, ki jo povzročata 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

iTeh STANDARD PREVIEW **(standards.iteh.ai)**

[SIST EN 292-2:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38064ea3-9c8c-4150-8728-19cd3de923ad/sist-en-292-2-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38064ea3-9c8c-4150-8728-19cd3de923ad/sist-en-292-2-1996>

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
--	--	--

[SIST EN 292-2:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38064ea3-9c8c-4150-8728-19cd3de23ad/sist-en-292-2-1991)

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 .

Prvi 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	5.38

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 številnih 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 vklapljanje, zaporne priprave, naprave, ki so 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 ni nobenega standarda C, in je v pomoč načrtovalcem pri čim bolj koristni uporabi standardov tipa B in pri pripravi konstrukcijske dokumentacije.

Program standardov se nenehno 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 ima tam drug standard tipa A ali B, ki pokriva specifičen del iz EN 292, 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 - (Standardi pojmi, splošna načela načrtovanja - Tehnična načela in specifikacije svetuje, kako naj se ta filozofija uporablja z razpoložljivimi metodami.

Celoten namen EN 292 je na najbolj pragmatičen način omogočiti izdelovalcem, načrtovalcem in drugim strategijo ali okvir, nujen za doseg usklajenosti z evropsko zakonodajo. Bistven element je v tem procesu 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 načrtovalcem in izdelovalcem v pomoč 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 pripravljanje drugih standardov tipa A ali B in C.

EN 292-2 v zvezi s 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, 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 našteje spodaj. Pri datiranih sklicevanjih se pri uporabi tega evropskega standarda upoštevajo kasnejša dopnila ali spremembe katerekoli teh publikacij le, če so z dopnilom 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 - Varnostni razmiki, ki preprečujejo doseg nevarnih območij z zgornjimi okončinami
EN 349 ^{1)b)}	Varnost strojev - Najmanjši razmiki, 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) d)}	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) e)}	Varnost strojev - Varnostne zahteve za sisteme in sestavine na fluidno energijo - Hidravlika
EN ... ^{9) f)}	Varnost strojev - Varnostne zahteve za sisteme in sestavine na fluidno energijo - Pnevmatika

-
- 1) Osnutek standarda predložen na CEN/CENELEC v obravnavo v letu 1991.
 - 2) Osnutek standarda predložen na CEN/CENELEC v obravnavo v letu 1991.
 - 3) Osnutek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 11.
 - 4) Osnutek standarda je pripravil CEN/TC 114-CLC/TC 44X/JWG 7.
 - 5) Osnutek standarda je pripravil CEN/TC 114-CLC/TC 44X/JWG 8.
 - 6) Osnutek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 10.
 - 7) Osnutek standarda je pripravil CEN/TC 114/CLC/TC 44X/JWG 6.
 - 8) Osnutek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 12.
 - 9) Osnutek standarda je pripravil CEN/TC 114/WG 12

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.
- d) Standard je bil izdan kot EN 1088:1995
- e) Standard je bil izdan kot EN 982:1996
- f) Standard je bil izdan kot EN 983:1996

EN ... ¹⁰⁾	Varnost strojev - Varnostne naprave, občutljive na elektriko - 1. del: Splošne zahteve
EN ... ¹¹⁾ g)	Varnost strojev - Ergonomska načela načrtovanja - 1. del: Terminologija 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 z načrtovanjem zmanjšati ob uporabi naslednjih ukrepov, uporabljenih ločeno ali kombinirano:

- s preprečevanjem ali zmanjšanjem čim več 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 od 3.10 do 3.12).

3.1 Izogibanje 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 bi lahko bila 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 mogoče preprečiti 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, "Najmanjši razmiki, ki preprečujejo zmečkanine na delih človeškega telesa" in EN 294, Varnostni razmiki, ki preprečujejo doseg nevarnih območij z zgornjimi okončinami");

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

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

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

13) Glej predgovor.

Nacionalna opomba: g) Standard je bil izdan kot EN 614-1:1992.

- z omejevanjem sile sproženja do dovolj majhne vrednosti, tako da element ne povzroča mehanske nevarnosti¹⁴⁾;
- z omejevanjem mase oziroma hitrosti gibljivih elementov in s tem njihove kinetične energije¹⁵⁾;
- 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 konstruiranjem (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 vijačne zveze, varjeni spoji itd.
- omejevanje obremenitve s preprečevanjem preobremenitev (taljive varovalke, visokotlačni varnostni ventili, prelomišča, omejevalniki vrtilnega momenta itd.)
- izogibanje utrujenosti materiala v delih, ki so dinamično obremenjeni pod različnimi napetostmi (zlasti nihajne obremenitve)
- statično in dinamično uravnoteženje vrtljivih elementov

b) Materiali:

Na primer upoštevanje:

- lastnosti materiala
- korozije, staranja, abrazije zaradi drgnjenja in obrabe (obremenitev med obratovanjem)
- homogenosti materiala,
- strupenosti materiala.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38064ea3-9c8c-4150-8728-4d4e9200e1-n-0001-06>

3.4 Uporaba tehnologij, postopkov in oskrbe z energijo 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 težko vnetljivih in nestrupenih tekočin v hidravlični opremi strojev.

3.5 Uporaba načela pozitivnega mehanskega učinka ene komponente na drugo

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

14) Če taka omejitev ne ovira namembne funkcije.

15) Če taka omejitev ne ovira namembne funkcije.

16) Glej predgovor.

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.

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

Upoštevati je treba tudi telesne velikosti, kakršne so v evropskih državah, moči in drže, 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 ergonomske 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, 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 organov tako, da:

- so jasno vidni in razpoznavni ter primerno označeni, kjer je potrebno (glej 5.4)
- jih je mogoče varno uporabljati brez pomišljanja, hitro in nedvoumno (na primer standardna razporeditev krmilnih organov zmanjša možnost napake, kadar upravljavec prehaja s stroja na stroj podobnega tipa, ki se krmili po istem principu)
- sta njihova namestitvev (za pritisne gumbe) 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, skal in prikazovalnikov tako, da:

- so v skladu s parametri in značilnostmi človekovega zaznavanja
- so prikazane informacije ugotovljive, prepoznavne in primerno razločljive, to je, trajati morajo dovolj dolgo, biti morajo razločne, nedvoumne in razumljive glede na zahteve upravljavca in namen uporabe
- jih upravljavec lahko zazna z upravljalkega položaja
- je z glavnega upravljalkega položaja upravljavcu 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 in/ali 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 namestitve 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 upravljalcu omogočati 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 položaj 1 pomeni najvišjo stopnjo energije).

Nasprotno 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 položaj 1 pomeni 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 vzdržati motnje in obremenitve, ki so v zvezi z uporabo opreme, če 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 Podvojitve (ali preobilje) kritičnih komponent; razen preskušeni (z vgrajeno varnostjo), se smejo za opravljanje varnostne funkcije uporabljati druge komponente, če 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 avtomatični 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 tako, 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 Zaščitni ukrepi za varnostne funkcije v reprogramiranih krmilnih sistemih

Sistemi, ki so sposobni reprogramiranja, pomenijo 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 hardverske logike
- bralnike kartic
- bralnike luknjanih trakov
- magnetne trakove ali diske
- elektronski ali optični pomnilnik

Če se takšne priprave uporabljajo v varnostno-kritičnem krmilnem sistemu, je treba poskrbeti za zanesljiva sredstva, ki preprečijo nenamerne ali namerne spremembe shranjenega programa. Taka sredstva so lahko:

- igličasti ekscentri
- vloženo programje, na primer bralni pomnilnik bere samo pomnilnik (ROM)
- zapore, ki preprečujejo dostop
- dostop z geslom

Opomba: Če je le mogoče, naj se uporabljajo sistemi za odkrivanje napak, s katerimi se ugotavljajo napake, nastale pri reprogramiranju.

3.7.8 Načela v zvezi z ročnim krmiljenjem

- a) Ročni krmilniki (stikala) morajo biti načrtovani in nameščeni v skladu z ustreznimi ergonomskimi načeli (glej točko 3.6.6).
- b) Stikalo za ustavitev mora biti nameščeno poleg vsakega stikala za zagon. Kjer se funkciji zagon-ustavitev opravljata z zadrževalno krmilno napravo, je potrebno še posebno stikalo za ustavitev, če obstaja tveganje, da bi zadrževalna krmilna naprava, ko jo upravljavec popusti, odpovedala in ne bi posredovala ukaza za ustavitev
- c) Krmilni organi morajo biti nameščeni zunaj nevarnih območij, razen tistih, ki morajo biti zaradi nuje nameščeni znotraj nevarnih območij, na primer stikalo za izklop v sili, učni pendant itd.
- d) Če je le mogoče, morajo biti krmilni organi (zlasti krmilniki za vklop) nameščeni tako, da upravljavec, ko jih vklaplja, vidi elemente, ki jih z njimi krmili.
- e) Če je mogoče iste nevarne elemente vklopiti z več krmilnimi organi, mora biti krmilni tokokrog urejen tako, da je v določenem času aktiven samo en krmilni organ. To velja zlasti za stroje, ki jih je mogoče krmiliti ročno, s sredstvi, med drugim s prenosno krmilno enoto (na primer učni pendant), s katerim upravljavec lahko vstopi v nevarna območja. To ne velja za dvoročne krmilne naprave (glej točko 3.23.4 v EN 292-1).

3.7.9 Izbira načinov krmiljenja in delovanja

Če je stroj načrtovan in izdelan tako, da pri uporabi dopušča več načinov krmiljenja ali delovanja z različnimi stopnjami varnosti (na primer dopušča nastavljanje, vzdrževanje, nadzor itd.), mora biti opremljen z izbirnim stikalom, ki ga je mogoče v vsakem položaju zakleniti. Vsak položaj izbirnega stikala mora ustrezati samo enem načinu krmiljenja ali delovanja.

Izbirno stikalo je mogoče nadomestiti s kakšnim drugim načinom, ki določenim kategorijam upravljavca omejuje uporabo določenih funkcij strojev (na primer vstopne kode za določene numerično krmiljene funkcije itd.).

3.7.10 Način krmiljenja za nastavitvev, učenje, spremembo procesa, odkrivanje napak, čiščenje ali vzdrževanje

Kjer je treba za nastavitvev, učenje, spremembo procesa, odkrivanje napak, čiščenje ali vzdrževanje premakniti ali odstraniti varovalo oziroma izključiti varnostno napravo in kjer je za ta dela potrebno, da stroj deluje, je treba zagotoviti varnost upravljalca, če je mogoče z uporabo ročnega načina krmiljenja, kar obenem:

- izključi način avtomatičnega krmiljenja (to med drugim pomeni, da noben senzor, ki ugotovi spremembo, ne povzroči nevarne delovne operacije)
- dovoljuje delovanje nevarnih elementov samo, če se sproži potrditvena naprava, zadrževalna krmilna naprava ali dvoročna krmilna naprava (glej točko 3.23.4 v EN 292-1)
- dovoljuje delovanje nevarnih elementov samo pri izboljšanih razmerah varnosti (na primer zmanjšana hitrost, zmanjšana energija/sila, postopno - na primer s krmilno napravo za omejitev gibanja (glej točko 3.23.8 v EN 292-1) ali z drugimi ustreznimi ukrepi), hkrati pa preprečuje nevarnost zaradi posledic v zvezi s tem

Ta način krmiljenja mora biti povezan z nekaterimi od naslednjih ukrepov:

- kolikor je le mogoče, je treba omejiti dostop do nevarnega območja
- stikalo za izklop v sili mora biti na doseg upravljalca
- prenosna krmilna enota (učni pendant) oziroma lokalna stikala morajo omogočati pregled nad krmiljenimi elementi

3.7.11 Drugi standardizirani ukrepi za načrtovanje električnih (elektromehanskih in elektronskih) krmilnih sistemov, namenjenih za preprečevanje nevarnega nepravilnega delovanja

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38064ea3-9c8c-4150-8728-19cd3de923ad/sist-en-292-2-1996>

Pri vseh strojih mora biti elektromagnetna kompatibilnost elektronske opreme v skladu z ustreznimi standardi.

Načrtovanje krmilnih sistemov za industrijske stroje obravnava EN 60204-1¹⁷⁾, še posebej v točkah 5.4 do 5.8, 6, 7 in 8.

3.8 Preprečevanje nevarnosti, ki jo povzročata pnevmatična in hidravlična oprema (glej tudi EN ... Varnostne zahteve za sisteme in sestavine na fluidno energijo - Hidravlika in EN ... Varnostne zahteve za sisteme in sestavine na fluidno energijo - Pnevmatika)

Pnevmatična in hidravlična oprema strojev morata biti konstruirani tako, da:

- ni mogoče preseči najvišjega dovoljenega tlaka v krogotokih (na primer z napravami za omejevanje tlaka)
- ne sme nastati nevarnost zaradi izgube tlaka, zmanjšanja tlaka ali izgube vakuuma
- ne sme priti do nevarnih curkov tekočine zaradi puščanja ali okvar komponent
- vetrniki, rezervoarji za zrak ali podobne posode (kot so na primer v zbiralnikih za stisnjen zrak) morajo biti v skladu s pravili za načrtovanje teh elementov
- vsi elementi opreme, zlasti cevovodi in cevi, morajo biti zaščiteni pred škodljivimi zunanjimi vplivi
- kolikor je le mogoče, se mora tlak v rezervoarjih in podobnih posodah (na primer v hidropnevmatičnih zbiralnikih) avtomatsko zmanjšati, kadar se stroj loči od dovoda

¹⁷⁾ Glej predgovor.