

## ZBRANA GRADIVA ZA USPOSABLJANJE STROJNIKOV NA ŽIČNIŠKIH NAPRAVAH

- Tehnika žičniških naprav – mehanski del, hidravlika, podsistemi in sklopi žičniških naprav
- Elektrotehnika – osnove, krožne žičnice
- Obratovanje, vzdrževanje in uporaba dokumentacije ter reševanje
- Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav
- Nihalne žičnice



# Tehnika žičniških naprav – mehanski del

Dr.-Ing. Iztok POTRČ

Ljubljana, september 2019

## Vsebina

- **Uvod in izhodišča**
- **Osnove (enote, definicije...)**
- **Osnove mehanike (kinematika in trdnost)**
- **Materiali**
- **Osnovni strojni elementi (jermeni, vrvi, koluti, prižemke, ...)**
- **Osnove hidravlike**
- **Vlečnice**
- **Žičnice**
- **Podsistemi in sklopi ŽN**

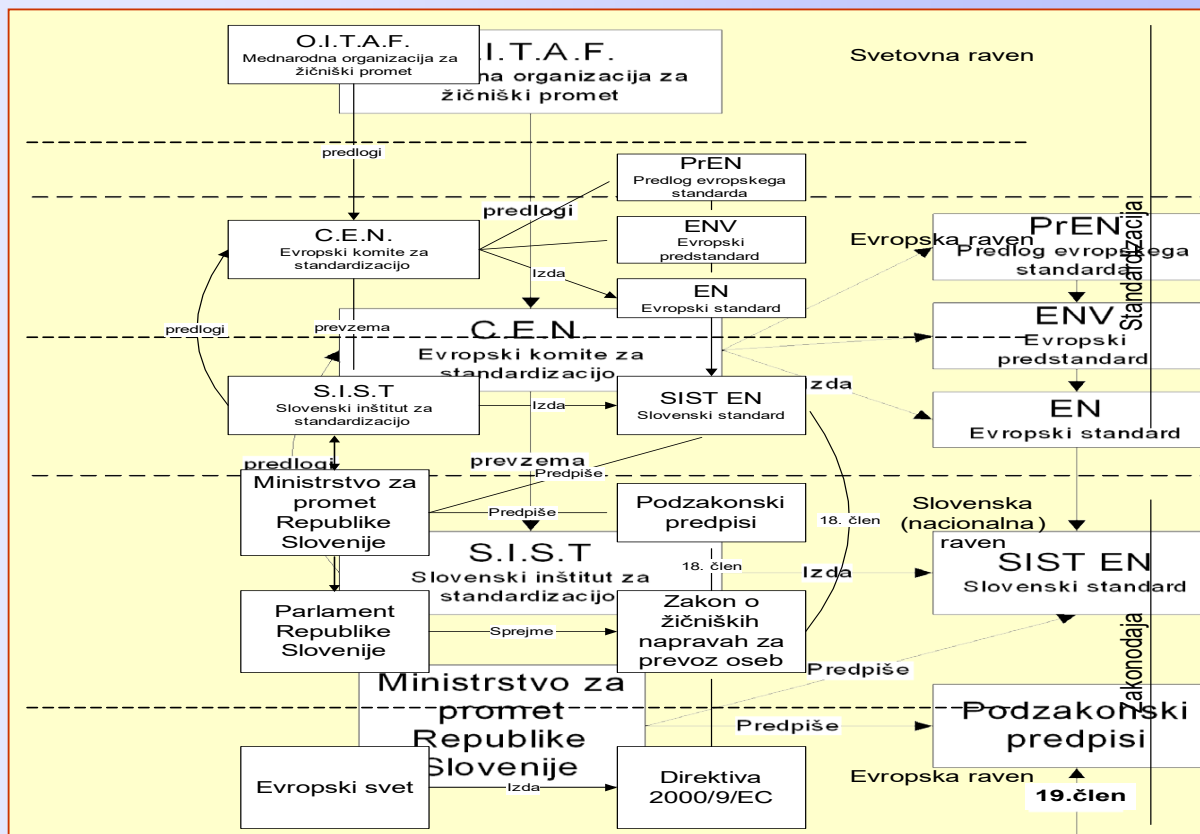
# Izhodišča

- Zakon ŽNZO
- Pravilnik ŽNZO
- Standardi za ŽNPO
- Obratovalni predpisi
- Varnostna študija
- Varnostni sklopi
- Varnostna analiza
- Varnostno poročilo

# Izhodišča



# Struktura zakonodaje



# Zakonodaja

## Direktiva o žičniških napravah za prevoz oseb (9/2000)

**Zakon o žičniških napravah za prevoz oseb**  
(Ur.l. 126/03, spremembe v pripravi)

**Uredba o koncesiji za obstoječe žičnice**  
(Ur.l. 103/06, 83/09, 93/10)

**Pravilnik o žičniških napravah za prevoz oseb**  
(Ur.l. 36/05, 106/05, 57/07)

**Uredba o koncesiji za posamezne nove žičniške naprave**  
(...)

**Pravilnik o strokovnem usposabljanju osebja za obratovanje žičniških naprav**  
(Ur.l. 111/06, 29/07, 13/08)

**Seznam standardov, katerih uporaba ustvarja domnevo o skladnosti žičniških naprav za prevoz oseb z nameravano uporabo**  
(Ur.l. RS 57/07)

**Pravilnik o tehničnih pregledih žičniških naprav**  
(Ur.l. 63/11)

**Sistem standardizacije SIST za zagotavljanje varnosti žičniških naprav (25 standardov in 2 specifikaciji) in drugi vsebinsko in tematsko povezani standardi**

**NOVO 2011**

Vsebina zakonodaje je javno dostopna na <http://zakonodaja.gov.si>

# Izhodišča

**CEN/TC 242:** Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb

**CEN/TC 168:** Verige, vrvi, dvizni trakovi, zanke in pripomočki, varnost

Slovenija: **SIST/TC DTN Dvigalne in transportne naprave**

Delovna skupina	Dokument	Naslov dokumenta
Terminologija	SIST ENV 1907:2000	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Izrazje
Splošne zahteve	SIST EN 12929-1:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb - Splošne določbe – 1. del: Zahteve za žičniške naprave
	SIST EN 12929-2:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb - Splošne določbe – 2. del: Dodatne zahteve za dvovrvene nihalne žičnice brez vrvne zavore
	SIST EN 12930:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Izračuni
Vrvi	SIST EN 12927-1:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 1. del: Izbirni kriteriji za vrvi in konce vrvi
	SIST EN 12927-2:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 2. del: Varnostni faktorji
	SIST EN 12927-3:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 3. del: Dolgi splet 6 delnih vlečnih in transportnih vrvi
	SIST EN 12927-4:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 4. del: Pritrditev konca vrvi

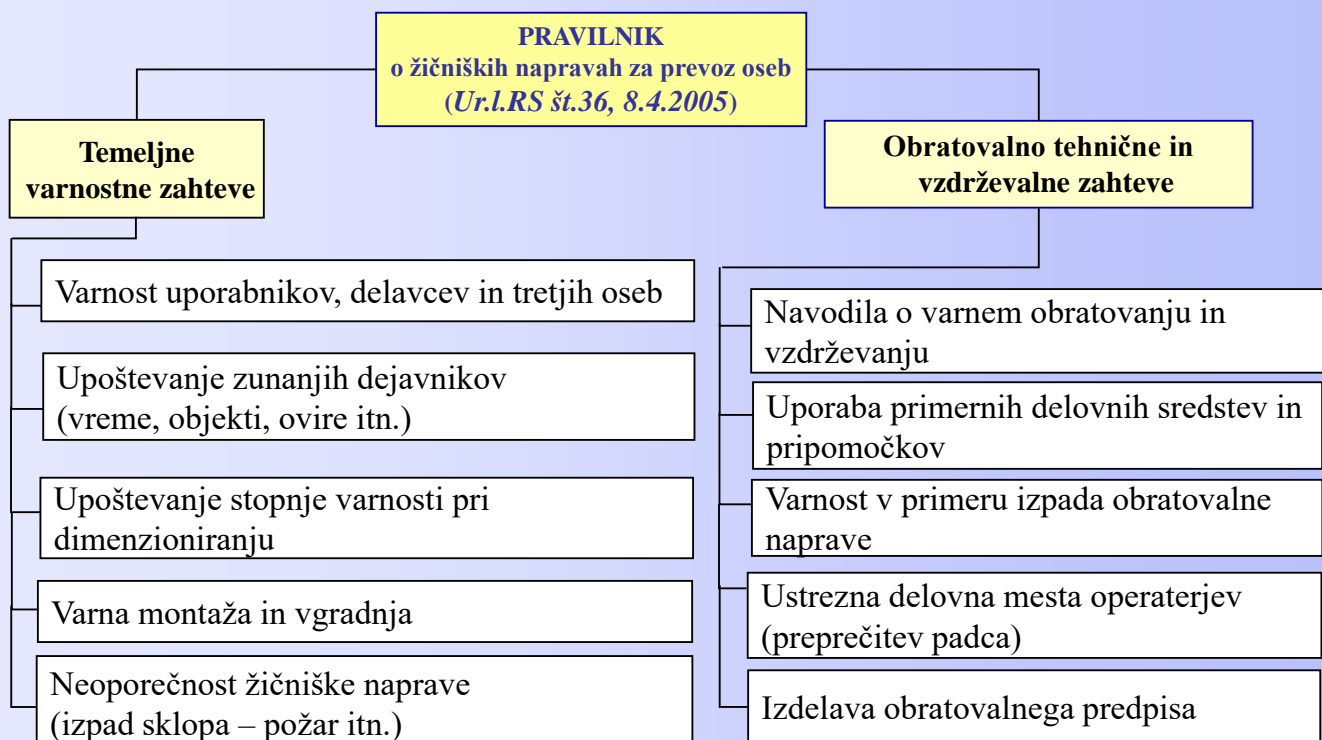
# Izhodišča

Vrvi	SIST EN 12927-5:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 5. del: Shranjevanje, transport, namestitev in napenjanje
	SIST EN 12927-6:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 6. del: Kriteriji za zavrnitev
	SIST EN 12927-7:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 7. del: Preračunavanje, popraviljanje in vzdrževanje
	SIST EN 12927-8:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 8. del: Neporušno preskušanje
	SIST EN 12385-8:2003	Jeklene žične vrvi– 8.del: Vlečne in transportne pramenaste vrvi za žičniške naprave za prevoz oseb
	SIST EN 12385-9:2003	Jeklene žične vrvi– 9.del: Zaprte špiralne nosilne vrvi za žičniške naprave za prevoz oseb
Napenjalne in mehanske naprave	SIST EN 1908:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Napenjalne naprave
	SIST EN 13223:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Mehanske naprave

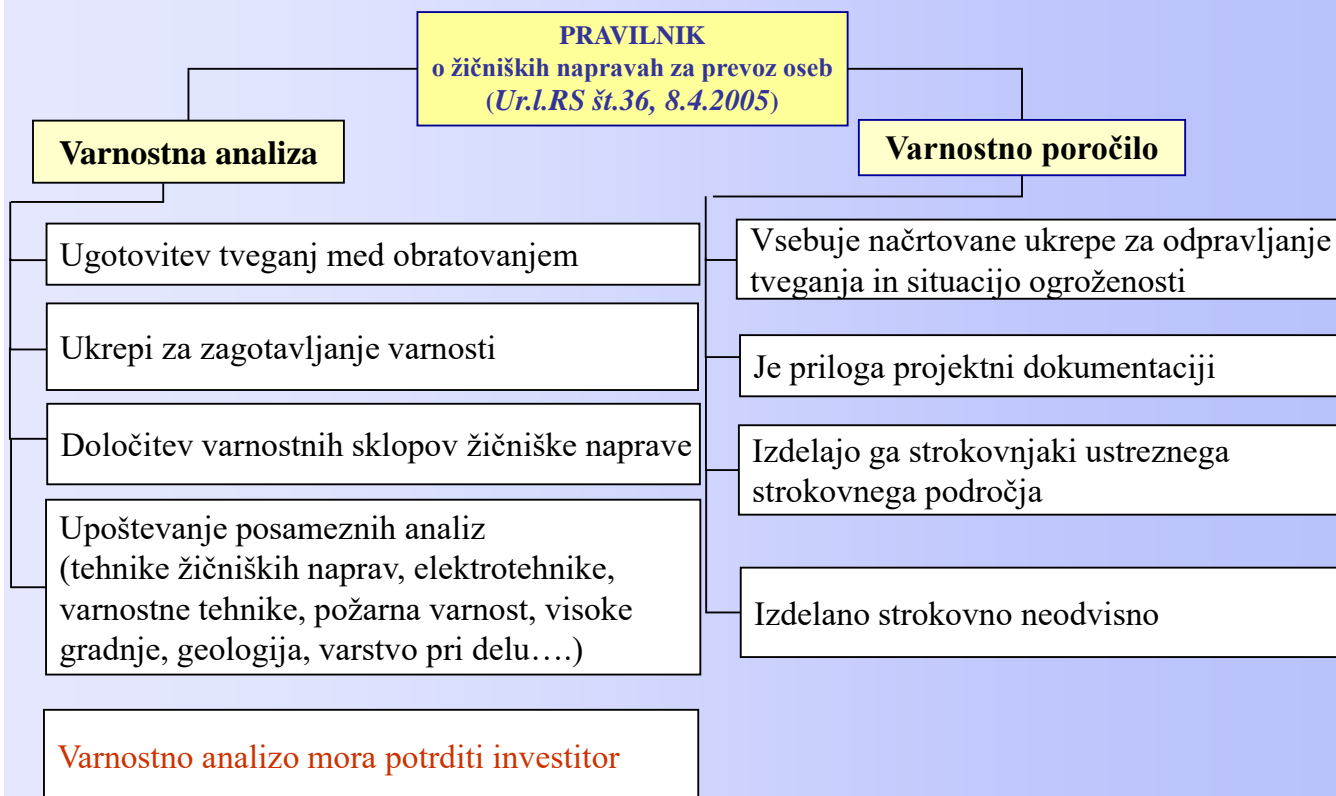
# Izhodišča

Vozila	prEN 13796-1	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vozila – 1.del: Splošne zahteve
	prEN 13796-2	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vozila – 2.del: Preskušanje prižemk
	prEN 13796-3	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vozila – 3.del: Preskušanje utrujenosti
Električna oprema	SIST EN13243:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Električna oprema
Gradbena dela	SIST EN 13107:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Gradbeni elementi
Preskušanje, vzdrževanje in nadzor	SIST EN 1709:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Prezemni preskus, vzdrževanje in kontrole obratovanja
Reševanje	SIST EN 1909:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Izpraznitev in reševanje
Obratovanje	SIST EN 12397:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Obratovanje
Zagotavljanje kakovosti	SIST EN 12408:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Zagotavljanje kakovosti
Požarna varnost	SIST CEN/TR 14819-1:2004	Varnostna priporočila za žičniške naprave za prevoz oseb – Preprečevanje in gašenje požara, 1. del: Vzpenjače v predorih
	prTR 14819-2	Varnostna priporočila za žičniške naprave za prevoz oseb – Preprečevanje in gašenje požara, 2. del

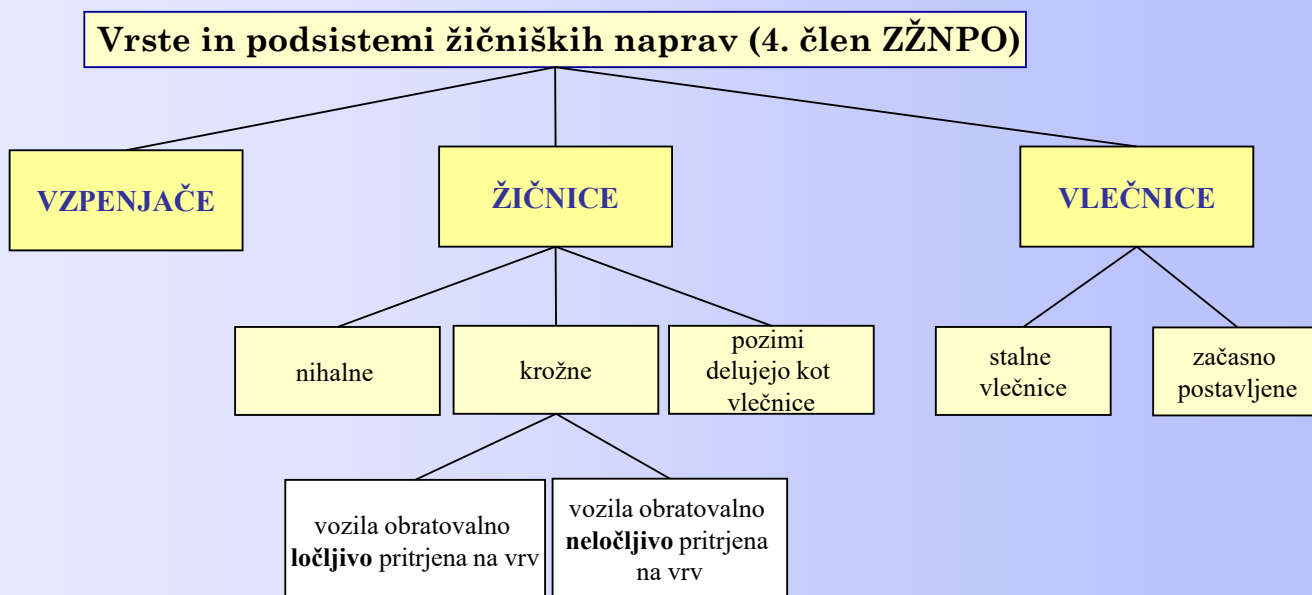
# Izhodišča



# Izhodišča



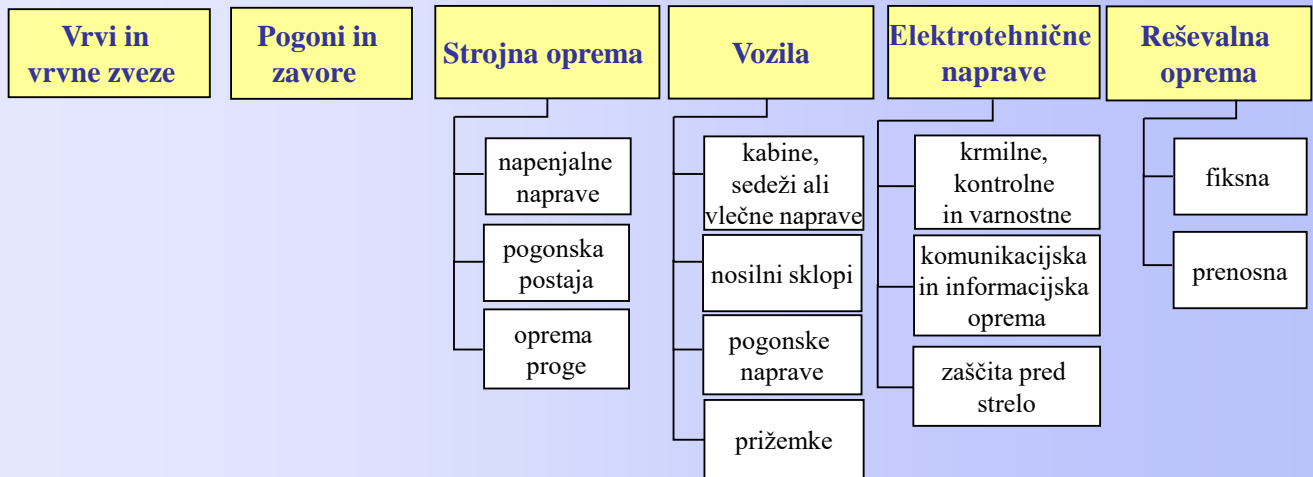
# Izhodišča





# Izhodišča

Podsistemi žičniških naprav glede na obratovalno tehnične in vzdrževalno tehnične zahteve (4. člen ZŽNPO in priloga 1 2000/9/EU)



Direktiva o žičniških napravah za prevoz oseb  
(9/2000)

**Zakon o žičniških  
napravah za prevoz oseb**  
(Ur.l. 126/03)

**Pravilnik o žičniških napravah  
za prevoz oseb**  
(Ur.l. 36/05)

**Pravilnik o strokovnem usposabljanju osebja za  
obratovanje žičniških naprav** (Ur.l. 107/06)

**Uredba o koncesiji za  
obstoječe žičnice**  
(Ur.l. 103/06)

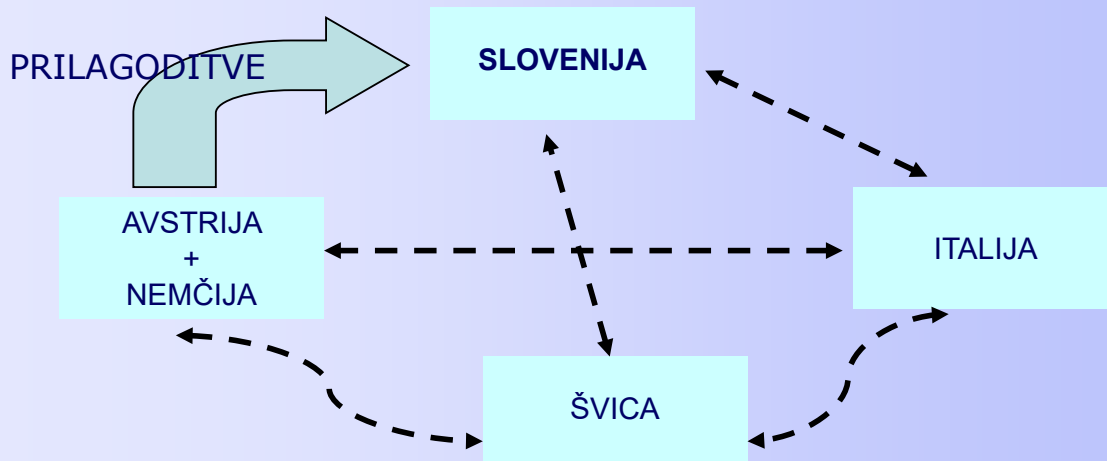
# Izobraževanje

## PRIMERLJIVOST USPOSABLJANJA

EU - DIREKTIVA

STANDARDI EU → SIST

ZAKONODAJA IN PREDPISI SLOVENIJA



# Izobraževanje

## PROFILI USPOSABLJANJA

ZAKONODAJA IN PREDPISI SLOVENIJA

USPOSABLJANJE NA NIVOJU RS (osnovni profili)

Ministrstvo za promet in zveze – direkcija za železnice in žičnice

Pooblaščen izvajalec – Gospodarska zbornica Slovenije

- **STROJNIK**
- **VODJA OBRATOVANJA**
- **PLETILEC VRVI**

USPOSABLJANJE NA NIVOJU Žičniškega sistema

(dodatni profili)

Pooblaščen izvajalec – VODJA OBRATOVANJA posameznega žičniškega sistema

- **SPREVODNIKI**
- **STREŽNIKI**
- **VZDRŽEVALCI**
- **REŠEVALCI**
- **DRUGO DODATNO OSEBJE**

# Profil usposabljanja

- **USPOSABLJANJE NA NIVOJU RS** (osnovni profili)

**Pravilnik o strokovnem usposabljanju osebja za obratovanje žičniških naprav (Ur.l. 107/06)**

- **Strojniki vlečnice (S1)**
- **Strojniki krožne žičnice (S2)**
- **Strojniki nihalke in vzpenjače (S2+)**
  
- **Vodja obratovanja vlečnice (V1)**
- **Vodja obratovanja krožne žičnice (V2)**
- **Vodja obratovanja nihalke in vzpenjače (V2+)**
  
- **Izvajalec posebnih strokovnih del z vrvmi**

USPOSABLJANJE: STROJNIK VLEČNICE in ŽIČNICE

## Tehnika žičniških naprav – mehanski del

Dr.-Ing. Iztok POTRČ

Ljubljana, september 2019

## 1) OSNOVE

- Osnovne fizikalnih veličin
- Fizikalne enote
- SI – sistem
- Statika – enostavni stroji
- Delo
- Moč
- Trenje

Poglavje je v celoti namenjeno za [strojnike vlečnic](#) in [strojnike krožnih žičnic](#).

## Vsebina

### 2) Kinematika in trdnost

- Enakomerno gibanje
- Neenakomerno gibanje
- Krožno gibanje
- Napetost
- Trdnost

Poglavje je v celoti namenjeno za [strojnike vlečnic](#) in [strojnike krožnih žičnic](#).

# Vsebina

## 3) Materiali

- Kovinski material
- Nekovinski material
- Umetni material
- Korozija
- Maziva

Poglavje je v celoti namenjeno za [strojnike vlečnic](#) in [strojnike krožnih žičnic](#).

# Vsebina

## 4) Osnovni strojni elementi

- Vijačne zveze
- Jermenski prenosi

Poglavje je v celoti namenjeno za [strojnike vlečnic](#) in [strojnike krožnih žičnic](#).

# Vsebina

## 5) Osnovne hidravlike

Poglavje je v celoti namenjeno za [strojnike vlečnic](#) in [strojnike krožnih žičnic](#).

# Vsebina

## 6) Podsistemi in sklopi žičniških naprav

1. vrvi in vrvne zveze;

2. pogoni in zavore;

3. strojna oprema:

- napenjalne naprave,
- pogonska postaja,
- oprema proge;

4. vozila:

- kabine, sedeži ali vlečne naprave,
- nosilni sklopi,
- pogonske naprave,
- prižemke.

# Osnove

## ENOTE

- Fizikalne količine podamo z enotami
- Osnovnih fizikalnih veličin je sedem
- Enote so zbrane v merskih sistemih
- V fiziki uporabljamo mednarodni sistem enot SI\*

(11. Conférence Générale des Poids et Mesures (1960) - mednarodna organizacija odgovorna za SI in predstavlja več kot 50 držav.)

\*Mednarodni sestav enot SI (*Système International d'Unités*)

# Osnove

## ENOTE

- V anglosaksonskem svetu je trdovratno zakoreninjen svojstven sistem enot
- V Sloveniji je uporaba enot urejena z Zakonom o meroslovju (Uradni list RS, št. 22/00)
- Izražanje merilnih rezultatov oziroma vrednosti veličin v javni rabi v RS, je v uporabi mednarodni sistem enot SI s pripadajočimi predponami

# Osnove

## OSNOVNE FIZIKALNE VELIČINE

- DOLŽINA
- MASA
- ČAS
- ELEKTRIČNI TOK
- TERMODINAMIČNA TEMPERATURA
- MNOŽINA SNOVI
- SVETILNOST

Za merjenje fizikalnih veličin potrebujemo osnovne enote.

# Osnove

## DEFINICIJA ENOT OSNOVNIH FIZIKALNIH VELIČIN

### DOLŽINA

**Meter** je definiran z razdaljo, ki jo v vakuumu prepotuje svetloba v časovnem intervalu  $1/299\,792\,458$  sekunde (Pariz, 1983). Prvotno je bila to razdalja dveh črt na prametu iz Pt in Ir, pri temp.  $0^{\circ}\text{C}$ .

### MASA

**Kilogram** je masa prakilograma. Mednarodni prakilogram je enakostraničen valj premera oziroma višine 39 mm. Sestavljen je iz 90 % platine in 10 % iridija.

### ČAS

**Sekunda** je 9 192 631 770 nihajnih časov elektromagnetnega sevanja, ki ga odda atom cezijevega izotopa  $^{133}\text{Cs}$  pri prehodu med stanjema, na kateri je razcepljeno osnovno stanje. Definicija sekunde temelji na fizikalnem merjenju na atomski ravni.



# Osnove

## DEFINICIJA ENOT OSNOVNIH FIZIKALNIH VELIČIN

### ELEKTRIČNI TOK

Tok enega **ampera** teče po dveh zanemarljivo tankih okroglih vzporednih ravnih žicah, postavljenih v vakuumu 1 m narazen, kadar je sila med žicama velika  $2 \times 10^{-7}$  N za vsak meter dolžine žic.

### TERMODINAMIČNA TEMPERATURA

En **kelvin** je enak  $1/273,16$  temperature trojne točke vode. Uporabljamo tudi Celsiusovo temperaturno skalo, ki jo izražamo v stopinjah Celzija. Velja  $T_C = T - T_0$ .  $T_0 = 273.150$  C. Mersko število v kelvinih se ne razlikuje od merskega števila v celzijih. Zato temperaturene razlike lahko izražamo v stopinjah Celzija.

### MNOŽINA SNOVI

**Mol** je množina snovi, ki vsebuje toliko gradnikov, kot je atomov v 0.012 kilograma ogljikovega izotopa  $^{12}\text{C}$ .

# Osnove

## DEFINICIJA ENOT OSNOVNIH FIZIKALNIH VELIČIN

### SVETILNOST

Enota za svetilnost je **kandela**. Kandelo je definirana kot svetilnost enobarvne svetlobe s frekvenco  $540 \times 10^{12}$  Hz, ki seva z jakostjo  $1/683$  W (Watta) na steradian v smeri, v kateri opazujemo svetilnost.

# Osnove

## Osnovne fizikalne veličine z enotami in simboli

Fizikalna količina	Ime	Simbol
dolžina	meter	m
masa	kilogram	kg
čas	sekunda	s
električni tok	amper	A
termodinamična temperatura	kelvin	K
množina snovi	mol	mol
svetilnost	kandela candela	cd

# Osnove

## IZPELJANE ENOTE

Iz osnovnih enot lahko izpeljemo vse ostale fizikalne količine.

Fizikalna količina	Ime	Simbol
površina	kvadratni meter	$m^2$
prostornina	kubični meter	$m^3$
hitrost	meter na sekundo	$m/s$
pospešek	meter na kvadratno sekundo	$m/s^2$
gostota (mase)		$kg/m^3$
magnetna poljska jakost		$A/m$
svetlost		$Cd/m^2$

# Osnove

## IZPELJANE ENOTE

Fizikalna količina	Ime	Simbol	Duge enote	Osnovne enote
frekvenca	hertz	Hz		$s^{-1}$
sila	newton	N		$m\ kg\ s^{-2}$
tlak, napetost	pascal	Pa	$N/m^2$	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
energija, delo, toplota	joule	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
moč*, moč sevanja	watt	W	$J/s$	$m^2\ kg\ s^{-3}$
električni naboj	coulomb	C		$s\ A$
električni potencial, napetost	volt	V	$W/A$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
kapacitivnost	farad	F	$C/V$	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
električna upornost	ohm	$\Omega$	$V/A$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
električna prevodnost	siemens	S	$A/V$	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
magnetni pretok	weber	Wb	$V\ s$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
gostota magnetnega pretoka	tesla	T	$Wb/m^2$	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
induktivnost	henry	H	$Wb/A$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
Celzijeva temperatura	stopinja Celzija	$^{\circ}C$		K
svetlobni tok	lumen	lm	$cd\ sr$	
osvetljenost	luks, lux	lx	$lm/m^2$	$m^{-2}\ cd\ sr$
aktivnost	becquerel	Bq		$s^{-1}$
absorbirana doza	gray	Gy	$J/kg$	$m^2\ s^{-2}$
ekvivalentna doza	sievert	Sv	Gy	$m^2\ s^{-2}$
katalitska aktivnost	katal	kat		$mol/s$

# Osnove

## POSEBNE DOVOLJENE ENOTE

Poleg enot v sistemu SI (osnovne enote in njihove izpeljanke) je dovoljena uporaba nekaterih drugih enot.

Količina	Ime	Simbol	Vrednost v osnovnih enotah
čas	minuta	min	$1\ min = 60\ s$
	ura	h	$1\ h = 60\ min = 3600\ s$
	dan	d	$1\ d = 24\ h = 86\ 400\ s$
ravninski kot	stopinja	$^{\circ}$	$1^{\circ} = (\pi/180)\ rad$
	minuta	'	$1' = (1/60)^{\circ} = (\pi/10\ 800)\ rad$
	sekunda	''	$1'' = (1/60)' = (\pi/648\ 000)\ rad$
	revolucija		$1\ revolucija = 2\ \pi\ rad$
	gon, grad	gon	$1\ gon = \pi/200\ rad$
prostornina	liter	l	$1\ l = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3$
masa	tona	t	$1\ t = 10^3\ kg$
tlak, napetost	bar	bar	$1\ bar = 10^5\ Pa$

# Osnove

## PREDPONE

Včasih se merjena količina precej razlikuje od enote, s katero jo merimo in takrat uporabimo predpone, ki povejo kolikšen večkratnik (oz. kolikšen del) enote potrebujemo.

Faktor	Ime	Simbol	Faktor	Ime	Simbol
$10^{24}$	jota	Y	$10^{-1}$	deci	d
$10^{21}$	zeta	Z	$10^{-2}$	centi	c
$10^{18}$	eksa	E	$10^{-3}$	mili	m
$10^{15}$	peta	P	$10^{-6}$	mikro	$\mu$
$10^{12}$	tera	T	$10^{-9}$	nano	n
$10^9$	giga	G	$10^{-12}$	piko	p
$10^6$	mega	M	$10^{-15}$	femto	f
$10^3$	kilo	k	$10^{-18}$	ato	a
$10^2$	hekto	h	$10^{-21}$	zepto	z
$10^1$	deka	da	$10^{-23}$	jokto	y

Primer:  $10^{-6}$  kg = 1 mg (en miligram) in ne  $10^{-6}$  kg = 1  $\mu$ kg (en mikrokilogram)

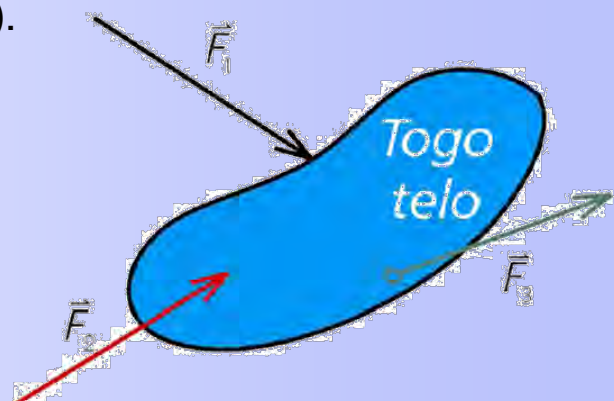
# Osnove

## STATIKA

**STATIKA** raziskuje pogoje mirovanja in ravnotežja teles pod vplivom sil.

### MEHANIKA TOGEGA TELESA

**Togo telo** je model telesa, ki pod vplivom sil ne spremeni svoje oblike ( se ne deformira ).



# Osnove

## DEFINICIJA SIL IN NJIHOVA DELITEV

Pogosta delitev sil v mehaniki je sledeča:

### 1) Aktivne in pasivne sile

Aktivne sile so sile, ki skušajo telo spraviti v gibanje. Mednje uvrščamo silo teže, različne vlečne sile, pritisk teže, sile vetra, itn.

Pasivne sile so sile, ki nasprotujejo gibanju telesa. Mednje uvrščamo različne upore (upor zraka, upor trenja zraka, itn).

### 2) Zunanje in notranje sile

Zunanje sile so sile, ki delujejo na telo od zunaj. Notranje sile pa so sile, s katerimi se telo upira delovanju zunanjih sil.



# Osnove

## DEFINICIJA SIL IN NJIHOVA DELITEV

### 3) Volumske in površinske sile

Sile, porazdeljene po vsej prostornini telesa, imenujemo volumske ali prostorninske sile.

Sile, porazdeljene po površini telesa, imenujemo površinske sile.

## GEOMETRIJSKA PODOBA SILE

Sila je vektorska količina, zato je enolično določena z naslednjimi parametri:

- velikostjo (jakostjo)
- smerjo
- usmerjenostjo in
- prijemališčem

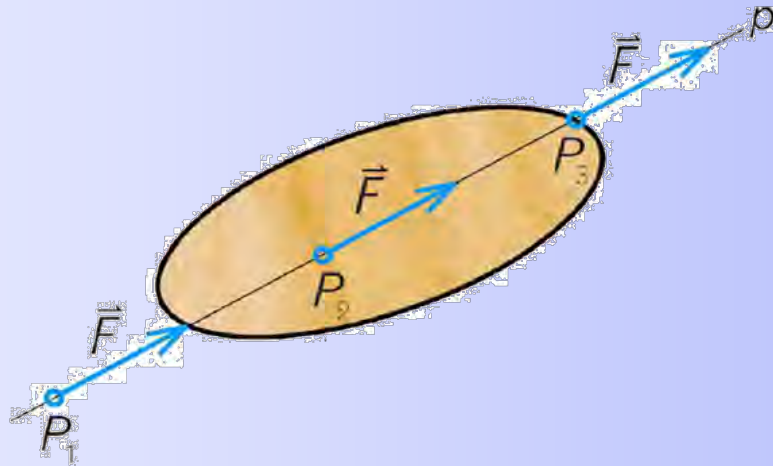


# Osnove

## OSNOVNI AKSIOMI STATIKE TOGEGA TELESA

### AKSIOM O PRENOSTNOSTI SILE

Statičen vpliv sile  $F$  na togo telo ostane nespremenjen, če njeno prijemališče  $P$  prenesemo v katerokoli točko  $P_1, P_2, \dots$  premice smernice  $p$ , vektorja  $F$ .

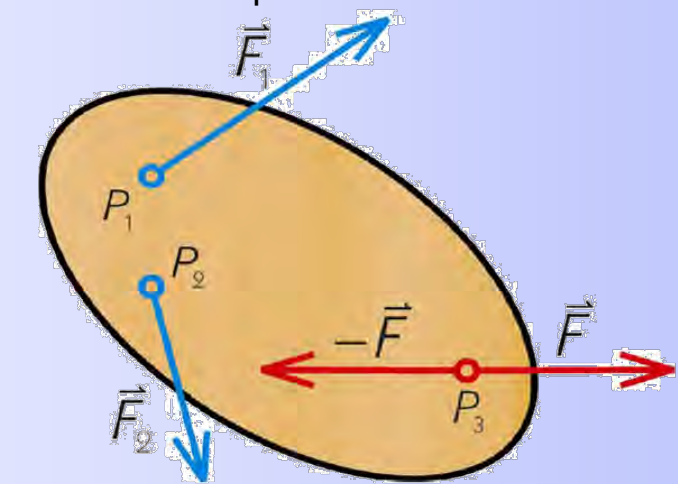


# Osnove

## OSNOVNI AKSIOMI STATIKE TOGEGA TELESA

### AKSIOM O RAVNOTEŽNEM PARU SIL

Na togem telesu se statično stanje ne spremeni, če nanj dodamo ali odvzamemo poljubni ravnotežni par sil.

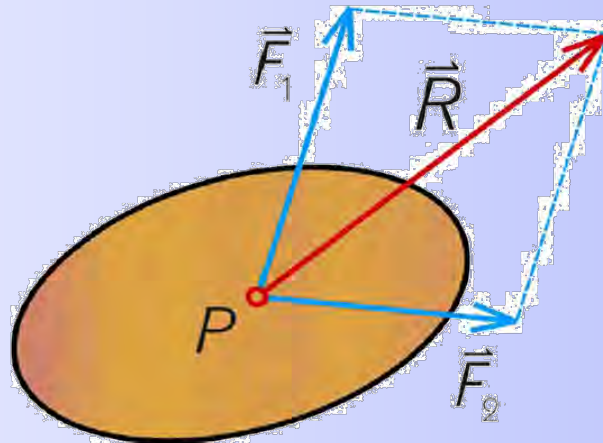


# Osnove

## OSNOVNI AKSIOMI STATIKE TOGEGA TELESA

### AKSIOM O PARALELOGRAMU SIL

Statičen vpliv dveh sil s skupnim prijemališčem na togo telo je isti, kot če ju nadomestimo z eno samo silo, njuno rezultanto.



# Osnove

## NEWTONOVI ZAKONI

### 1. NEWTONOV ZAKON

Telo miruje ali se giblje premo enakomerno, če nanj ne deluje nobena sila oziroma če je rezultanta naj delujočih sil nična.

$$v = 0 \quad \text{oz.} \quad |\vec{v}| = \text{const.} \quad \Leftrightarrow \quad \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0}$$

### 2. NEWTONOV ZAKON

Pospešek je sorazmeren s silo in ima smer sile.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

### 3. NEWTONOV ZAKON

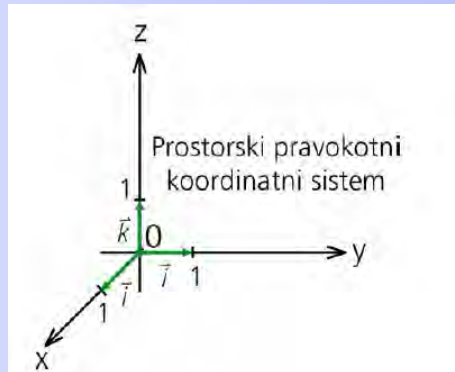
$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

Če deluje prvo telo na drugo telo s silo, deluje drugo telo na prvo z nasprotno enako silo.

# Osnove

## PREDSTAVITEV SILE Z VEKTORJEM

Za nazorno predstavitev sil v prostoru uporabimo *pravokotni koordinatni sistem*, v katerem lahko vsako silo enolično razstavimo na *pravokotne komponente*.



# Osnove



## SILA V RAVNINI

Silo  $\vec{F}$  v ravnini razstavimo na dve pravokotni komponenti  $F_x$  in  $F_y$ .

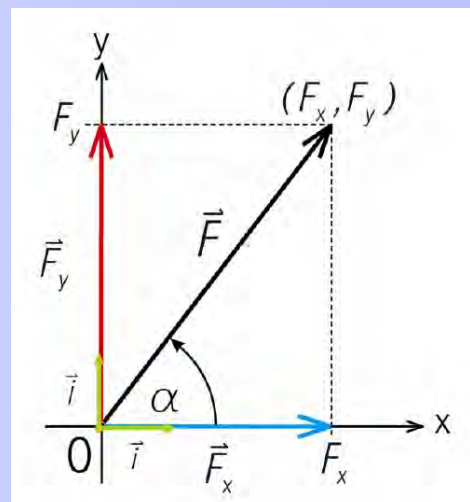
$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y = F_x \cdot \vec{i} + F_y \cdot \vec{j} = (F_x, F_y)$$

$$F_x = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{F_y}{F_x} \right|$$





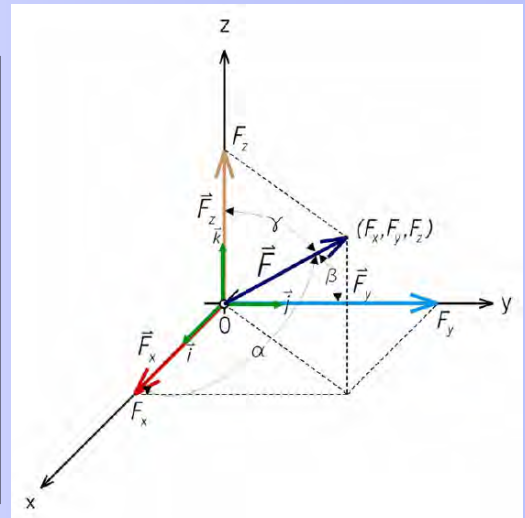
# Osnove



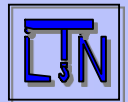
## SILA V PROSTORU

Silo  $\vec{F}$  v prostoru razstavimo na tri med seboj paroma pravokotne komponente  $F_x, F_y$  in  $F_z$

$$\begin{aligned}\vec{F} &= \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z = F_x \cdot \vec{i} + F_y \cdot \vec{j} + F_z \cdot \vec{k} = \\ &= (F_x, F_y, F_z) \\ F_x &= F \cdot \cos \alpha \\ F_y &= F \cdot \cos \beta \\ F_z &= F \cdot \cos \gamma \\ F &= \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}\end{aligned}$$

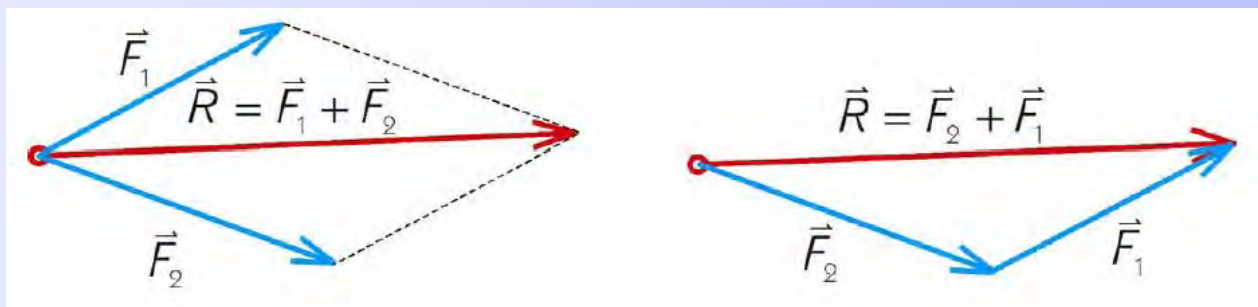


# Osnove



## SEŠTEVANJE IN ODŠTEVANJE SIL

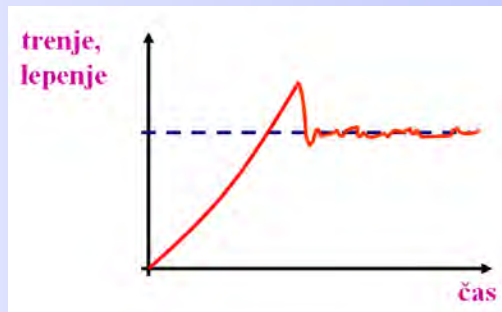
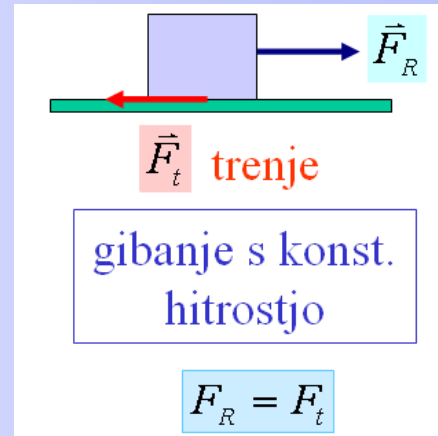
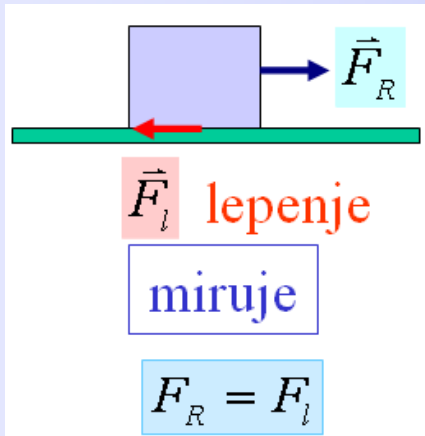
Seštevanje in odštevanje sil geometrijsko izvajamo po **paralelogramskem** ali **trikotniškem pravilu**.



# Osnove



## TRENJE IN LEPENJE

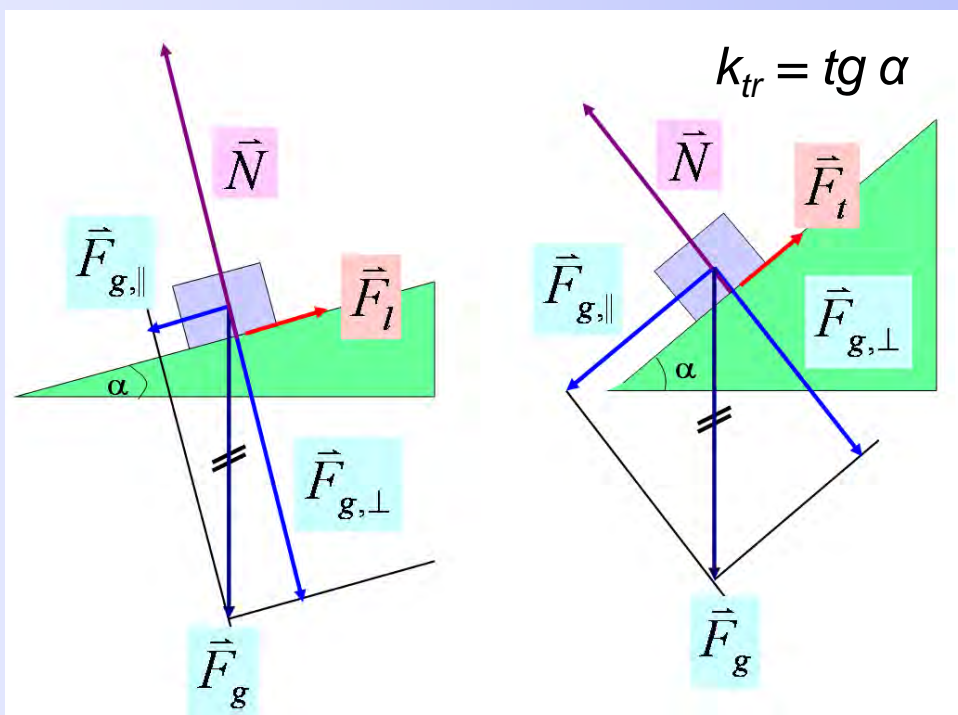


$$F_{tr} = k_{tr} \cdot F_N$$

# Osnove



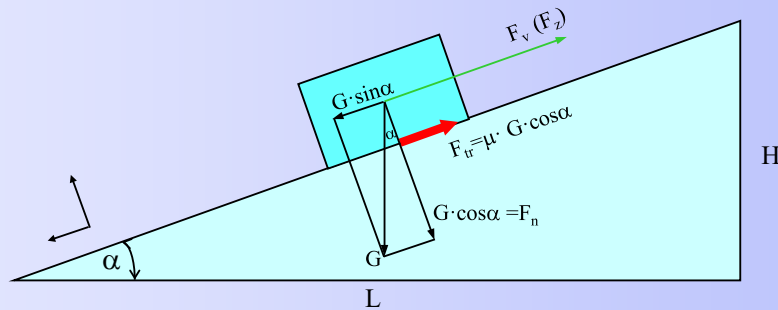
## LEPENJE IN TRENJE NA KLANCU



# Osnove



## DRSNO TRENJE



Koeficient trenja (pri enakomernem drsenju,  $F_v=0$ ):

$$G \cdot \sin \alpha = \mu \cdot G \cdot \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{G \cdot \sin \alpha}{G \cdot \cos \alpha} = \frac{H}{L} = \operatorname{tg} \alpha$$

# Osnove



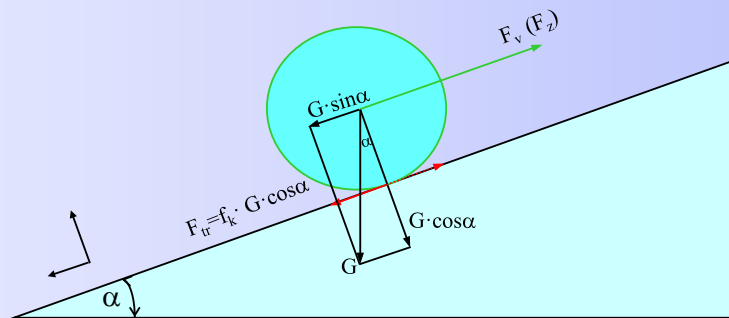
## KOEFICIENTI TRENJA

Gradivo kontaktnih delov	Koeficient trenja pri mirovanju $\mu_0$	Koeficient trenja pri gibanju $\mu$	Koeficient kotalnega trenja $\mu_k$
mehko jeklo / mehko jeklo trdo jeklo / trdo jeklo	0,10...0,20	0,05...0,15	0,005 0,001
jeklo / bron jeklo / siva litina	0,18...0,25	0,05...0,20	-
siva litina / siva litina sival litina / bron	0,16...0,26	0,10...0,20	0,005
jeklo / les siva litina / les	0,10...0,60	0,08...0,50	0,030...0,400
jeklo / led	0,03	0,015	-
les / les usnje / kovina usnje / les	0,20...0,70 0,25...0,60 0,30...0,40	0,05...0,40 0,12...0,25 0,20...0,30	0,050...0,080 - -
guma / asfalt	0,60...0,90	suho: 0,50...0,70 vlažno: 0,20...0,35 sneg: 0,10...0,50 led: 0,05...0,15	0,01
Opomba: Manjše vrednosti veljajo za boljše obdelane in mazane površine, večje vrednosti pa za grobo obdelane in suhe površine.			

# Osnove



## KOLO NA BREŽINI



Premagovanje kotalnega trenja

$$F_{v1} = G \cdot \cos \alpha \cdot f_k$$

Premagovanje brežine

$$F_{v2} = G \cdot \sin \alpha$$

Skupna vlečna sila na brežini

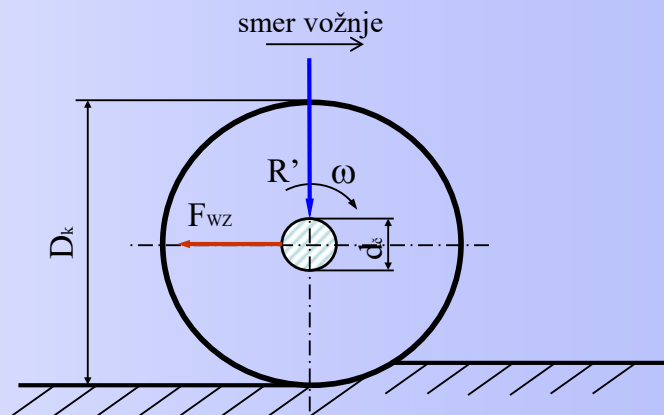
$$F_v = G \cdot (\cos \alpha \cdot f_k + \sin \alpha)$$

# Osnove



## LEŽAJNO TRENJE

$$F_{WZ} = \frac{R' \cdot \mu \cdot d_{\check{c}}}{D_k}$$



# Osnove

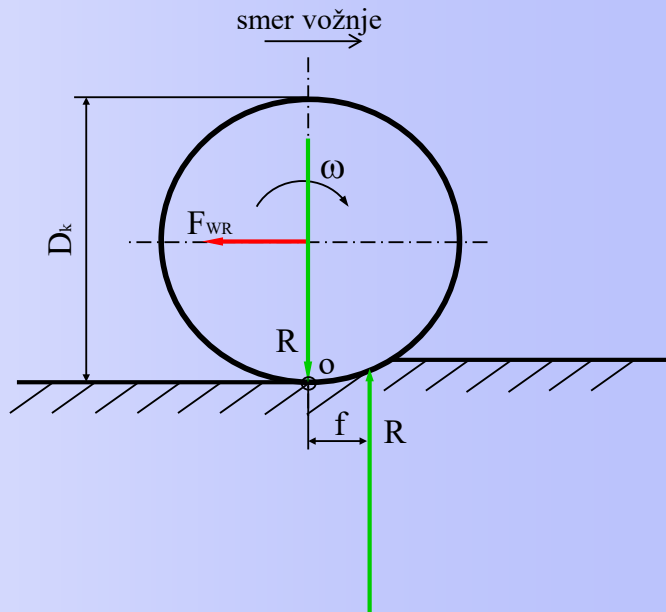


## KOTALNI ODPOR

$$\Sigma M_{io} = 0$$

$$R \cdot f = F_{WR} \cdot \frac{D_k}{2}$$

$$F_{WR} = \frac{2 \cdot R \cdot f}{D_k}$$



# Osnove



## SPECIFIČNI VOZNI ODPOR

$$w = \frac{2 \cdot 1000}{D_k} \cdot \left( f + \mu \cdot \frac{d_c}{2} \right) \quad [\text{N/kN}]$$

Celotni specifični vozni odpor, če upoštevamo še odpore vodenja koles (na tirnici):

$$w_{\text{cel}} = w + 5 \quad [\text{N/kN}] \quad \dots \text{za kolesa z vodilnimi venci}$$

$$w_{\text{cel}} = w + 2 \quad [\text{N/kN}] \quad \dots \text{za kolesa brez vodilnih vencev (z vodilnimi valjčki)}$$

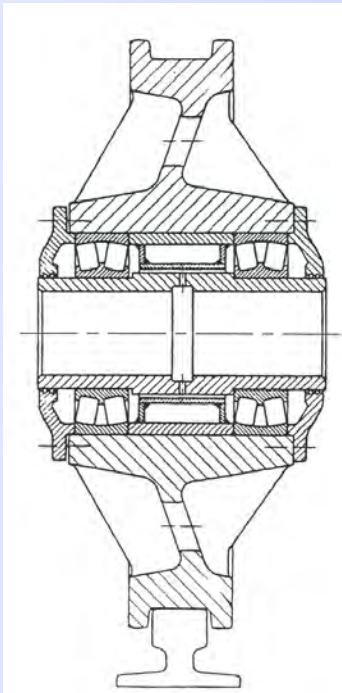
Odpori vožnje kolesa pri kolesni sili R (kN) :

$$W = R \cdot w_{\text{cel}} \quad [\text{N}]$$

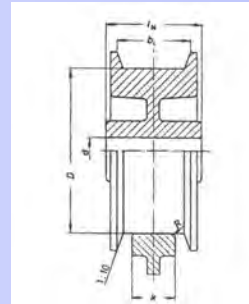
# Osnove



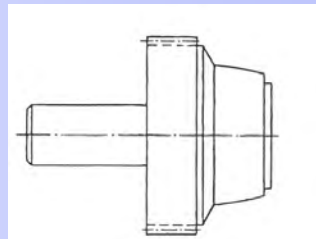
## ODPORI VODENJA KOLES (tirna vozila)



Primer tekalnega kolesa (žerjavne proge), kolesne sile 180kN

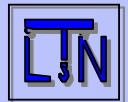


Tekalno kolo z dvema vodilnima vencema

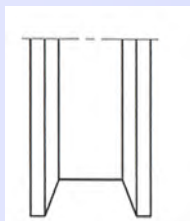


Tekalno kolo z enostranskim vodilnim vencem in zobatim vencem

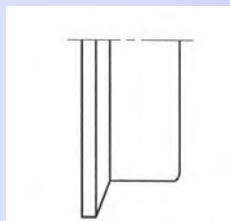
# Osnove



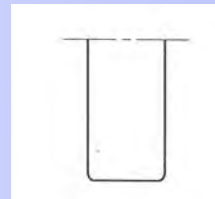
## Določanje voznih odporov zaradi vodenja



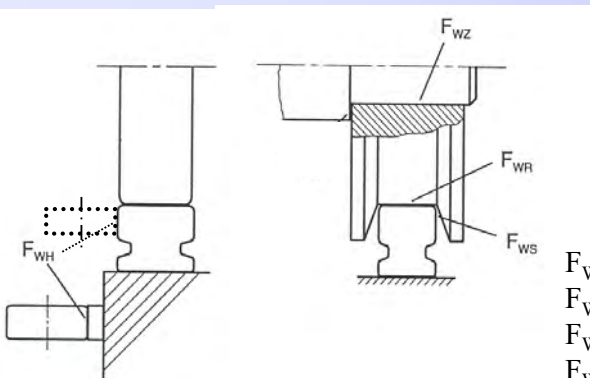
dva vodilna venca



en vodilni venec



brez vodilnega venca



## Vozni odpori v ustaljenem stanju

$$F_W = F_{WR} + F_{WZ} + F_{WS}^* + F_{WH}^* \quad [N]$$

(\*: nastopa odpor  $F_{WS}$  ali  $F_{WH}$ )

$F_{WR}$  – kotalni odpor

$F_{WZ}$  – ležajno trenje

$F_{WS}$  – odpor vodilnega venca

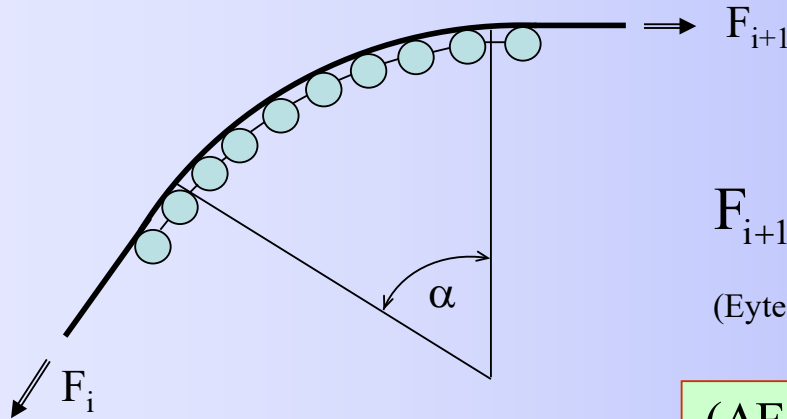
$F_{WH}$  – odpori zaradi dodatnega horizontalnega kotalnega vodenja

# Osnove



## Sistem sile koles v krivini

Učinek zatezanja pri vožnji v krivino:



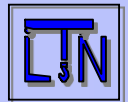
$$F_{i+1} = F_i \cdot e^{f_1 \alpha}$$

(Eytelweinova enačba)

Dodatni odpori pri vožnji v krivino:

$${}_i(\Delta F_r)_{i+1} = F_i \cdot (e^{f_1 \alpha} - 1)$$

# Osnove



## Vlečna sila

Sila za premagovanje brežine

Kotalni odpor

Ležajno trenje

Upor zaradi usmerjanja kolesa

Zračni upor

Zatezni upor  
(samo pri sistemu povezanih koles)

Odpori  
ustaljenega  
gibanja

$(F_{VU})$

Vlečna sila za  
ustaljeno gibanje

Pospeševanje translatorno  
gibajočih mas

$$F_{P1} = \Sigma(m \cdot a)$$

Pospeševanje rotirajočih  
mas

$$F_{P2} \cdot (D/2) = \Sigma(J \cdot \varepsilon)$$

Sprememba  
hitrosti  
(pospeševanje)

$(F_{VP})$

Vlečna sila za  
pospeševanje

SKUPNA  
VLEČNA  
SILA

# Osnove



## DELO

Za opravljanje dela je potrebna določena sila, ki deluje na poti, po kateri se premika opazovano telo.

Če je pot telesa ravna črta in deluje stalna sila v smeri gibanja telesa po tej poti, potem opredelimo delo enostavno kot produkt med silo in opravljeno potjo telesa.

$$W = F \cdot s \text{ [J = Nm]}$$

Pri tem je  $W$  delo,  $F$  sila in  $s$  dolžina poti, ki jo naredi telo med delovanjem sile.

# Osnove

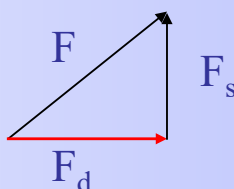


## DELO

Lahko se zgodi, da sila, ki opravlja delo na telesu, ne kaže v smeri gibanja telesa.

Tedaj upoštevamo v izrazu za delo samo komponento (projekcijo) te sile v smeri poti telesa. Silo razstavimo na dve med seboj pravokotni komponenti. K delu prispeva le komponenta sile, ki je vzporedna s potjo, pravokotna pa ne. Vzporedno komponento sile imenujemo dinamična komponenta  $F_d$ , pravokotno komponento pa imenujemo statična komponenta  $F_s$ .

$$W = F_d \cdot s \text{ [J]}$$





# Osnove



## ENERGIJA

### Kinetična energija

Spremljajmo gibanje nekega telesa z maso  $m$ , na katerega deluje sila  $F$  na poti  $s$ . Ker velja 2. Newtonov zakon  $F = m \cdot a$ , se telo giblje pospešeno, kar pomeni, da ima na začetku hitrost  $v_1$  na koncu pa  $v_2$ .

Pravimo, da je delo enako spremembi kinetične energije telesa.

V splošnem kinetično energijo telesa zapišemo z enačbo:

$$W_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

# Osnove



## ENERGIJA

### Gravitacijska potencialna energija

Potencialna energija telesa se lahko npr. shrani v telesu s spremembo položaja v prostoru. Vzemimo telo z maso  $m$  in s težo  $F_g = m \cdot g$ , ki ga dvignemo vertikalno z višine  $h_1$  na višino  $h_2$ .

$$W_p = m \cdot g \cdot h$$

# Osnove



## ENERGIJA

### Elastična potencialna energija ali tudi prožnostna energija

Telo s hitrostjo  $v$  se zaleti v vzmet s konstanto  $k$ , ki ga počasi zaustavi. Celotna kinetična energija telesa se je pri tem transformirala v potencialno energijo.

$$W_p = 1/2 \cdot k \cdot x^2$$

# Osnove



## ENERGIJA

### Zakon o ohranitvi energije

V mehaniki zelo pogosto obravnavamo zaprte sisteme, to so sistemi, na katere ne delujejo zunanje sile. V takih sistemih delujejo samo notranje sile.

V tem primeru je zunanja sila enaka 0, kar pomeni:

$$\begin{aligned} F \cdot s = 0 &= \Delta W_k + \Delta W_p \\ 0 &= (W_{k,2} - W_{k,1}) + (W_{p,2} - W_{p,1}) \\ W_{k,1} + W_{p,1} &= W_{k,2} + W_{p,2} \end{aligned}$$

V zaprtem sistemu je vsota kinetične energije in potencialne energije konstantna. To pravilo se imenuje **zakon o ohranitvi mehanske energije**.

# Osnove



## OSNOVNI ZAKONI TERMODINAMIKE

### 1. Ničti zakon termodinamike

Ničti zakon termodinamike so pravzaprav dodali kot zadnjega k ostalim trem.

Definira [tranzitivnost toplotnega ravnovesja](#):

Če je telo A v toplotnem ravnovesju s telesom B in je telo B v toplotnem ravnovesju s telesom C, je tudi telo A v toplotnem ravnovesju s telesom C.

Ničti zakon termodinamike omogoča vpeljavo [temperature](#) kot količine, ki ima enako vrednost pri vseh telesih v toplotnem ravnovesju.

### 2. Prvi zakon termodinamike

[Prvi zakon termodinamike](#) je znan tudi kot *energijski zakon*.

Sprememba polne [energije](#) sistema je enaka vsoti dovedenega [dela](#) in dovedene [toplote](#).

# Osnove



## OSNOVNI ZAKONI TERMODINAMIKE

### 3. Drugi zakon termodinamike

[Drugi zakon termodinamike](#) ali [entropijski zakon](#) je bil pravzaprav odkrit [prvi](#). Znanih je več različnih formulacij tega zakona:

[Toplotno izoliranega sistema](#) po opravljeni ireverzibilni spremembi ne moremo več povrniti v prvotno stanje ([Caratheodoryjeva](#) formulacija)

Ni mogoča takšna [krožna sprememba](#), pri kateri sistem prejme [toploto](#) iz [toplotnega rezervoarja](#) in jo v celoti pretvori v [delo](#), pri čemer se ne spremeni nič drugega v okolici ([Kelvinova](#) formulacija).

Ni mogoča takšna [krožna sprememba](#), pri kateri se prenese [toplota](#) iz hladnejšega telesa na toplejše, pri čemer se ne spremeni nič drugega v okolici ([Clausiusova](#) formulacija)

### 4. Tretji zakon termodinamike

[Tretji zakon termodinamike](#) je znan tudi kot [Nernstov zakon](#) ali *zakon o nedosegljivosti absolutne ničle*.

Sistema ni mogoče v končnem številu korakov ohladiti do [absolutne ničle](#).

# Osnove



## MOČ

Moč je definirana kot delo na časovno enoto.

$$P = \text{izvršeno delo} / \text{čas}$$

## Moč in hitrost

$$W = F \cdot s$$

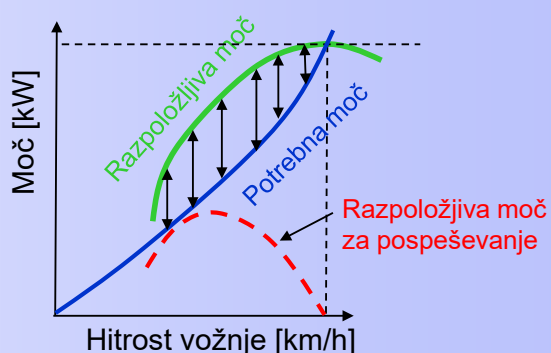
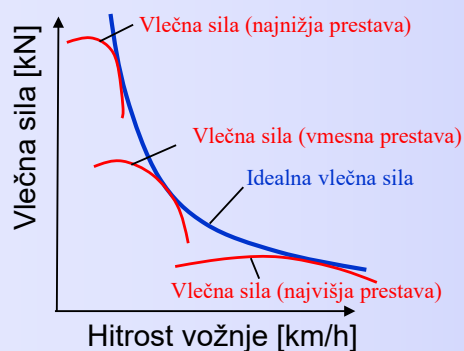
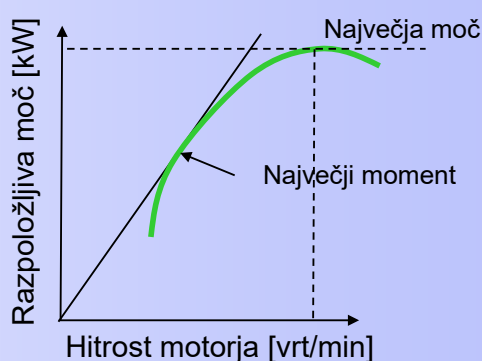
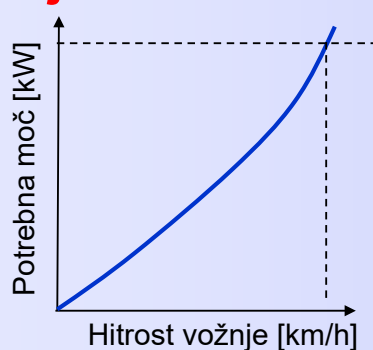
$$P = W/t = (F \cdot s)/t$$

$$P = F \cdot v \text{ [J/s = W]}$$

# Osnove



## Krivulje vlečne sile in moči



# Kinematika in trdnost



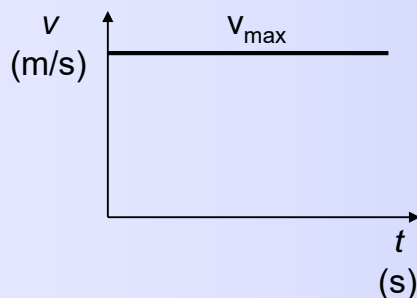
## Enakomerno gibanje

Spremembo lege telesa imenujemo gibanje.

Kinematika po grški besedi kinema pomeni gibanje, premik.

Kdaj se telo giba? Ko menja svoj položaj glede na referenčni sistem.  
Referenčni sistem sestoji iz teles v okolici gibajočega se telesa.

### PREMOENAKOMERNO GIBANJE



$$\text{POT } s = v \cdot t$$

# Kinematika in trdnost



## Enakomerno pospešeno gibanje

Vožnja transportnega sredstva temelji na fizikalno-matematičnem modelu hitrostno-časovne odvisnosti, in sicer:

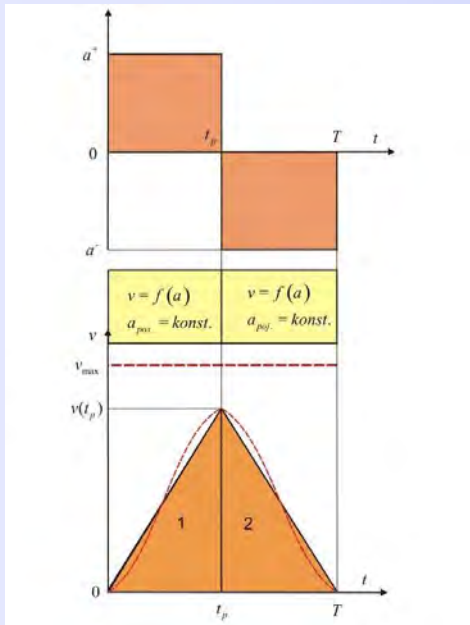
- 1) model hitrostno-časovne odvisnosti, kjer je za vožnjo transportnega sredstva upoštevano pospeševanje in pojemanje in
- 2) model hitrostno-časovne odvisnosti, kjer je za vožnjo transportnega sredstva upoštevano pospeševanje, ustaljena hitrost in pojemanje.

# Kinematika in trdnost



## Enakomerno pospešeno gibanje

- Kombinacija pospeševanja in pojemanja (pogoj  $s \leq v^2/a$ )



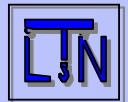
Potek hitrosti  $v(t)$  v odvisnosti od časa je enak naslednjemu izrazu:

$$v(t) = \begin{cases} at & t \in [0, t_p] \\ -a(t-T) & t \in [t_p, T] \end{cases}$$

Celotna prevožena pot  $s_{sum}$  je enaka:

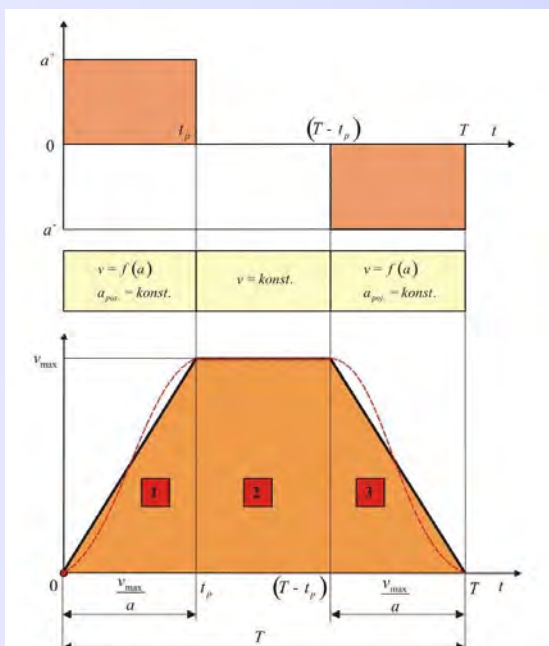
$$\begin{aligned} s_{sum} &= s_1 + s_2 = s(t) \\ t_p &= \frac{T}{2} \\ s(t) &= \frac{a \cdot t^2}{4} \\ t(s) &= 2 \cdot \sqrt{\frac{s}{a}} \end{aligned}$$

# Kinematika in trdnost



## Enakomerno pospešeno gibanje

- Kombinacija pospeševanja enakomerne hitrosti in pojemanja (pogoj  $s > v^2/a$ )



Potek hitrosti  $v(t)$  v odvisnosti od časa je enak naslednjemu izrazu:

$$v(t) = \begin{cases} at & t \in [0, t_p] \\ v & t \in [t_p, T - t_p] \\ -a(t-T) & t \in [T - t_p, T] \end{cases}$$

Celotna prevožena pot  $s_{sum}$  je enaka:

$$\begin{aligned} s_{sum} &= s_1 + s_2 + s_3 = s(t) \\ t_p &= \frac{v}{a} \\ s(t) &= v \cdot t - \frac{v^2}{a} \\ t(s) &= \frac{s}{v} + \frac{v}{a} \end{aligned}$$

# Osnove



## Enakomerno kroženje

### Obodna hitrost in kotna hitrost

Pri enakomernem kroženju je hitrost konstantna, zato to hitrost, s katero se delec giblje po obodu kroga imenujemo **obodna hitrost**.

Kot vedno, je tudi obodna hitrost enaka kvocientu med potjo na obodu krožnice ter časom.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{r \cdot \Delta \varphi}{\Delta t} = r \cdot \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}.$$

Tu je  $\Delta \varphi$  sprememba kota, ki mora biti v tem primeru v radianih. količina  $\Delta \varphi / \Delta t$  se odslej pogosto pojavi v enačbah, zato jo je smiselno poimenovati, in sicer je to **kotna hitrost**. Ta nam ponazarja hitrost spreminjanja kota  $\varphi$ :

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}.$$

Med obodno in kotno hitrostjo torej velja enostavna zveza:

$$v = r\omega.$$

Za prepotovano pot na obodu krožnice pa velja:

$$\Delta s = v\Delta t = r\omega\Delta t.$$

# Osnove



## Enakomerno kroženje

### Frekvenca kroženja in obhodni čas

Pri enakomernem kroženju telo v enakih časovnih razmkih preteče enake dele krožnice. Čas  $t_0$  v katerem telo enkrat obkroži krožnico imenujemo obhodni čas. V določenem času  $t$  naredi telo  $N$  obhodov:

$$N = \frac{\Delta t}{t_0} = \nu \Delta t.$$

Enota za frekvenco je 1/s ali Hz - Hertz.

Zanimiva je povezava frekvence in kotne hitrosti  $\omega$ . Pri vsakem obhodu opiše telo krožni lok  $2\pi$  radianov. En obhod traja čas  $t_0$  Kotna hitrost je, kot že vemo:

$$\omega = \frac{2\pi}{t_0} = 2\pi\nu.$$

# Osnove



	translacija		rotacija
lega	$x$	kot	$\vartheta$
hitrost	$v = dx / dt$	kotna hitrost	$\omega = d\vartheta / dt$
pospešek	$a = dv / dt$	kotni pospešek	$\alpha = d\omega / dt$
masa	$m$	vztrajnostni moment	$J$
2. N. Z.	$F = ma$	2. N. Z.	$M = J\alpha$
delo	$A = \int Fdx$	delo	$A = \int Md\vartheta$
kin. ener.	$W_k = mv^2 / 2$	kin. ener.	$W_k = J\omega^2 / 2$
moč	$P = Fv$	moč	$P = M\omega$
izrek o kin. ener.	$A = \Delta W_k$	izrek o kin. ener.	$A = \Delta W_k$

# Kinematika in trdnost



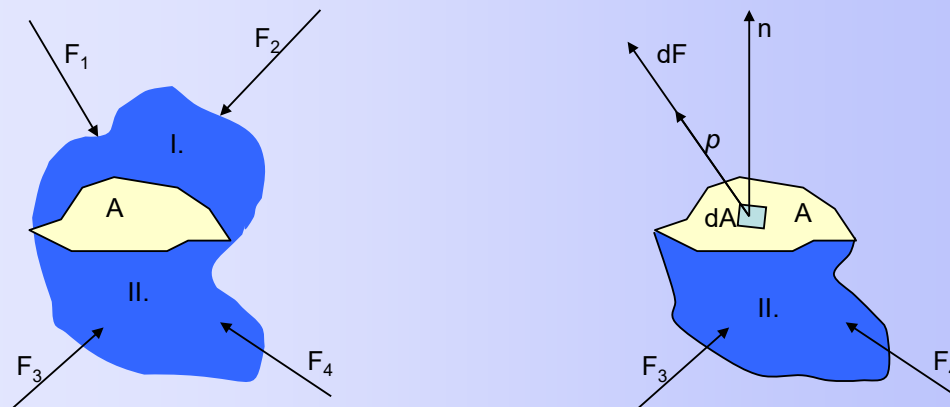
## NAPETOST

Opazujemo poljubno telo s silami. Telo je v ravnotežju. Če telo prerežemo, se ravnotežje ne sme porušiti.

Notranje sile so v ravnotežju z zunanjimi. V prerezu A izberemo element površine  $dA$ .

Na  $dA$  odpade element notranje sile  $dF$ . Količnik  $p = dF/dA$  imenujemo

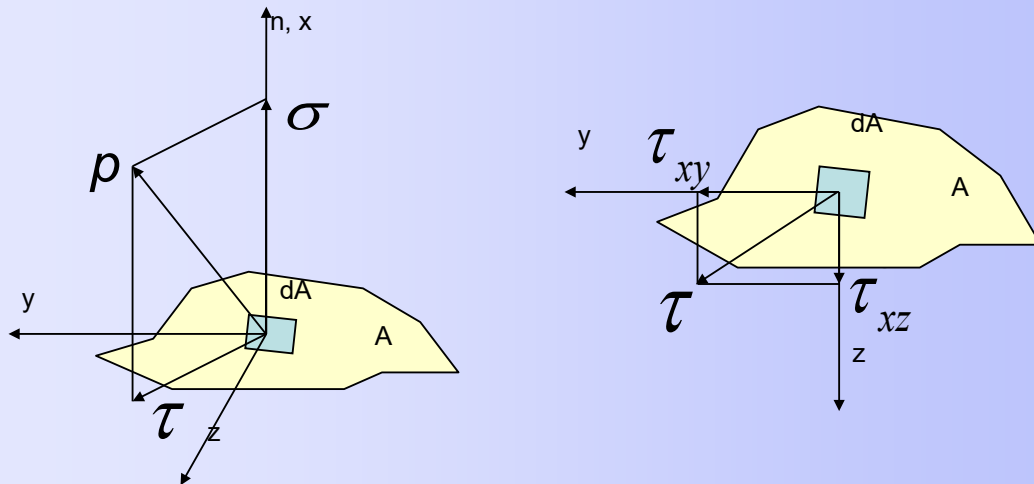
**REZULTIRAJOČO NAPETOST.**





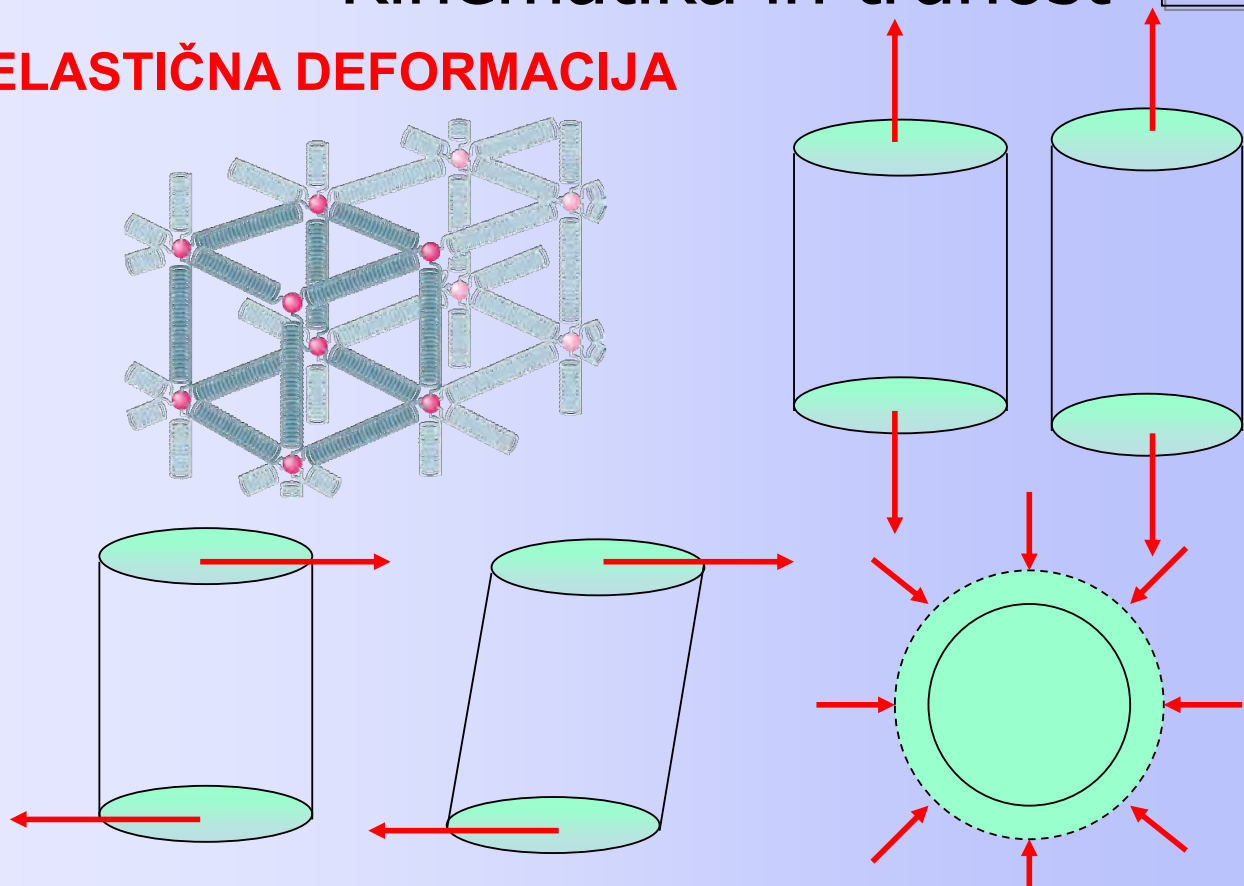
## NAPETOST

Napetost  $p$  lahko razstavimo v smer normale in pravokotno nanjo. Tako dobimo **normalno napetost  $\sigma$**  in **tangencialno napetost**.



Napetost merimo v  $\text{N/mm}^2$  (MPa)

## ELASTIČNA DEFORMACIJA

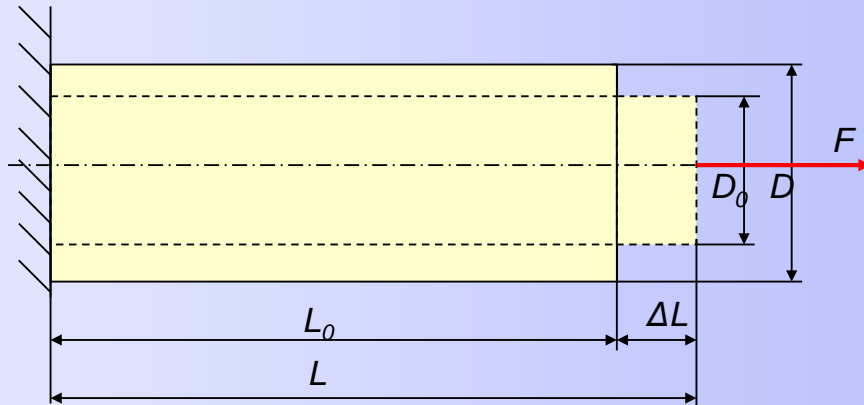


# Kinematika in trdnost



## Linearno ali enoosno deformacijsko stanje

Pod vplivom sil se telo deformira. Pri tem se spremenita volumen in oblika. Prvo spremembo povzročijo normalne napetosti, drugo tangencialne.



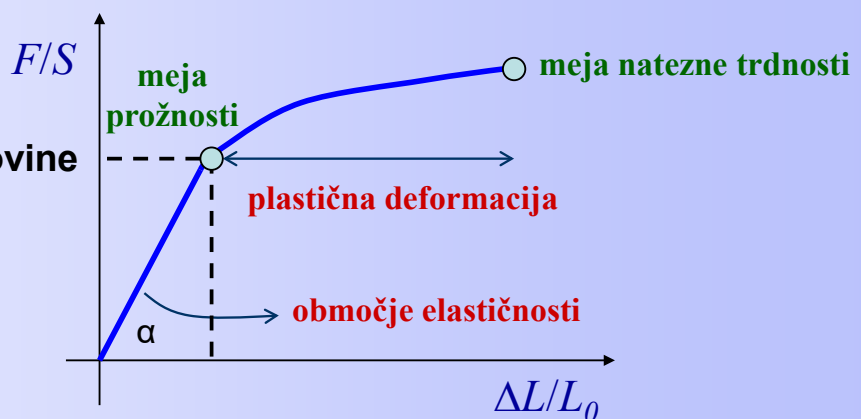
Zaradi natezne sile, se palica podaljša. Začetna dolžina se poveča za prirastek dolžine na novo dolžino palice. Hkrati se spremeni tudi premer palice.

# Kinematika in trdnost



**Napetost**  $F/S \Rightarrow$  **Deformacija:**  $\Delta L/L_0, \Delta D/D_0$

Modul elastičnosti za kovine je med 1/3 in 1/4.



$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta L}{L_0}$$



**Modul elastičnosti**

$$\frac{\Delta D}{D_0} = -\nu \frac{\Delta L}{L_0}$$

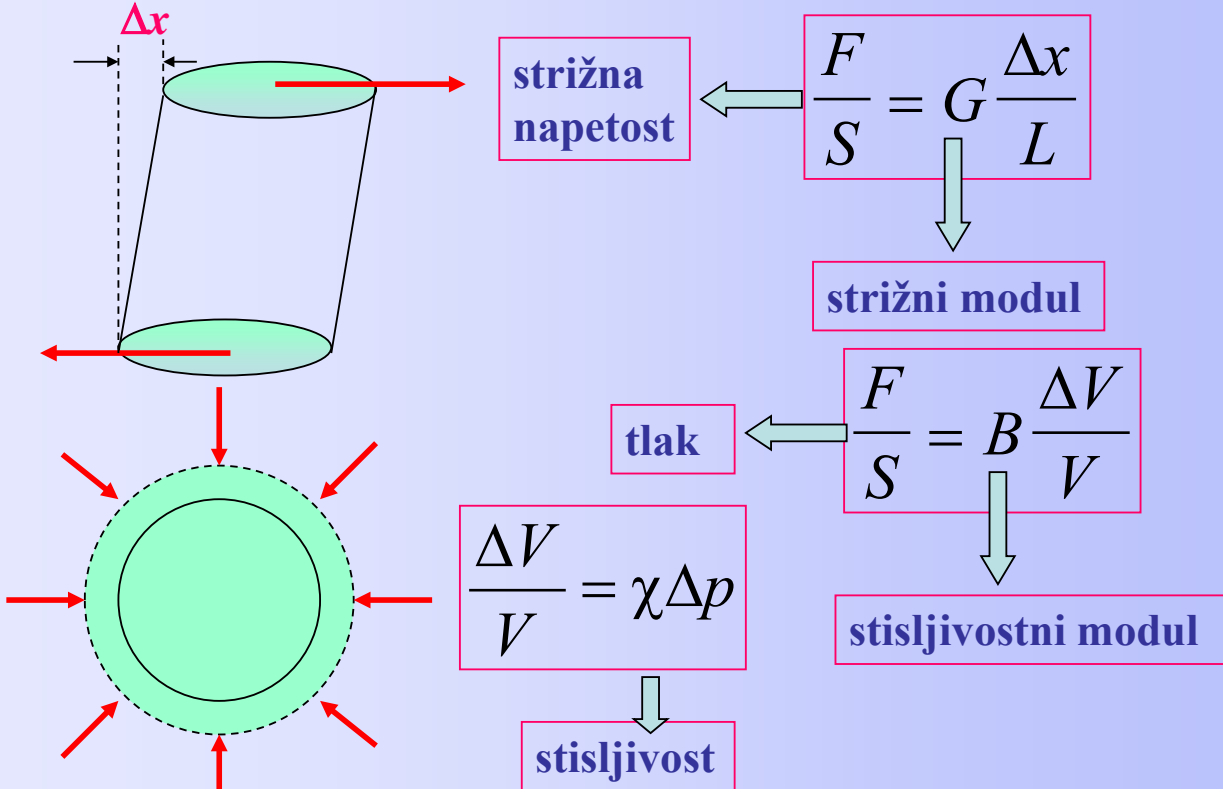


**Poissonovo število**

# Kinematika in trdnost



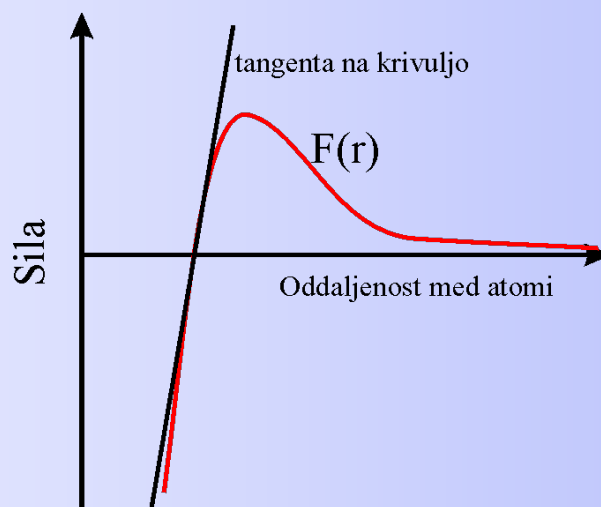
## STRIŽNA IN TLAČNA DEFORMACIJA



# Kinematika in trdnost



## Modul elastičnosti - kovine

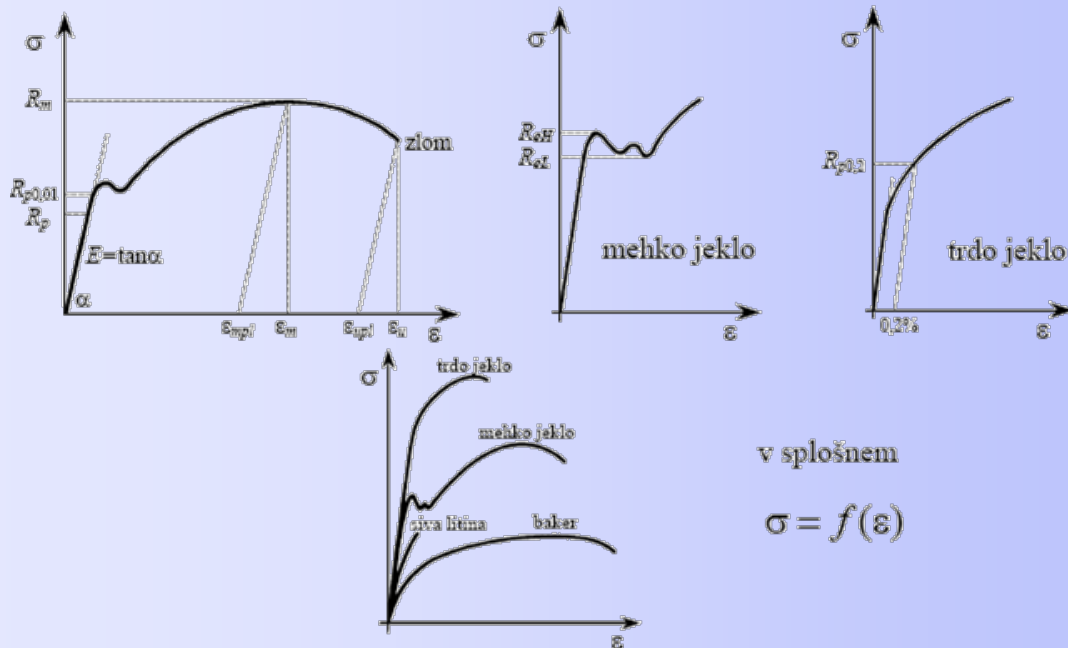


Naklon krivulje pri ravnotežni razdalji je modul elastičnosti  $E$ . Tangenta na krivuljo se pri majhnih raztezkih povsem sklada s krivuljo: V tem področju velja HOOKOV ZAKON!

# Kinematika in trdnost



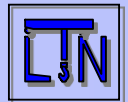
## Modul elastičnosti - kovine



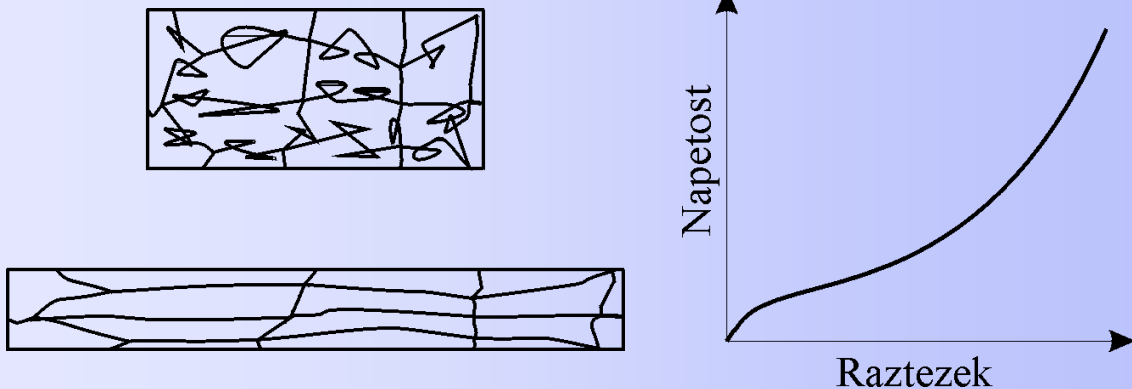
v splošnem

$$\sigma = f(\epsilon)$$

# Kinematika in trdnost



## Modul elastičnosti - elastomeri



Elastomeri so sestavljeni iz šibko zamreženih makromolekul. Lahko se močno elastično deformirajo. V elastičnem področju njihov modul elastičnosti ni konstanten - HOOKOV ZAKON NE VELJA!

# Kinematika in trdnost



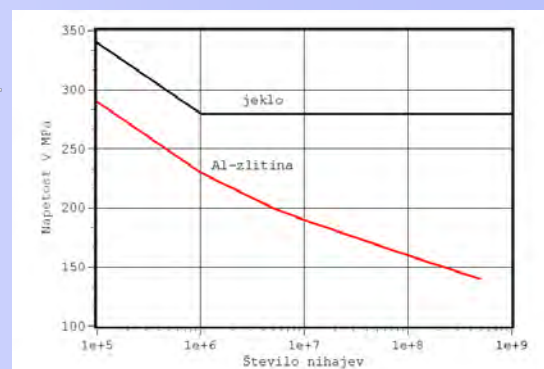
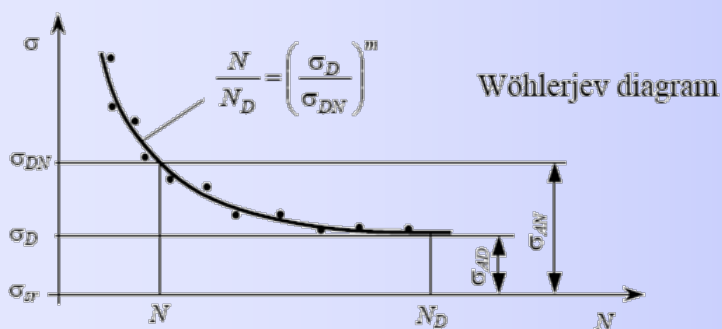
## Trdnostni podatki gradiv

Gradivo	Natezna trdnost $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Meja plastičnosti $R_e, R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Modul elastičnosti $E$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Gostota $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
Jekla	300...1500	180...1100	$2,1 \cdot 10^5$	7850
Jeklene litine	100...800	200...500	$0,88 \cdot 10^5 \dots 2,1 \cdot 10^5$	7250...7850
Al-zlitine	180...400	80...280	$0,7 \cdot 10^5$	2600...2900
Cu-zlitine	170...500	70...220	$0,9 \cdot 10^5 \dots 1,23 \cdot 10^5$	7400...8800
Mg-zlitine	150...300	90...210	$0,42 \cdot 10^5$	1740...2000
Ti-zlitine	800...900	750...850	$1,05 \cdot 10^5$	4500
Karbidne trdine	> 2000	> 2000	$58 \cdot 10^5$	16000
Les	< 200	< 80	$0,1 \cdot 10^5$	500...1000
Umetne snovi	0,1...80	0,1...80	$0,2 \cdot 10^3 \dots 4 \cdot 10^3$	800...2000

# Kinematika in trdnost



## Dinamična volumenska trdnost gradiv



Trajna dinamična trdnost:

$$\sigma_D = \sigma_{sr} + \sigma_{AD}$$

Časovna dinamična trdnost:

$$\sigma_{DN} = \sigma_{sr} + \sigma_{AN}$$

# Kinematika in trdnost



## OSNOVNA NAPETOSTNA STANJA NATEG IN TLAK



Natezna/tlačna napetost:

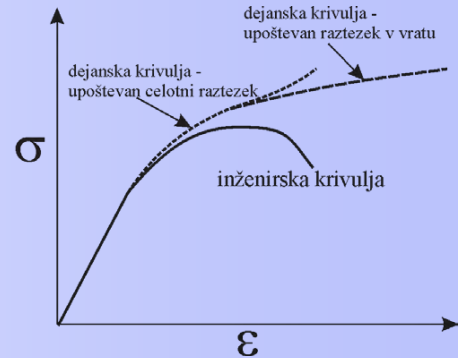
$$\sigma_{n,t} = \frac{F_{\perp}}{A}$$



Deformacija zaradi napetosti:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{n,t}}{E} \cdot l$$

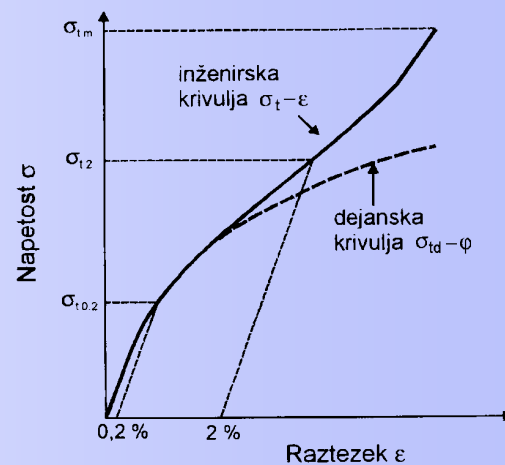
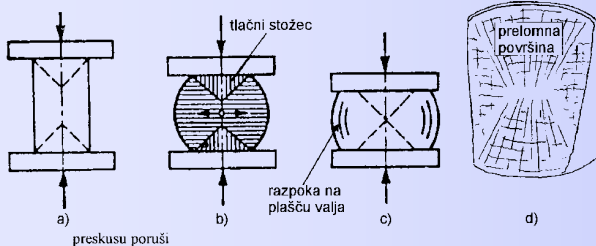
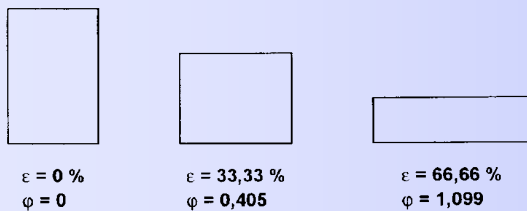
Deformacija zaradi temperaturnih sprememb:  $\Delta l = \alpha_T \cdot l \cdot \Delta T$



# Kinematika in trdnost



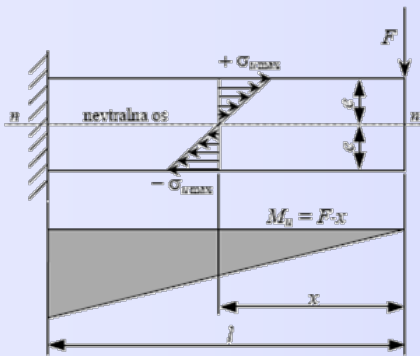
## OSNOVNA NAPETOSTNA STANJA TLAK



# Kinematika in trdnost



## UPOGIB



Največja napetost v prerezu zaradi upogiba:

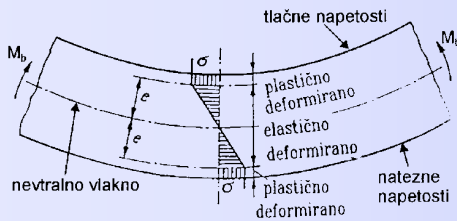
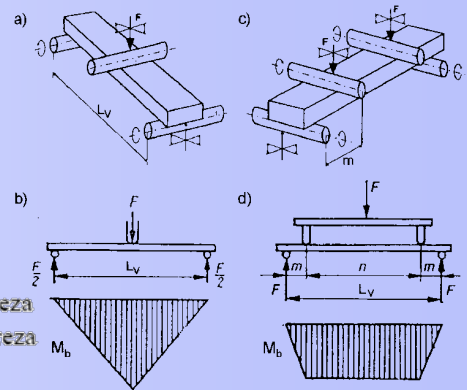
$$\sigma_{u\max} = \frac{M_u}{I} \cdot e = \frac{M_u}{W_u}$$

$M_u$  upogibni moment v opazovanem prerezu;  $M_u = F \cdot x$

$I$  upogibni vztrajnostni moment prereza

$W_u$  upogibni odpornostni moment prereza

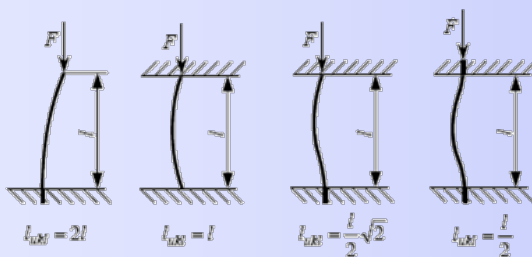
$e$  najbolj oddaljena točka prereza od nevtralne osi



# Kinematika in trdnost



## UKLON



Vitkost elementa:

$$\lambda = \frac{l_{ukl}}{i_{\min}}$$

Najmanjši upogibni vztrajnostni moment prereza:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}$$

Elastični uklon po Eulerju pri  $\lambda > 105$ :

$$\sigma_k = \frac{F_k}{A} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_{\min}}{l_{ukl}^2 \cdot A} = \pi^2 \cdot \frac{E}{\lambda^2}$$

Pri  $\lambda < 60$  ni nevarnosti uklona.

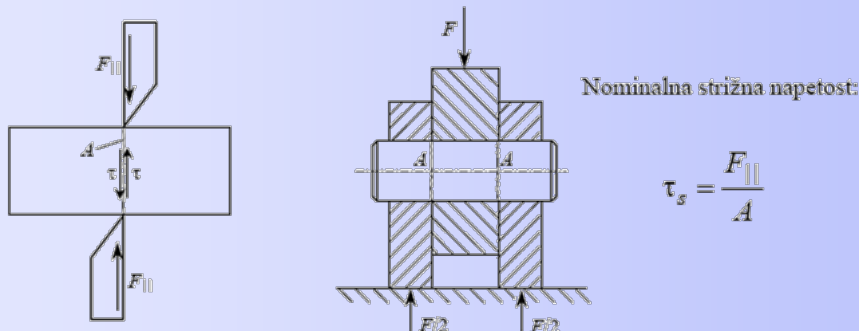
V vmesnem območju neelastični uklon  $\Rightarrow$  Tetmajerjeve enačbe:

$$\text{konstrukcijsko jeklo } \lambda < 105: \quad \sigma_k = 310 - 1,14 \cdot \lambda$$

# Kinematika in trdnost



## STRIG



Nominalna strižna napetost:

$$\tau_s = \frac{F_{||}}{A}$$

Realna največja strižna napetost:

pri pravokotnem prerezu

pri okroglem prerezu

pri kolobarjastem prerezu z majhno debelino stene

$$\tau_{s \max} = 3/2 \cdot \tau_s$$

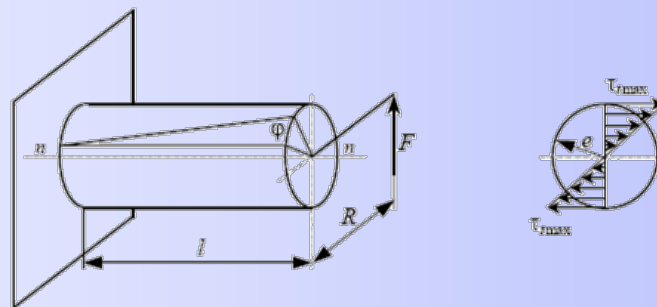
$$\tau_{s \max} = 4/3 \cdot \tau_s$$

$$\tau_{s \max} = 2 \cdot \tau_s$$

# Kinematika in trdnost



## VZVOJ IN TORZIJA



Največja vzvojnna napetost:

$$\tau_{l \max} = \frac{T}{I_t} \cdot e = \frac{T}{W_t}$$

Vzvojni kot:

$$\varphi = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{T \cdot l}{G \cdot I_t}$$



## SESTAVLJENA NAPETOSTNA STANJA

Sestavljena normalna napetost:  $\sigma = \sigma_{n,i} \pm \sigma_{n,max}$

Sestavljena tangencialna napetost:  $\tau = \tau_j \pm \tau_{j,max}$

Hipoteza največjih strižnih napetosti (po Mohru):

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma^2 + 4(\alpha_0 \cdot \tau)^2} \quad \alpha_0 = \frac{\sigma_{dop}}{2 \cdot \tau_{dop}} \approx \frac{R_{p0,2}}{2 \cdot R_{\tau 0,2}}$$

Hipoteza največjega deformacijskega dela (po Huberju, Misesu):

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma^2 + 3(\alpha_0 \cdot \tau)^2} \quad \alpha_0 = \frac{\sigma_{dop}}{\sqrt{3} \cdot \tau_{dop}} \approx \frac{R_{p0,2}}{1,73 \cdot R_{\tau 0,2}}$$

Hipoteza največjih normalnih napetosti:

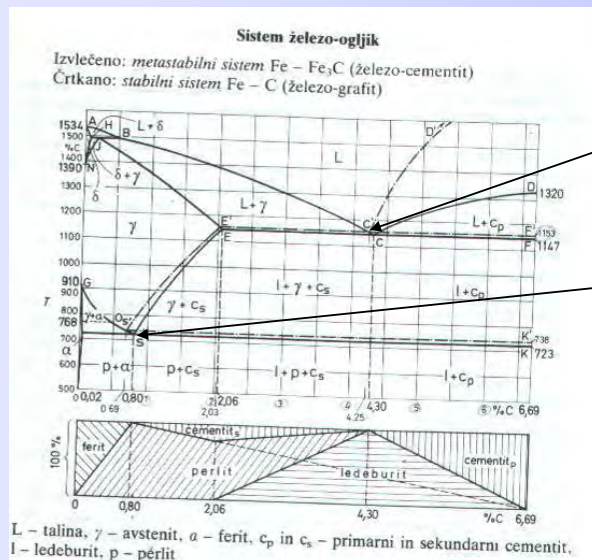
$$\sigma_p = \frac{1}{2} \cdot \left[ \sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4(\alpha_0 \cdot \tau)^2} \right] \quad \alpha_0 = \frac{\sigma_{dop}}{\tau_{dop}} \approx \frac{R_{p0,2}}{R_{\tau 0,2}}$$

# Materiali

## KOVINSKI MATERIAL

### Jekla in železove litine

Jekla so tiste železove zlitine, pri katerih je poleg železa najpomembnejši zlitinski element ogljik C, najdemo jih na levi strani diagrama Fe-Fe<sub>3</sub>C do 2,06 % C.



evtektična reakcija

$L(1153\text{ }^\circ\text{C}) \rightarrow \gamma + \text{grafit (grafitni evtektik)}$

$L(1147\text{ }^\circ\text{C}) \rightarrow \gamma + \text{Fe}_3\text{C (ledeburit)}$

evtektoidna reakcija

# Materiali



## Jekla in železove litine

Pri tem jih lahko delimo:

- **po postopku pridobivanja** (kisikov konverter "grodelj", električna peč "reciklaža odpadnega jekla", Siemens-Martinova peč).
- **po sestavi:**
  - ogljikova jekla (so jekla pri katerih je glavni legirni element ogljik, njegova vsebnost znaša manj kot 1%C)
  - legirana jekla, so tista jekla katerim dodajamo legirne elemente, da bi izboljšali določene lastnosti. Pri tem razlikujemo nizko legirana jekla (do 5%) in visoko legirana jekla (nad 5%).
  - Posebna legirana jekla so **nerjavna jekla**, katera imajo zraven ogljika in drugih legirnih elementov zelo visoko vsebnost kroma, najmanj 11,5 % Cr.
- **po uporabi:**
  - **konstrukcijska jekla**, katera vsebujejo večinoma do 0,6%C in je ta najvažnejši legirni element, imenujemo jih **navadna konstrukcijska jekla** (namenjena za izdelavo splošnih jeklenih konstrukcij). Ter **plemenita konstrukcijska jekla**, katera zraven ogljika vsebujejo legirne elemente kot so Mn, Si, Cr, Ni, Mo, V (uporabljamo jih za izdelavo zahtevnejših konstrukcij in strojnih delov).
  - **Ordna jekla**, katera vsebujejo več kod 0,6%C ter v glavnem legirne elemente Cr, W, V, Mo, Co (uporabljamo jih za izdelavo orodij).

Elementi, kot so N "dušik", O "kisik", P "fosfor", S "žveplo", ne štejemo v skupino legirnih elementov, ampak so **nečistoče**, katere so posledica načina pridobivanja jekla, postopka ohlajanja in tehnologije uporabe. Med poglavitnejše **legirne elemente** štejemo Mn "mangan", Mo "molibden", Si "silicij", Cr "krom", Al "aluminij", Co "kobalt", W "volfram", V "vanadij", Ti "titan", Ni "nikelj" ... in mnoge druge, katere dodajamo, da bi zmanjšali ali izničili učinke nečistoč. Delimo jih pa lahko na elemente ki tvorijo z ogljikom karbide (Cr, Mn, W, Mo, Ti) ali ne (Ni). Železove zlitine vsebujejo mnogo več C in Si kot jekla, navadno vsebujejo med 2-4%C ter 1-3%Si.

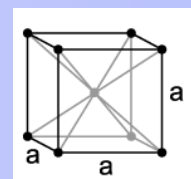
# Materiali



## $\alpha$ , $\gamma$ in $\alpha$ - $\delta$ železo

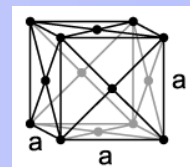
$\alpha$  **železo ali ferit** je trdna raztopina na osnovi alfa-železa. Alfa-železo ima prostorsko centrirano kubično kristalno zgradbo in je obstojno od abs. ničle do 911°C.

Vanj se lahko vgradijo atomi drugih elementov. V jeklih je ponavadi ogljik, ki zasede vrzeli ali intersticije v njegovi kristalni mreži, ker je njegov premer precej manjši od atoma železa (intersticijska trdna raztopina). Atomi, ki so podobne velikosti kot železo ali večji, zamenjajo atome železa na mrežnih mestih (substitucijska trdna raztopina).

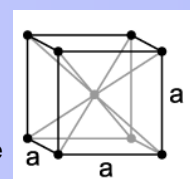


$\gamma$  **železo ali avstenit** je trdna raztopina na osnovi gama-železa.

Gama-železo ima ploskovno centrirano kubično kristalno zgradbo in je obstojno med 911 °C in 1394 °C. Vanj se lahko vgradijo atomi drugih elementov. V jeklih je to navadno ogljik, ki zasede vrzeli ali intersticije v njegovi kristalni mreži, ker je njegov premer precej manjši od atoma železa (intersticijska trdna raztopina). Atomi, ki so podobne velikosti kot železo ali večji, zamenjajo atome železa na mrežnih mestih (substitucijska trdna raztopina).



$\delta$  **železo** je obstojno med 1394 °C in tališčem železa (cca. 1534 °C), ima enako kristalno zgradbo kot alfa-železo. Trdno raztopino na njegovi osnovi imenujemo delta-ferit.



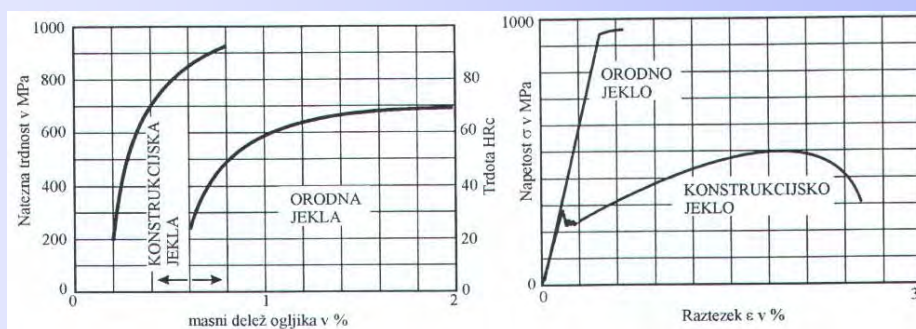
Dodatek nekaterih elementov železu poveča stabilnost ferita (krom, molibden). To pomeni, da je le-to obstojno v širšem temperaturnem in koncentracijskem območju. Takšne elemente imenujemo alfa-geni elementi.

## Konstruktivna in orodna jekla

Značilna lastnost za konstruktivna jekla je natezna trdnost, ki narašča z večanjem deleža ogljika. Po drugi strani je temeljna lastnost orodnih jekel trdota, ki prav tako narašča z deležem ogljika v jeklu. Konstruktivna jekla imajo razmeroma majhno napetost tečenja in natezno trdnost, vendar se dajo močno plastično preoblikovati. Po drugi strani je napetost tečenja orodnih jekel zelo velika in tudi skoraj enaka natezni trdnosti, vendar so ta jekla zelo slabo preoblikovalna.

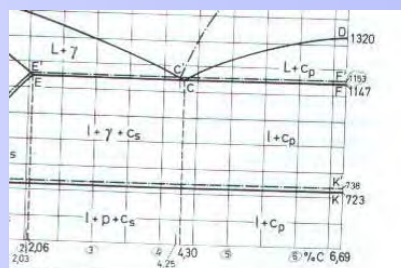
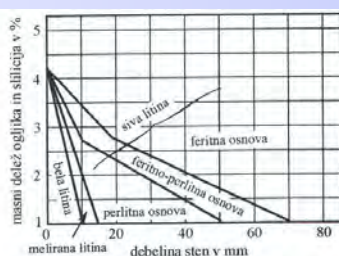
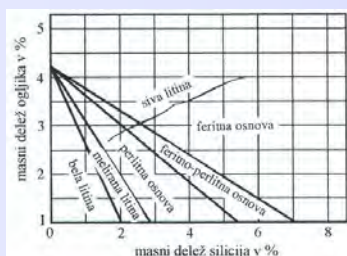
**Konstruktivna jekla:** končno obliko dosežemo z postopki preoblikovanja (z litjem ter vlečenjem in valjanjem v vročem ali hladnem stanju), uporabljamo jih za masovno izdelavo osnovnih "nezahtevnih" konstrukcij v obliki profilov ali ploščatega jekla.

**Orodna jekla:** končno obliko dosežemo z litjem, so slabo preoblikovalna (preoblikujemo jih z postopki kovanja, odrezovanja), uporabljajo se pretežno za izdelavo orodij.



## Železove zlitine

Najbolj grobo delimo železove litine na bele litine (ogljik je izločen v obliki cementita), sive litine (ogljik je izločen v obliki grafita) ter temprane litine, pri katerih pri žarjenju cementit razpade v železo in temprani (vozlasti) grafit. Katero vrsto litine dobimo, je najbolj odvisno od deleža silicija ter od hitrosti ohlajanja. Večji delež silicija in počasnejše ohlajanje stimulirata nastanek sive litine oz. potek procesov skladno z diagramom Fe-C, v diagramu Fe-Fe<sub>3</sub>C jih pa najdemo na desni strani (vsebnost ogljika je več kod 2,06 % C).



slika 1

slika 2

Mikrostruktura železovih litin je močno odvisna od njihove kemične sestave in hitrosti ohlajanja (debeline sten). *Maurerjev diagram* prikazuje vpliv C in Si na vrsto litine, ki jo dobimo pri strjevanju. Pri majhnem deleže silicija dobimo belo litino: ogljik je vezan v obliki cementita Fe<sub>3</sub>C. Večji delež silicija omogoča, da je tako evtektična kot tudi evtektidna reakcija potekata skladno z diagramom Fe-C (dobimo sivo litino s feritno osnovo). V melirani litini se pri strjevanju del ogljika izloči v obliki grafita, del pa v obliki cementita. Počasnejša hitrost ohlajanja (večja debelina sten ulitka) ima podoben učinek kot večja skupna koncentracija C in Si.

# Materiali

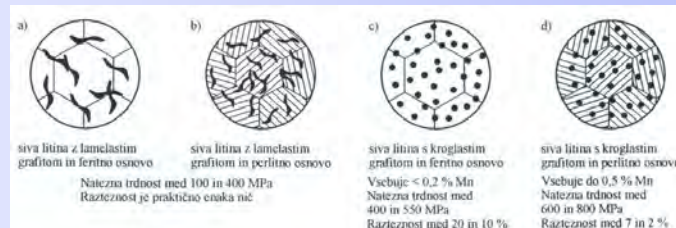


## Bela litina

V beli litini je ogljik vezan v obliki cementita. Zato je zelo trda. Posledično ima veliko obrabno obstojnost in se uporablja v drobilnih mlinih ter za valje s trdo skorjo.

## Siva litina

Najpomembnejši sta siva litina z lamelastim grafitom ter siva litina s kroglastim grafitom, ki jo imenujemo tudi nodularna litina (slika c in d).

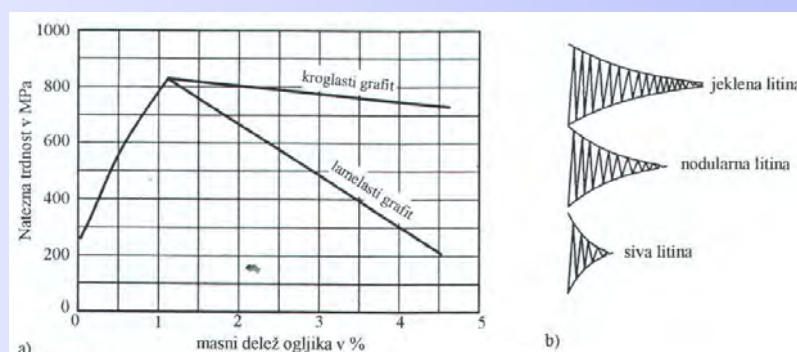


Grafit v litini predstavlja tujek, ki povzroča močan zarezni učinek, in močno zmanjša netezno trdnost (slika 3a). Le to izboljšamo z modificiranjem, pri katerem bistveno zmanjšamo velikost lamel. Mnogo boljše lastnosti dosežemo pri nodularni litini, kjer z modificiranjem in dodajanjem magnezija Mg povzročimo, da se pri eutektični reakciji izloča grafit v obliki kroglic.

# Materiali



Dušilnost (sposobnost dušenja mehanskih nihanj) sive litine z lamelastim grafitom bistveno presega dušilnost drugih litin (slika 3b).



Slika 3

# Materiali



## Mehanske lastnosti jekel in železovih zlitin

Lastnosti jekel ali železovih zlitin so opisane podrobneje v strokovni literaturi (Kravtov strojniški priročnik ali obširneje v standardu DIN).

**Na mehanske lastnosti vplivajo:**

➤ nečistoče, katere poskušamo zmanjšati ali izničiti z legiranjem jekel oz. železovih zlitin pri tem pa uporabimo legirne elemente ki:

- **razširjajo avstenitno področje** (Mn, Ni, Co, ...)
- **zožujejo avstenitno področje** (Be, Al, Si, P, Ti, V, Cr, Mo, W, ...)
- **tvorijo (oblikujejo) z ogljikom karbide** (Mn, Cr, W, V, Ti, ...)

➤ neenakomerna kemična sestava, grobozrnata struktura ter zaostale napetosti, ki so posledica postopka pridelovanja ali preoblikovanja. Te napake rešujemo s toplotno obdelavo:

- **difuzijsko žarjenje** ( je dolgotrajno žarjenje pri visokih temperaturah (nad 1200 °C), rezultat je enakomerna porazdelitev kemične sestave, praviloma se izvaja že s procesom pedelovanjem jekla, slabost: nastopi grobozrnata struktura, rešujemo jo z gnetenjem v toplem ali normaliziranjem)
- **žarjenje za gnetenje v toplem** (grobozrnato strukturo spreminjamo, rezultat je mnogo bolj fina mikrostruktura, segrevamo nad 1000 °C)
- **normaliziranje**
- **žarjenje na mehko**
- **žarjenje za odstranjevanje notranjih napetosti**

➤ ter kaljenjem jekla oz. površinsko toplotno obdelavo:

- **normalno kaljenje**
- **posebni postopki kaljenja (prekinjeno kaljenje, stopenjsko kaljenje)**
- **poboljšanje**
- **površinsko kaljenje**
- **cementiranje**
- **nitiranje**
- **izločevalno kaljenje**

# Materiali



## UMETNI MATERIALI

Pod nazivom plastične mase pojmujeemo umetno pridobljene visokomolekularne snovi.

Naziv **plastične mase** izhaja iz grške besede **plastikos**, kar pomeni oblikovnost, gnetljivost. Te snovi imajo namreč lastnost, da se pri določenih pogojih zelo dobro preoblikujejo.

Ker se te snovi pridobivajo na umeten način in v naravi kot take ne obstajajo, jih imenujemo tudi umetne snovi.

Označujemo jih tudi z izrazom polimerne snovi oziroma polimeri. Naziv izhaja iz grških besed **poly - polys**, kar pomeni mnog, in **meros**, kar pomeni del. Iz teh dveh besed torej sledi naziv **polimer**.

# Materiali



## Delitev polimerov

- **PLASTOMERI** – termoplasti
- **DUROMERI** – duroplasti
- **ELASTOMERI**

# Materiali



## Plastomeri

Termoplastične mase so danes v svetu pa tudi pri nas najbolj razširjene. Njihova prednost pred ostalimi je reciklaža, kar z drugimi besedami pomeni možnost večkratne predelave. Z ekološkega vidika imajo torej pred seboj še svetlo prihodnost.

Termoplasti so linearni razvejani polimeri, ki se največkrat predelujejo pri povišani temperaturi.

Od tod izvira tudi ime : **termoplasti – thermos = toplo**

Pri višjih temperaturah postane polimer tekoč in primeren za brizganje. Po ohladitvi talina otrdi in obdrži dano obliko.

Njihova slaba lasnost je torej v tem, da niso odporni proti povišani temperaturi, saj se dokaj hitro začnejo mehčati in zgubijo svoje mehanske lastnosti.

# Materiali



## Duromeri

Za razliko od termoplastov, katerih proizvodnja nenehno narašča, pa je področje duroplastov mnogo bolj mirno. Vzrok temu je verjetno v tem, da duroplastov ne moremo reciklirati, preoblikovanje se namreč lahko opravi le enkrat.

Ko se pri termoreaktivni snovi pod vplivom visoke temperature sproži kemična reakcija, pri kateri snov polimerizira, se makromolekule, ki so med seboj mrežasto prepletene, čvrsto združijo na zelo kratkih razdaljah v toge, trde členkaste spoje, tako da je celotno telo ena sama velika, prostorskoumrežena makromolekula z amorfn strukturo.

To duroplastom omogoča veliko trdnost in obstojnost oblike (od tod tudi ime duros = trd)

Vez, ki nastane med makromolekulami se ne sprosti niti s segrevanjem, zato so te snovi po reakciji nerazstajljive in se razkrojijo šele pri sežigu.

Kljub temu pa so duroplasti na številnih področjih nezamenljivi.

**Odlikuje jih predvsem velika temperaturna obstojnost in trdnost.**

# Materiali



## Elastomeri

Elastomeri nastanejo tako, da se nitaste makromolekule kavčuka med vulkanizacijo na redkih mestih elastično povezujejo. Ta elastična vez omogoča veliko raztegljivost snovi, vendar pa kljub tej elastičnosti členkastih vezi molekule niso razdružljive in je ponovna taljivost, tako kot pri duroplastih, nemogoča. Snov se pri segrevanju ne tali in se razkroji šele pri sežigu, tako da je tudi ta proces ireverzibilen.

Prvi poznani elastomer je bil **KAVČUK**, ki je lepljiva, žilava plastična masa z zelo dolgimi, popustljivimi in upogljivimi molekulnimi verigami.

Z raznimi primesmi in z **VULKANIZACIJO** se nitaste makromolekule med seboj členkasto sprimejo in tvorijo nerazdružljivo elastično zvezo.

Tako iz plastičnega kavčuka dobimo elastično gumo, ki se pod mehansko obremenitvijo elastično preoblikuje, nato pa se pri razbremenitvi povrne v prvotno obliko.

Za elastičnost je pri elastomerih merilo število veznih točk: mehki materiali imajo malo veznih točk, medtem ko imajo trdi materiali veliko veznih točk.

Struktura elastomerov je amorfn.

# Materiali



## Shematični prikaz razporeditve polimernih verig v posamezni vrsti materiala



# Materiali



## Mehanske lastnosti polimernih materialov

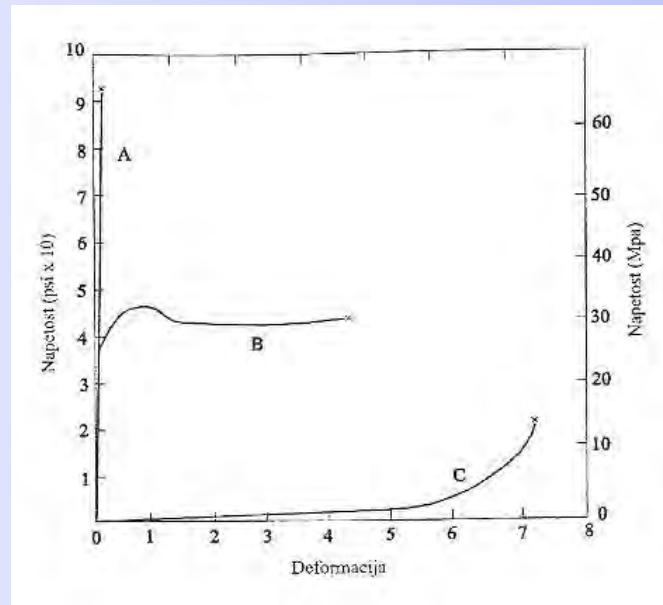
- **KRHKI POLIMERI** (krivulja A)
  - Zelo velik modul elastičnosti
  - Zlomijo se že v elastičnem področju
  - Raztezki v elastičnem področju dosežejo le nekaj odstotkov
- **PLASTIČNI POLIMERI** (krivulja B)
  - Podobna  $\sigma$ - $\epsilon$  krivulja kot pri kovinah
  - Začetek deformacije je elastičen
  - Nato nastopi izrazita napetost tečenja, ki se zaključi s porušitvijo
  - Faktor utrjevanja v plastičnem področju je majhen
  - Do porušitve pride, ko napetost preseže kohezijsko trdnost
- **VISOKOELASTIČNI POLIMERI** (krivulja C)
  - Glavna lastnost je gumielastičnost, ki jo dosežemo pri relativno majhnih napetostih
  - Ko je elastična napetost dovolj velika, se pretrgajo brez plastične deformacije
  - Elastični raztezek lahko doseže tudi 1000 %



# Materiali



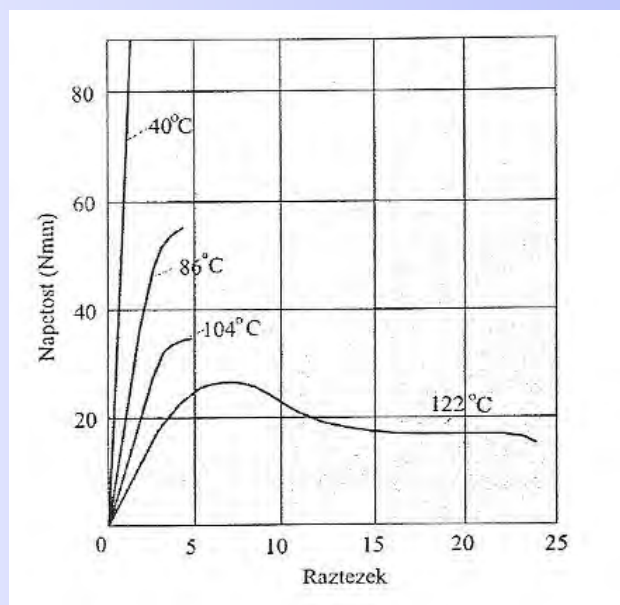
## $\sigma$ - $\epsilon$ krivulja treh glavnih skupin polimernih materialov



# Materiali



## Temperaturna odvisnost za skupino plastičnih polimerov



# Materiali



## Uporaba polimernih materialov

- Plastične mase danes srečamo na vsakem koraku.
- Večina izdelkov, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju je v
- celoti ali pa vsaj deloma izdelana iz polimerov.
- Iz njih lahko izdelamo izdelke skoraj poljubnih oblik in barv.
- Večina termoplastov se enostavno reciklira.
- Izdelki, iz materialov, ki se jih da reciklirati, morajo vsebovati standarniziran znak, ki nam pove, iz katerega materiala je.

# Materiali



## POLIAMIDI - PA

Poliamidi se odlikujejo po visoki trdnosti, žilavosti in udarni žilavosti; imajo dobre drsne lastnosti in dobro odpornost proti obrabi. Zato se uporablja kot konstrukcijski material za tehnične namene, posebno za strojne dele. Lahko tekoča talina omogoča proizvodnjo zahtevnih tehničnih PROIZVODOV. Značilna lastnost poliamidov pa je navzemanje vlage, pri čemer se spreminjajo njihove lastnosti.

# Materiali



## Primeri uporabe PA

- STROJEGRADNJA IN FINOMEHANIKA  
zobniki, jermenice, elementi sklopok, krmilne plošče, odmične plošče, valjčne proge, drsni ležaji, vijaki, tesnila...
- VOZILA  
ventilatorji, oljni filtri, pogonski zobniki, vsesalne cevi, oljne posode, šobe za brisalce stekel, motorske čelade, ohišja ogledal...
- ELEKTROTEHNIKA  
koluti, spoji, stikala, razdelilci, ohišja motorjev, prevleke kablov...
- SANITARNA TEHNIKA  
ohišja črpalk, ventili...
- POHIŠTVO IN GRADBENIŠTVO  
okovje vrat, tečaji pohištva, okvirji, vrtno pohištvo, zidni vložki
- OSTALO  
lego kocke, in drugi deli igrač, kirurški inštrumenti, ribiške vrvice, embalarne folije, čreva za klobase, deli smučarskih vezi, smučarski čevlji...

# Materiali



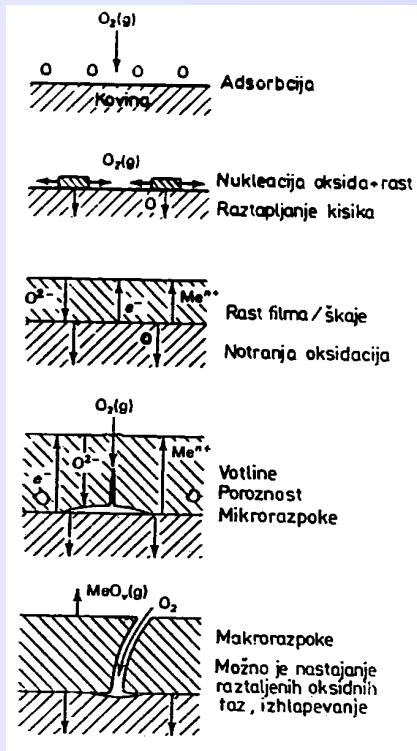
## KOROZIJA

Korozija je razdiralen na napad na kovino, ki temelji na kemičnih in elektrokemičnih reakcijah, ki potekajo zaradi termodinamične nestabilnosti kovine v določenem okolju.

Ločimo:

- Kemično ali suho korozija
- Elektrokemično korozijo - korozija v vodnih raztopinah (najpomembnejša: 97 % vse škode)
- Korozijo v staljenih kovinah

## Korozija v plinih – suha korozija



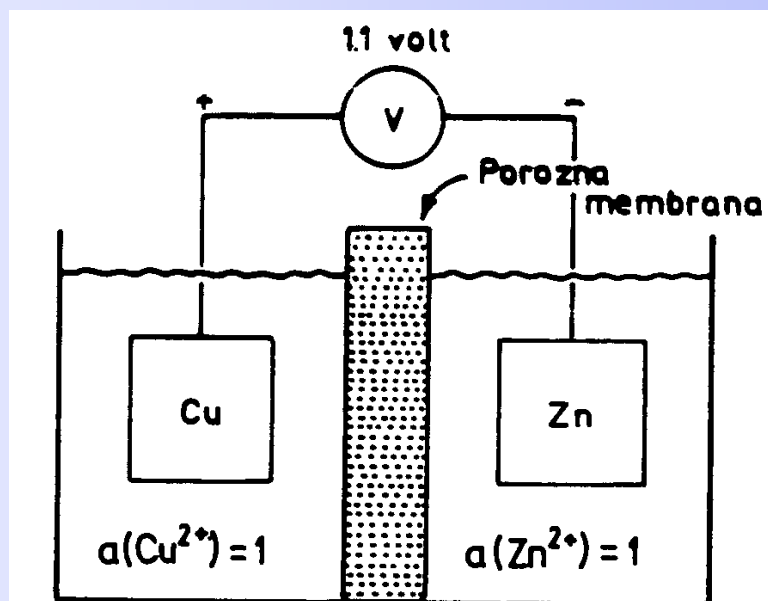
Oksidni film nastaja v več stopnjah:  
Najprej se kisik ADSORBIRA na površino.  
Na ugodnih mestih nastane oksid - s heterogeno nukleacijo.

Oksidni film raste, dokler v celoti ne prekrije površine. Da se to zgodi, mora biti specifičen volumen oksida vsaj tako velik ali večji kot specifičen volumen kovine.

Oksidni film se debeli. Če je specifičen volumen oksida precej večji kot specifičen volumen kovine, nastanejo v oksidni plasti velike tlačne napetosti, ki povročijo pojav votlin, poroznosti in mikrorazpoke.

Ob pojavu makrorazpok kisik neposredno prodre do kovine, kar pospeši oksidacijo!

## Elektrokemična korozija – galvanska celica



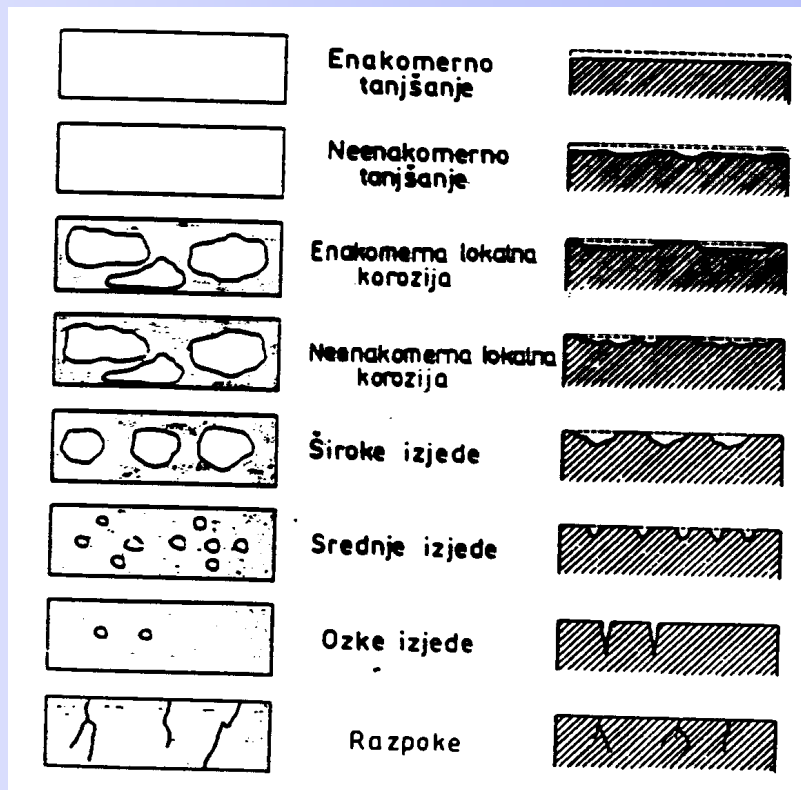
# Materiali



## Oblike korozij

Splošna korozija →

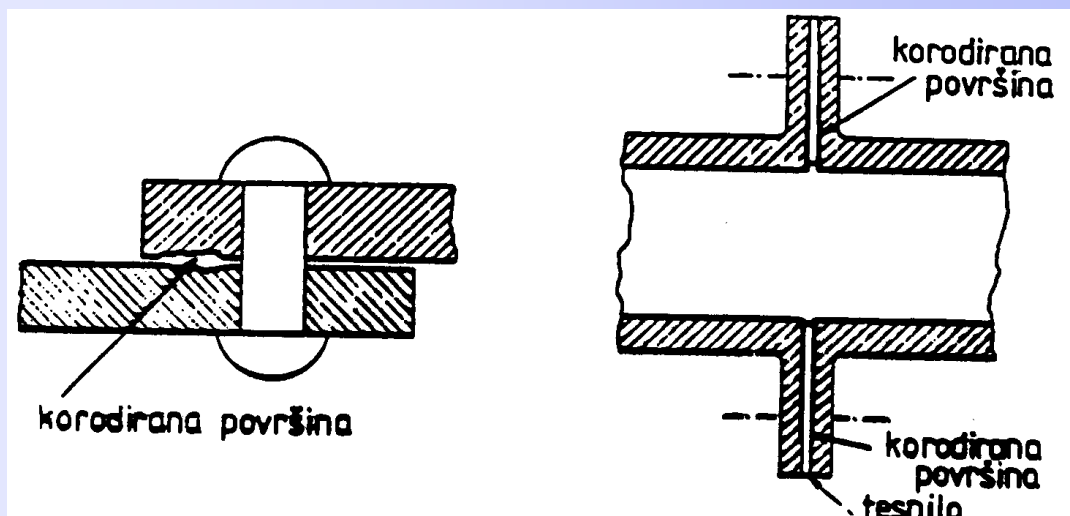
Lokalna korozija →



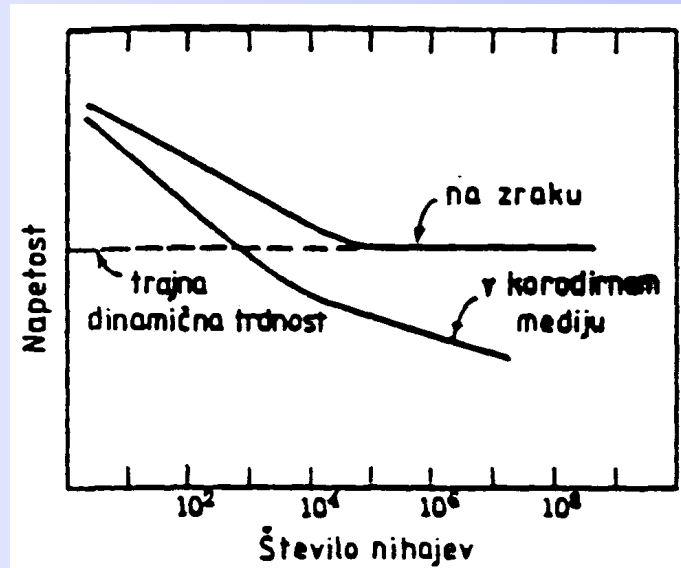
# Materiali



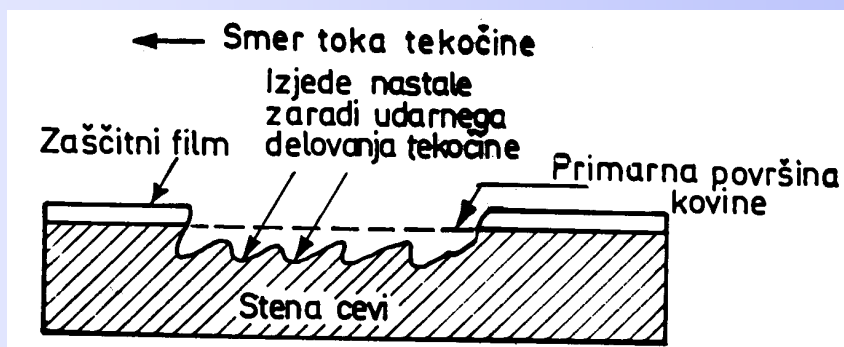
## Špranjska korozija



## Korozijsko utrujanje

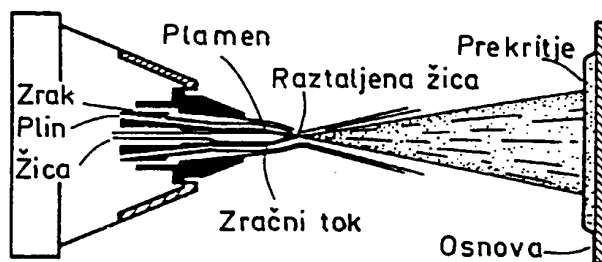


## Erozivna korozijska in kavitacijska korozija

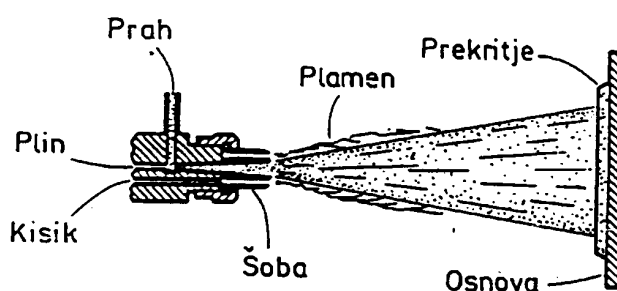


# Materiali

## Korozijska zaščita - naprševanje



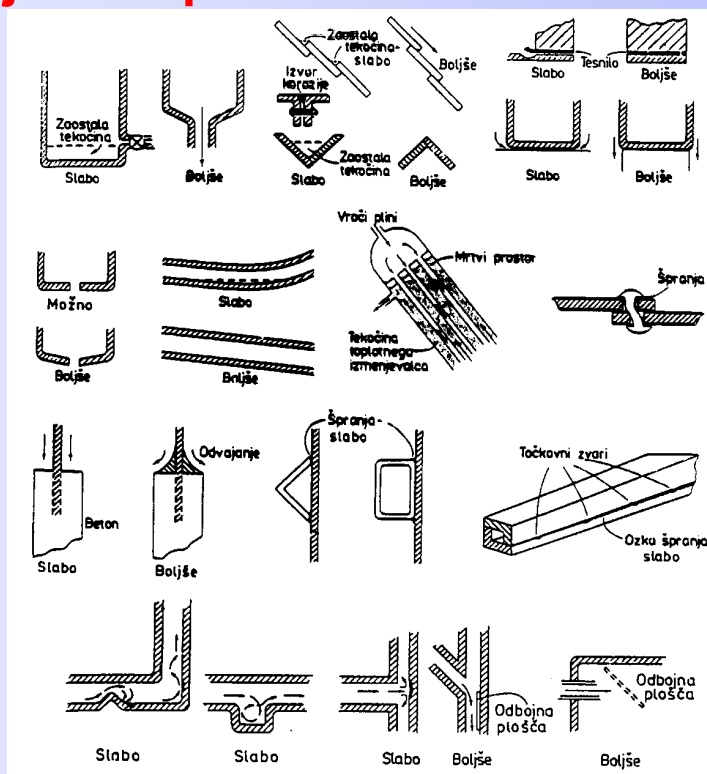
SL. 258: Nanašanje prevlek s plamenskim naprševanjem z žico



SL. 259: Plamensko naprševanje prevlek s prahom

# Materiali

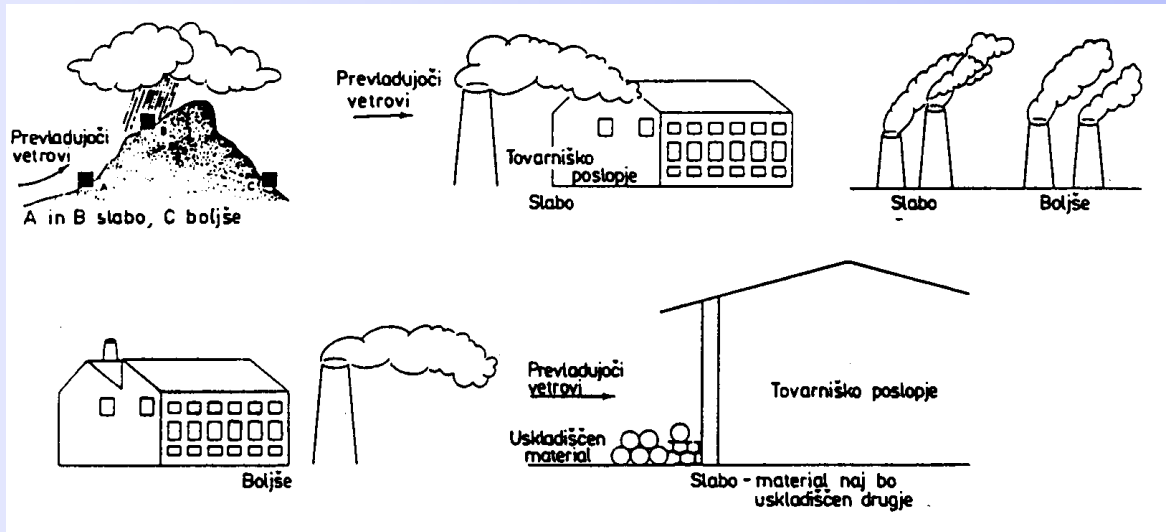
## Konstruktivske napake



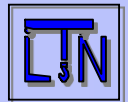
# Materiali



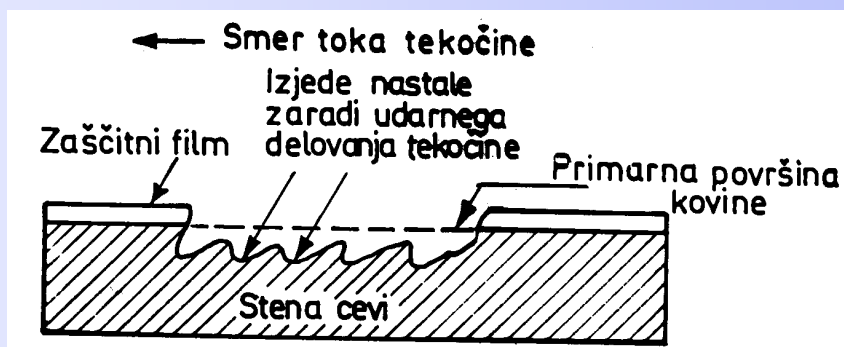
## Korozija objektov



# Materiali



## Erozivna korozija in korozija kavitacija





# Materiali



## MAZIVA

- Mazalna sredstva so nujen pomožni material za nemoteno obratovanje strojev in naprav.
  - Maziva delimo glede na izvor na:
    - mineralna
    - maščobna maziva in
- glede na predelavo pa delimo maziva v:
- surova,
  - destilirana,
  - Rafinirana.

# Osnovni strojni elem.



## VIJAČNE ZVEZE

Vijačne zveze spadajo med razstavljive spoje strojnih delov in jih spajanja strojnih delov uporabljamo tudi za tesnenje, napenjanje, merjenje in prenos gibanja. V poglavju so podane osnove vijačnih zvez ter pregled oblik in gradiv vijakov, matic in podložk. Podrobneje so obravnavane nosilne vijačne zveze, kjer je posebna pozornost namenjena prednapetim vijačnim zvezam. Navedena so pravila oblikovanja vijačnih zvez ter postopek trdnostnega preračuna nosilnih vijačnih zvez. V zaključku poglavja so opisane osnove gibalnih navojnih zvez.

# Osnovni strojni elem.

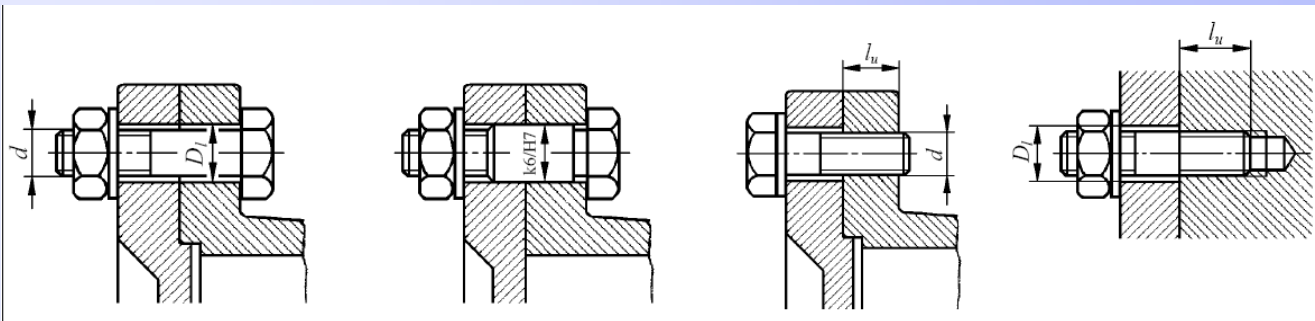


## VIJAČNE ZVEZE

**Vijačna zveza** - razstavljivi spoj dveh ali več delov iz enakih ali različnih gradiv z uporabo posebnih strojnih delov s sovpadajočim navojem – **vijak** in **matica**.

**Vijak** - strojni del iz kovinskega ali nekovinskega gradiva z zunanjim navojem, običajno samostojen strojni del.

**Matica** - strojni del iz kovinskega ali nekovinskega gradiva z notranjim navojem, samostojen strojni del ali del spajane strojnega dela.



# Osnovni strojni elem.



## VRSTE VIJAČNIH ZVEZ

- **Nosilne vijačne zveze** - najpogostejše, uporabljamo jih za pritrdilne, razstavljive zveze raznih strojnih delov, izpostavljenih različnim obremenitvam; izvedene z ali brez prednapetja.
- **Prilagodne vijačne zveze** - pritrdilne, razstavljive zveze raznih strojnih delov s prilagodnimi vijaki, ki dobro prenašajo strižne obremenitve in istočasno centrirajo spajane dele; izvedene z ali brez prednapetja.
- **Gibalne navojne zveze** - namenjene za prenos in spreminjanje krožnega gibanja v premočrtno in obratno; dosegamo velike osne sile pri majhnih obodnih silah.
- **Tesnilne vijačne zveze** - namenjene za zapiranje vstopnih in izstopnih odprtih s posebej oblikovanimi vijaki.
- **Nastavne vijačne zveze** - za nastavljanje raznih naprav in pri regulaciji ventilov.
- **Merilne vijačne zveze** - za merjenje dolžin pri mehanskih merilih.

## Prednosti in slabosti vijčnih zvez

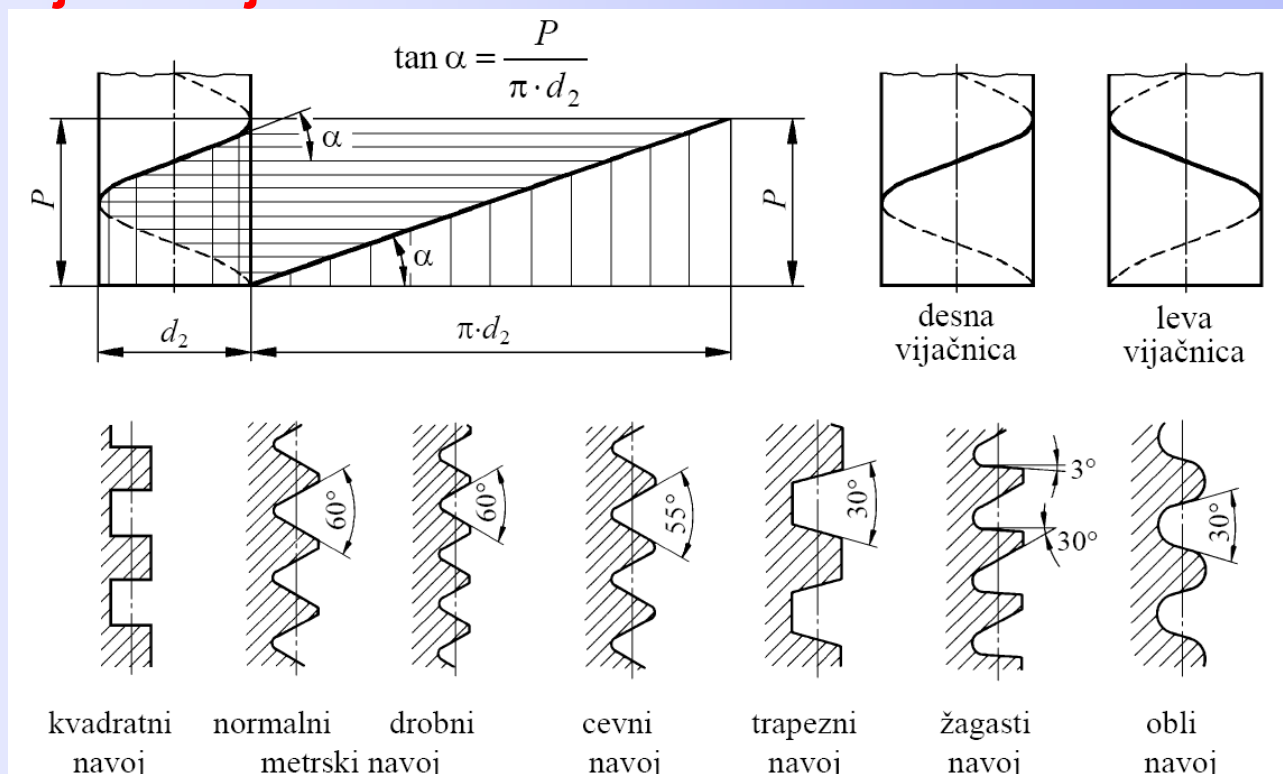
### Prednosti:

- medsebojno lahko spajamo vsa gradiva,
- vijčne zveze lahko poljubno razstavljamo in ponovno sestavljamo,
- nizki nabavni stroški in enostavna zamenljivost vijakov in matic,
- nosilnost sorazmerna velikosti in kvaliteti uporabljenega vijaka in matice,
- vijčne zveze zelo dobro prenašajo dinamične obremenitve.

### Slabosti:

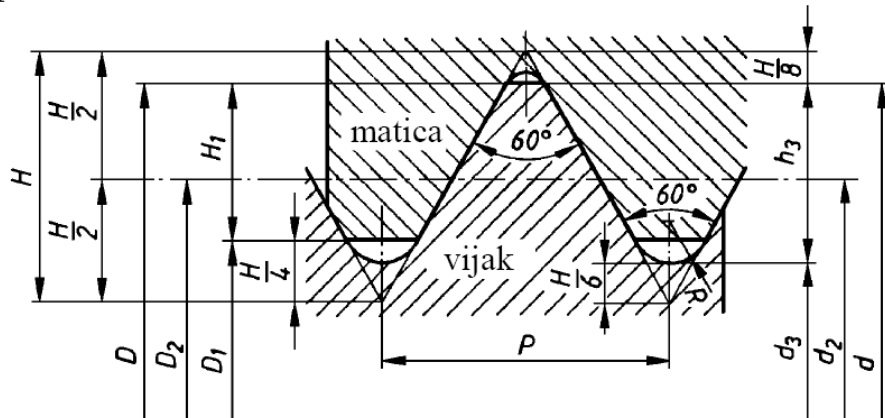
- oslabitev prerezov spajanih delov in velik zarezni učinek zaradi skoznje luknje ali izvrtine z navojem,
- visoke koncentracije napetosti na mestih naleganja glave vijaka ali matice na površino spajanih delov ter v ujemu navojev,
- stalno napetostno

## Vijak in vijačnica



## Metrski navoj s trikotnim profilom ISO

profil SIST ISO 261, mere SIST ISO 724



$d, d_2, d_3$  – premeri zunanjega navoja (vijaka)  
 $D, D_1, D_2$  – premeri notranjega navoja (matice)

$P$  – korak navoja

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,86603 \cdot P$$

$$H_1 = \frac{5}{8} H = 0,54127 \cdot P$$

$$h_3 = 0,61343 \cdot P$$

$$R = \frac{H}{6} = 0,14434 \cdot P$$

$$d = D$$

$$d_2 = D_2 = d - 3/4 \cdot H$$

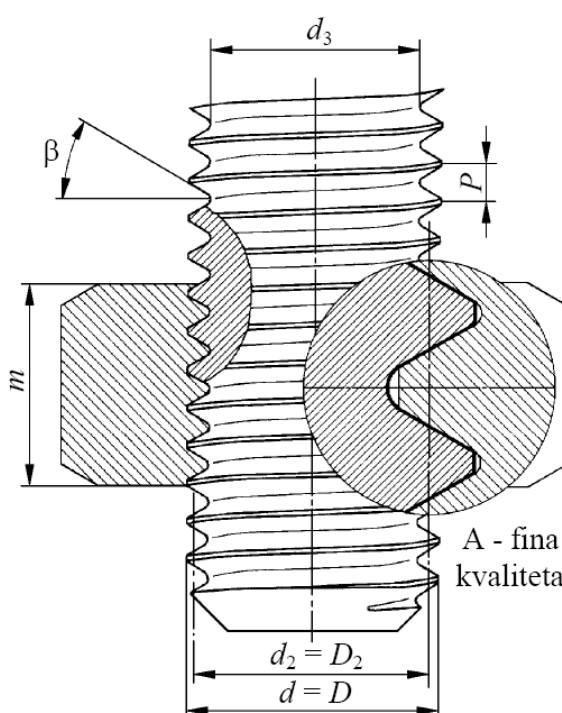
$$d_3 = d - 2h_3$$

$$D_1 = D - 2H_1$$

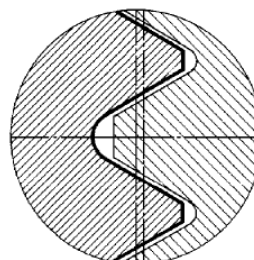
**Normalni metrski navoji** - splošna strojegradnja, predvsem pritrdilni vijaki in matice.

**Drobni metrski navoji** - manjša oslabeitev elementov vijačnih zvez, velika varnost proti odvitju, majhni in točni pomiki vijaka ali matice v osni smeri itd.

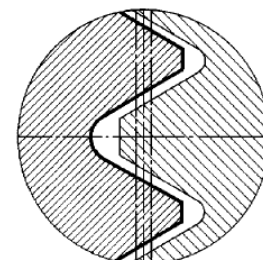
## Kvaliteta izdelave navojev



Vijake in matica izdelujemo s postopki valjanja (večji premeri), vlečenja, stiskanja in odrezavanja (manjši premeri). Posamezne dele vijakov in matic naknadno brusimo, da dosežemo različne kvalitete izdelave.



B - srednja kvaliteta



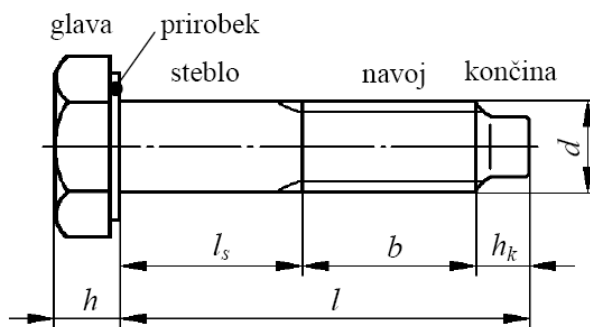
C - groba kvaliteta

Jeklene vijake in matice navadno zaščitimo proti koroziji s fosfatiranjem ali galvanskim pocinkanjem (Zn6) in kadmiranjem (Cd6).

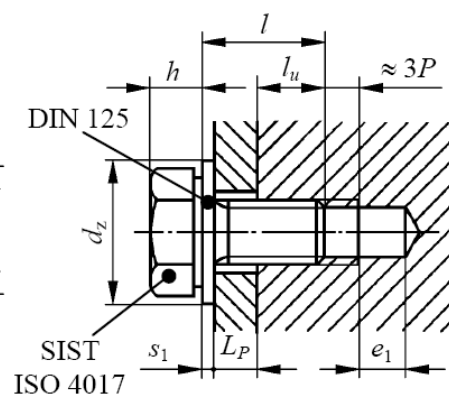
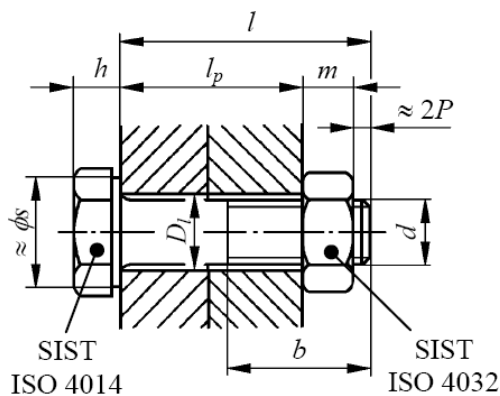
# Osnovni strojni elem.



## Vijak



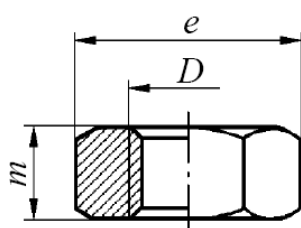
$d$  – imenski premer navoja  
 $h$  – višina glave vijaka  
 $l$  – dolžina stebila vijaka  
 $l_s$  – dolžina stebila brez navoja  
 $b$  – dolžina navoja  
 $h_k$  – višina končine



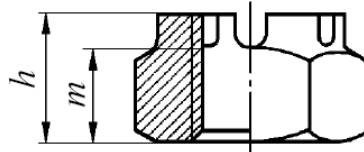
# Osnovni strojni elem.



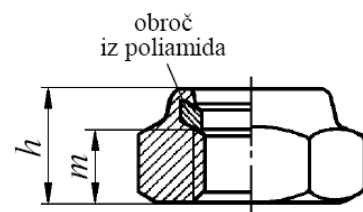
## Matica



šestroba matica

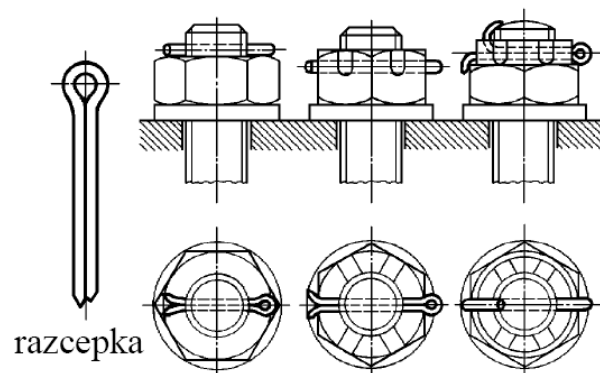


kronska matica



samovarovalna matica

$D$  – imenski premer navoja matice  
 $m$  – nosilna višina navoja matice  
 $e$  – največja širina matice  
 $h$  – višina matice

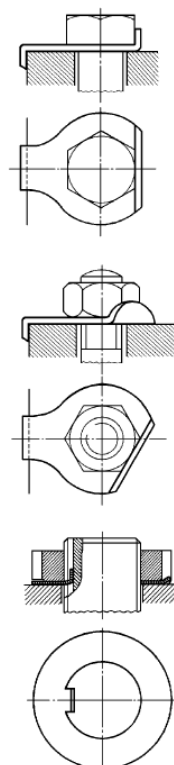


# Osnovni strojni elem.



## Podložka

Vrsta podložk	Konstruksijske oblike in standardi			
Navadne podložke	okrogla ploščata  DIN 125, 126, 433, 440, 1440, 1441, 6902, 6903, 7349, 9021 ISO 7089 - A SIST ISO 7090 - B SIST ISO 7090 - C	okrogla s posnetjem  DIN 125, 6916	štiriroba ploščata  DIN 436	
	okrogla s kvadratno luknjo  DIN 440	U-podložka za profile z 8% nagibom  DIN 434, 6918	I-podložka za profile s 14% nagibom  DIN 435, 6917	primer uporabe 
Vzmetni obroči	vbočen (oblika A)  DIN 128	valovit (oblika B)  DIN 128, 6905		
Vzmetne podložke	vbočena (oblika A)  DIN 137	valovita (oblika B)  DIN 137, 6904	vzmetni obroč  DIN 6796, 6908	zobata (oblika A)  DIN 6797, 6906
	zobata (oblika J)  DIN 6797	zobata (oblika V)  DIN 6797, 6906	pahljačasta (oblika A)  DIN 6798, 6907	pahljačasta (oblika J)  DIN 6798
Varovalne podložke	z enim nastavkom  DIN 93	z dvema nastavkoma  DIN 463	z zunanjim privihom  DIN 432	z notranjim privihom  DIN 462



# Osnovni strojni elem.



## Trdnostni razredi vijakov in matic s polno nosilnostjo SIST EN 20898-1

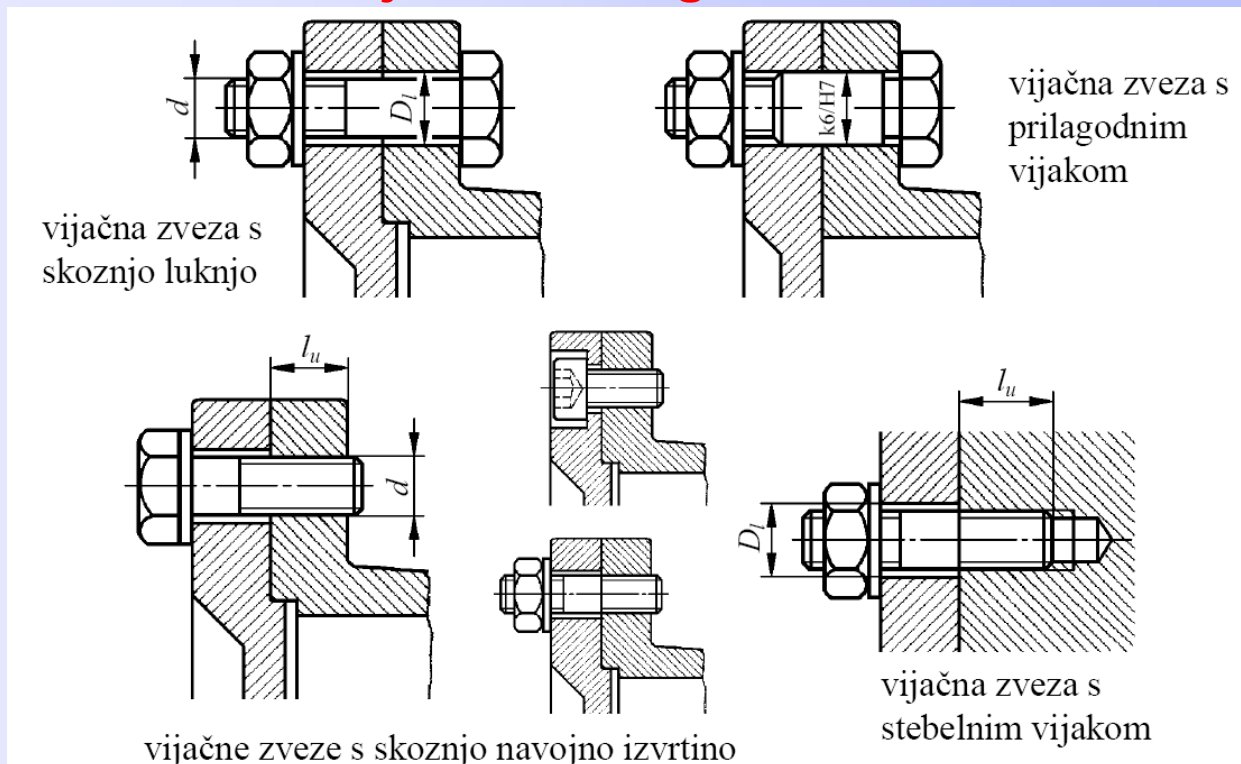
Trdnostni razred vijaka	Gradivo vijaka in toplotna obdelava	Natezna trdnost $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]		Meja plastičnosti $R_e$ oz. $R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		Raztežnost $A_5$ [%]	Trdnostni razred matice
		nom.	min.	nom.	min.		
3.6	Konstruksijska jekla s $C \leq 0,20\%$	300	330	180	190	25	3
4.6	Konstruksijska jekla s $C \leq 0,55\%$	400	400	240	240	22	4
4.8			420	320	340	14	
5.6	Konstruksijska jekla s $C \leq 0,55\%$	500	500	300	300	20	5
5.8			520	400	420	10	
6.8			600	600	480	480	
8.8	Konstruksijska jekla s $C \leq 0,40\%$ in dodatki (npr. Bor, Mn, Cr) ali s $C \leq 0,55\%$ , poboljšana in kaljena	800	800 <sup>1)</sup>	640	640 <sup>1)</sup>	12	8
9.8 <sup>1)</sup>			830 <sup>2)</sup>		660 <sup>2)</sup>		
10.9	Konstruksijska jekla s $C \leq 0,55\%$ in dodatki, legirana jekla, pob. kal.	1000	1040	900	940	9	10
12.9	Legirana jekla, pobolj. in kaljena	1200	1220	1080	1100	8	12

<sup>1)</sup> velja za  $d \leq 16$  mm. <sup>2)</sup> velja za  $d > 16$  mm oziroma  $d > 12$  mm pri vijakih za jeklene konstrukcije.

# Osnovni strojni elem.



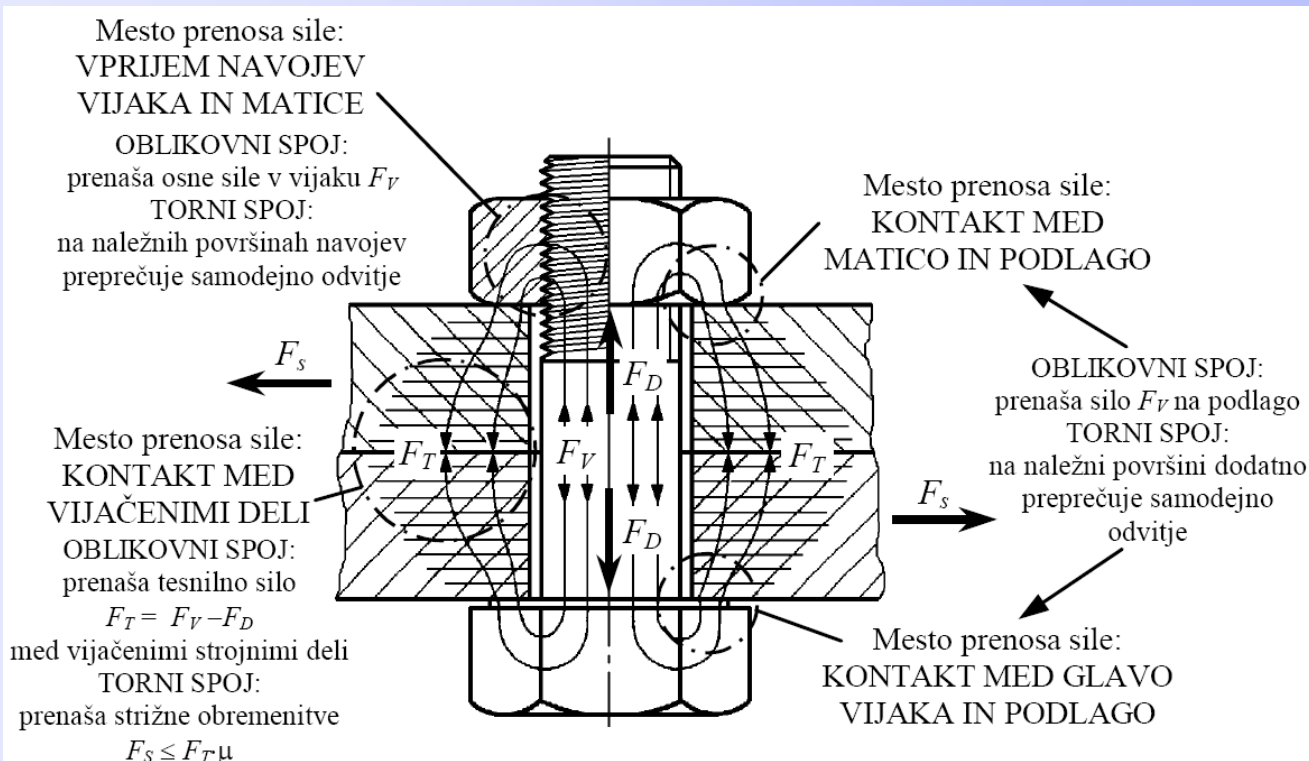
## Vrste nosilnih vijčnih zvez glede na izvedbo zveze



# Osnovni strojni elem.



## Način prenosa obremenitve v nosilni vijčni zvezi

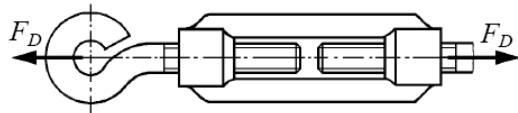


# Osnovni strojni elem.

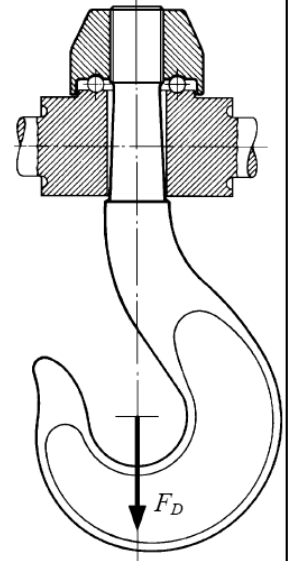


## Vrste nosilnih vijčnih zvez glede na obremenitve

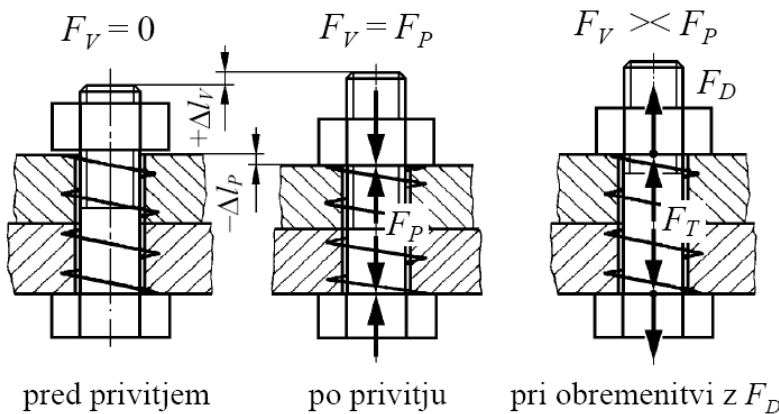
- vijačne zveze brez prednapetja



pred obremenitvijo  $F_V = 0$   
pri obremenitvi  $F_V = F_D$



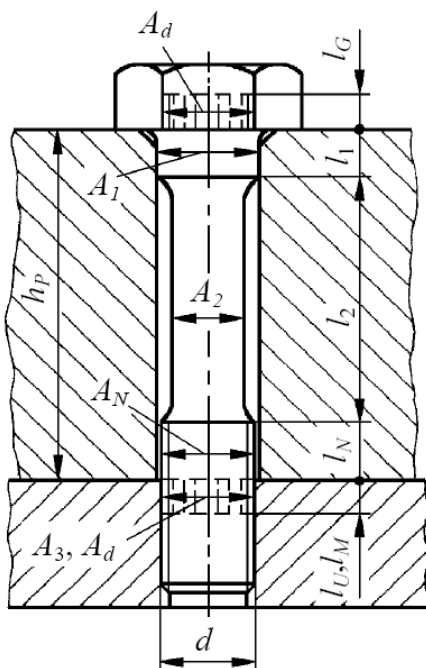
- prednapete vijačne zveze



# Osnovni strojni elem.



## Elastičnost vijaka



- podaljšanje vijaka:

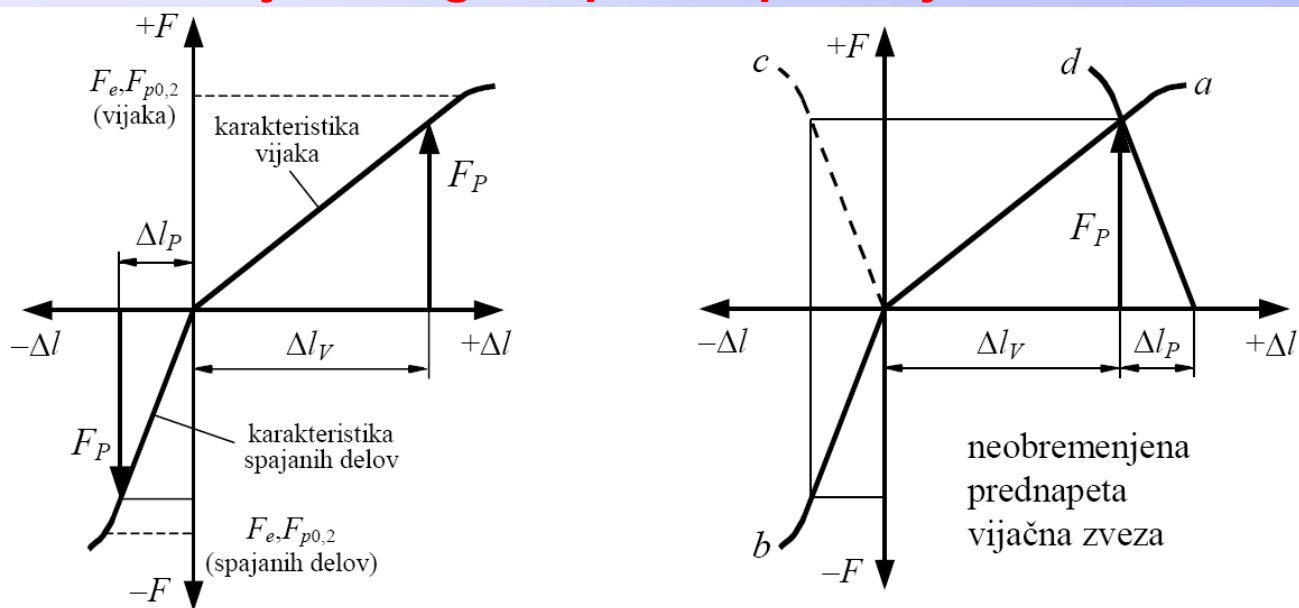
$$\Delta l_V = F_V \cdot \delta_V$$

- elastičnost vijaka:

$$\begin{aligned} \delta_V &= \sum_{i=1}^n \delta_i + \delta_N + \delta_U + \delta_G + \delta_M = \\ &= \frac{1}{E_V} \left( \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{A_i} + \frac{l_N}{A_N} + \frac{l_U}{A_3} + \frac{l_G + l_M}{A_d} \right) \end{aligned}$$



## Deformacijski diagram prednapete vijaačne zveze



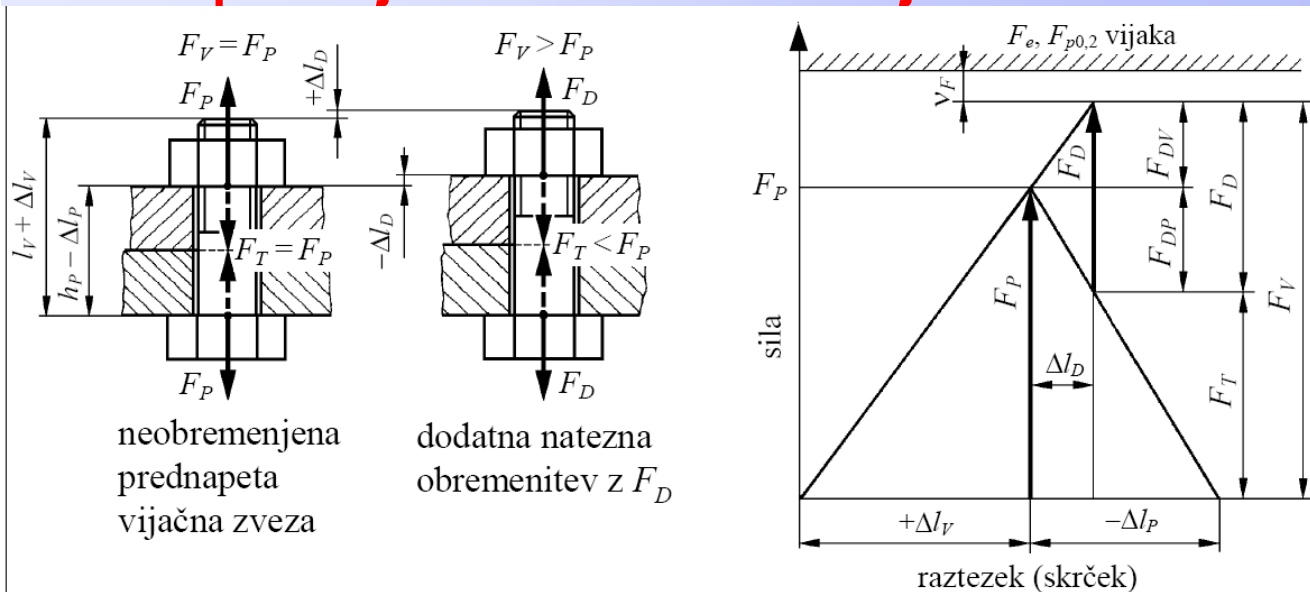
podaljšanje vijaka:  $\Delta l_V = F_V \cdot \delta_V$

sila v vijaku:  $F_V = F_P$

skrček spajanih delov:  $\Delta l_P = F_T \cdot \delta_P$

tesnilna sila:  $F_T = F_P = F_V$

## Prednapeta vijaačna zveza obremenjena s statično



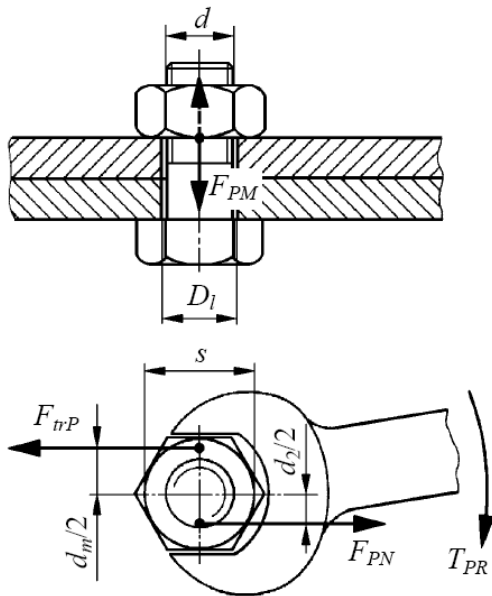
sila v vijaku:  $F_V = F_P + F_{DV} = F_P + F_D \cdot \Phi = F_T + F_D$

teoretično razmerje sil:

tesnilna sila:  $F_T = F_P - F_{DP} = F_P - F_D \cdot (1 - \Phi)$

$$\Phi_F = \frac{F_{DV}}{F_D} = \frac{\delta_P}{\delta_V + \delta_P}$$

## Moment privijanja vijčne zveze



- moment privijanja navoja:

$$T_{PN} = F_{PN} \cdot \frac{d_2}{2} = F_{PM} \cdot \tan(\alpha \pm \rho') \cdot \frac{d_2}{2}$$

- moment trenja naležnih površin:

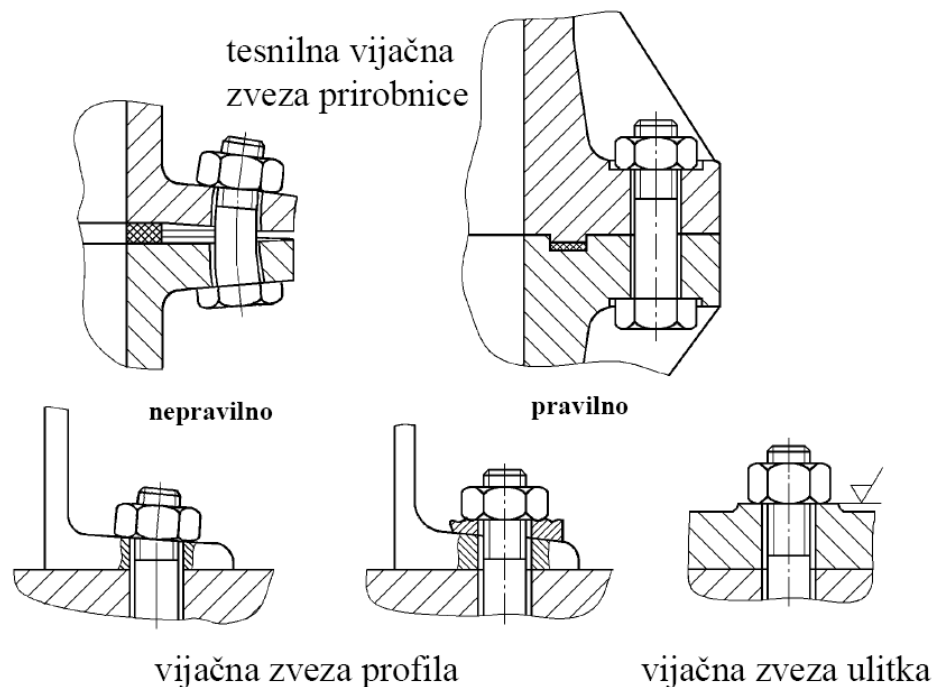
$$T_{PP} = F_{trP} \cdot \frac{d_m}{2} = F_{PM} \cdot \mu_P \cdot \frac{d_m}{2}$$

- celotni potrebni moment privijanja:

$$\begin{aligned} T_{PR} &= T_{PN} + T_{PP} = \\ &= F_{PM} \cdot \left[ \tan(\alpha + \rho') \cdot \frac{d_2}{2} + \mu_P \cdot \frac{d_m}{2} \right] \end{aligned}$$

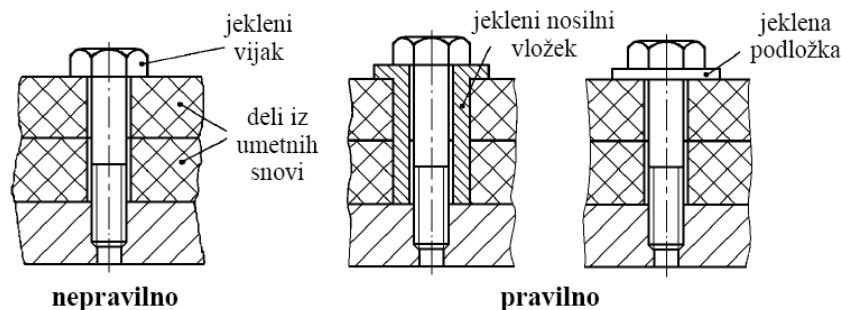
## Oblikovanje nosilnih vijčnih zvez

ravna naležna površina vijakov in matic

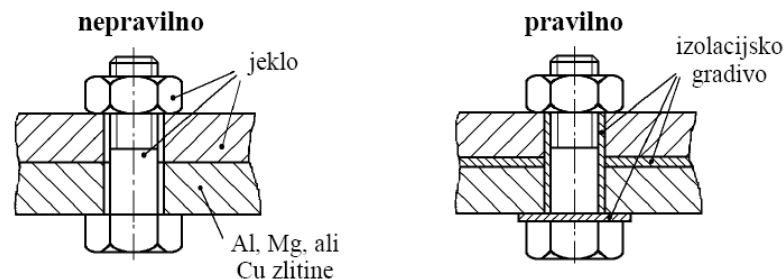


## Oblikovanje vijačnih zvez delov iz različnih gradiv

- jekleni vložki za zmanjšanje površinskega tlaka pri umetnih snoveh



- izolacija pri spajanju delov z različnimi električnimi potenciali



## Trdnostni preračun nosilnih vijačnih zvez

- osno obremenjena vijačna zveza brez prednapetja

normalna napetost: 
$$\sigma_n = \frac{F_V}{A_N} = \frac{4 \cdot F_V}{\pi \cdot d_N^2} \leq \sigma_{n \text{ dop}}$$

$$\sigma_{n \text{ dop}} = 0,8 \cdot R_e \text{ privijanje brez obremenitve}$$

$$\sigma_{n \text{ dop}} = 0,7 \cdot R_e \text{ privijanje pod obremenitvijo}$$

- prednapeta osno obremenjena vijačna zveza

normalna napetost: 
$$\sigma_n = \frac{F_V}{A_N} = \frac{4 \cdot F_V}{\pi \cdot d_N^2}$$

vzvojna napetost: 
$$\tau_t = \frac{T_{PN}}{W_{tN}} = \frac{8 \cdot F_V \cdot d_2 \cdot \tan(\alpha + \rho')}{\pi \cdot d_N^3}$$

sestavljena napetost: 
$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 0,9 \cdot R_e$$

## Trdnostni preračun prednapetih vijačnih zvez

- kontrola napetosti v vijaku pri privijanju vijačne zveze

$$F_{PM \max} = k_{PR} \cdot F_{PM \min} \leq F_{PM \text{dop}}$$

$$F_{PM \min} = F_{T \min} + F_{DP} + F_Z = F_{T \min} + F_D \cdot (1 - \Phi) + F_Z$$

- kontrola napetosti v vijaku pri delovanju osne delovne sile

$$F_D \sigma_p = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 0,9 \cdot R_e$$

$$\text{za } F_V = F_P + F_D \cdot \Phi \quad \text{kjer je } F_P = F_{PM \max} - F_Z$$

- kontrola napetosti v vijaku pri delovanju dinamične osne sile

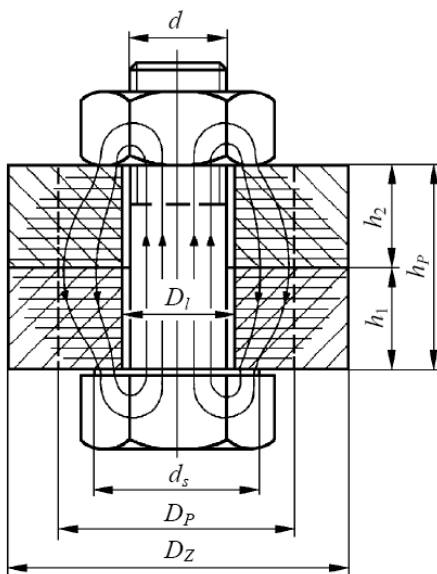
$$\sigma_A = \frac{F_A}{A_3} = \frac{4 \cdot F_A}{\pi \cdot d_3^2} \leq \sigma_{AD \text{dop}} = 0,9 \cdot \sigma_{AD}$$

- kontrola napetosti v vijaku pri delovanju prečne delovne sile

$$F_{T \min} = \frac{F_s \cdot v_s}{n \cdot \mu} \quad F_{PM \min} = F_{T \min} + F_D \cdot (1 - \Phi) + F_Z \quad F_{PM \max} = k_{PR} \cdot F_{PM \min}$$

# Osnovni strojni elem.

## Kontrola površinskega tlaka med glavo vijaka ali matice in podlago



$$p_G = \frac{F_V}{A_G} = \frac{4 \cdot F_V}{\pi \cdot (d_s^2 - D_1^2)} \leq p_{\text{dop}}$$

Vrsta gradiva strojnih delov	Oznaka gradiva in toplotna obdelava	Dopustni površinski tlak pri statični obremenitvi $p_{\text{dop}}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Jeklo	S235, C15	300
	E295, C35	500
	S355, C45	600
	Jekla za poboljšanje $R_m > 900$ N/mm <sup>2</sup>	900
	Jekla za poboljšanje $R_m > 1200$ N/mm <sup>2</sup>	1200
	C 15 cementirano 0,6 mm	1400
Lito železo	16MnCr5 cementirano 1 mm	1800
	150	600
	250	800
	350	900
	400	1100
Lahke kovine	500-7, P 45-06	500
	G-ALSi6Cu4	200
	G-ALSi12	300
	Al99	140
	MgAl8Zn	150
TiAl6V4	1000	

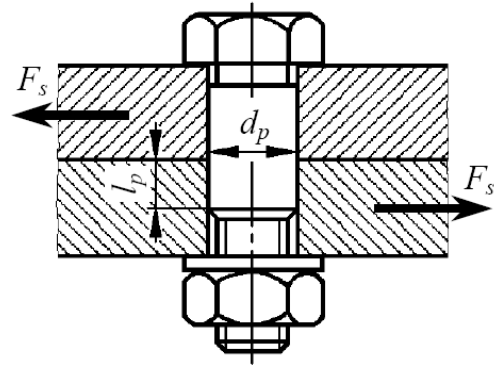
<sup>1)</sup> Pri dinamični obremenitvi je dopustni tlak manjši za 20%.

## Trdnostni preračun vijčnih zvez s prilagodnim vijakom

- kontrola strižne napetosti

$$\tau_s = \frac{F_s}{m \cdot A_p} = \frac{4 \cdot F_s}{m \cdot \pi \cdot d_p^2} \leq \tau_{s \text{ dop}}$$

$$\tau_{s \text{ dop}} \approx (0,4 \dots 0,6) \cdot R_e$$



- kontrola površinskega tlaka

$$p = \frac{F_s}{A_{proj}} = \frac{F_s}{d_p \cdot l_p} \leq p_{\text{dop}}$$

$$p_{\text{dop}} = 1,2 \cdot R_e \text{ ali } 0,75 \cdot R_m \text{ pri statični obremenitvi}$$

$$p_{\text{dop}} = 0,9 \cdot R_e \text{ ali } 0,60 \cdot R_m \text{ pri dinamični obremenitvi}$$

## Zasnova vijakov

- najmanjši potrebni nosilni prerez stebra vijaka z navojem

$$A_N \geq \frac{F_V}{\sigma_{n \text{ dop}}}$$

$F_V = F_D$  pri vijakih brez prednapetja  
 $F_V \approx 1,5 \cdot F_D$  pri statično osno obremenjenih prednapetih vijakih  
 $F_V \approx 2,5 \cdot F_D$  pri dinamično osno obremenjenih prednapetih vijakih  
 $F_V \approx 8 \cdot F_s$  pri prečno obremenjenih prednapetih vijakih  
 $\sigma_{n \text{ dop}} = 0,8 \cdot R_e$

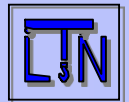
Vrsta obremenitve	Imenski premer navoja vijaka $d$ v [mm]												
	Delovna obremenitev vijčne zveze $F_D$ ali $F_s$ v [kN]												
Statična osna	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	160	250	
Dinamična osna	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	160	
Prečna	0,3	0,5	0,8	1,25	2	3,15	5	8	12,5	20	31,5	50	
Trdnostni razred vijaka	4.6	6	8	10	12	16	20	24	27	33	—	—	—
	4.8, 5.6	5	6	8	10	12	16	20	24	30	—	—	—
	5.8, 6.8	4	5	6	8	10	12	14	18	22	27	—	—
	8.8	4	5	6	8	8	10	14	16	20	24	30	—
	10.9	—	4	5	6	8	10	12	14	16	20	27	30
12.9	—	4	5	5	8	8	8	10	12	16	20	24	30

Opomba: Pri razteznih vijakih ali ekscentrični delovni obremenitvi  $F_D$  izbiramo  $d$  iz naslednjega višjega obremenitvenega razreda.

**Po zasnovi je potrebno ustreznost vijakov vedno preveriti z natančnim trdnostnim preračunom!**

# Osnovni strojni elem.

## JERMENSKI PRENOSI



## Hidravlika

### ➤ Osnove:

Hidravlika = hidor (voda) + aulos (cev)... (*grški izvor*)

Pretvorba (prenos) energije s pomočjo tekočine

- Industrijska hidravlika – *oljna hidravlika* (mineralna, sintetična olja – mlada tehnična panoga)
- Mehanika tekočin /razcvet po II. svetovni vojni
- Področja: mehanizacija in avtomatizacija; vse vrste strojogradnje (rudarstvo, kmetijstvo, gozdarstvo, gradbeništvo, promet, energetika...)

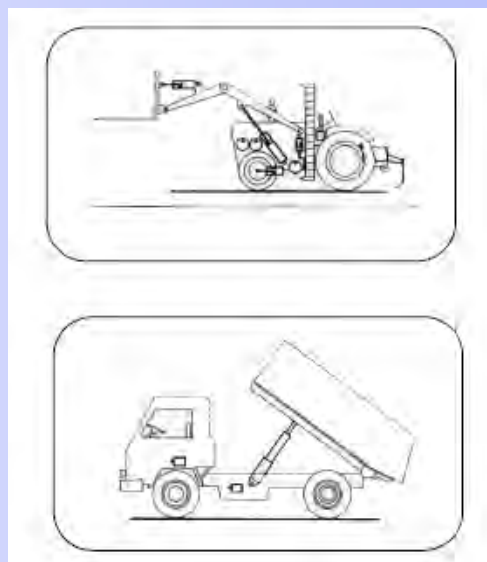
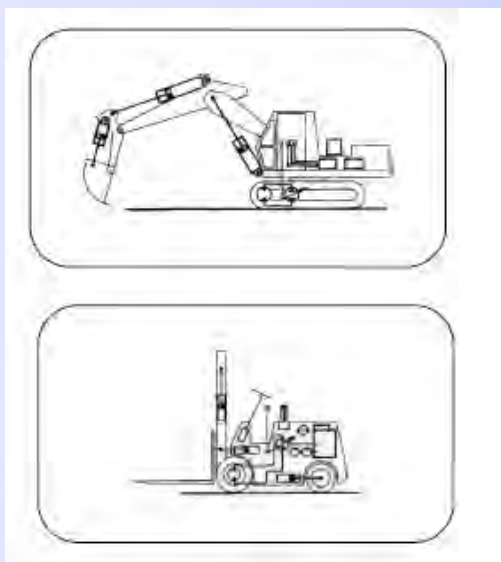
# Hidravlika

## ➤ Industrijska hidravlika:

- Mobilna hidravlika (gibljivi stroji)
- Obdelovalna hidravlika (obdelovalni stroji)
- Težka hidravlika (velike sile in moči)

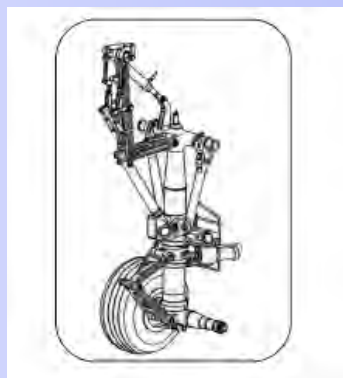
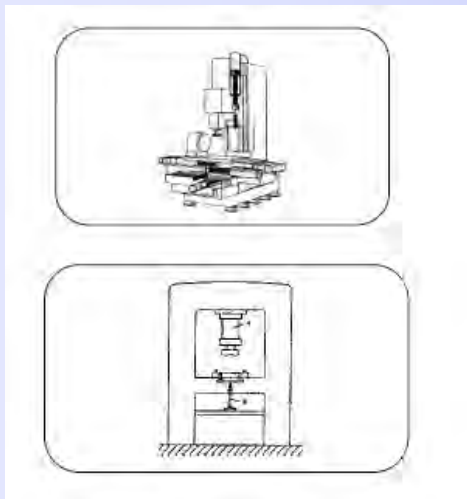
# Hidravlika

## ➤ Primeri:



# Hidravlika

## ➤ Primeri:



# Hidravlika

## ➤ Prednosti in slabosti:

- visoka koncentracija energije (v primerjavi z drugimi pogoni so za enako moč veliko manjši)
- možnost dosega velikega prestavnega razmerja (hid. dvigalka, pretvornik tlaka itd.)
- zelo dobra krmilnost sistemov (tlak in pretok se lahko nastavljata relativno enostavno)
- odlične dinamične lastnosti (možnost doseganja velikih pospeškov in pojemkov)
- možnost enakomerne spremembe hitrosti vzdolžnega in rotacijskega gibanja
- sorazmerno enostaven odvod toplote
- enostavna zaščita pred preobremenitvijo
- enostavna kontrola sile in momenta ter hitrosti izvršilnih elementov
- možnost avtomatizacije gibanja izvršilnih elementov
- enostavna sprememba smeri gibanja v sistemu
- enostavno mazanje in odvod toplote



# Hidravlika

## ➤ Prednosti in slabosti:

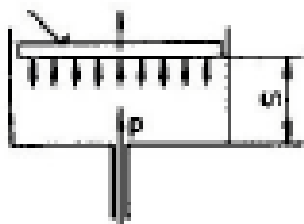
- onesnaževanje okolja
- nevarnost pri porušitvi in netesnosti naprave
- občutljivost za nečistoče in spremembe temperature
- stisljivost olja in s tem nenatančnosti pri pozicioniranju naprave
- nizka stopnja izkoristka vložene energije (izgube kot posledica volumenskih izgub in trenja)
- zelo visoka cena zaradi zahtevnejše izdelave
- zahtevno vzdrževanje

# Hidravlika

## ➤ Teoretične osnove mehanike tekočin

- **hidrostatika**, (razmerja pri mirujočih tekočinah) in
- **hidrodinamiko**, (razmerja pri gibajočih se tekočinah)

**Hidrostatika**



Delovanje sil zaradi tlaka na površino

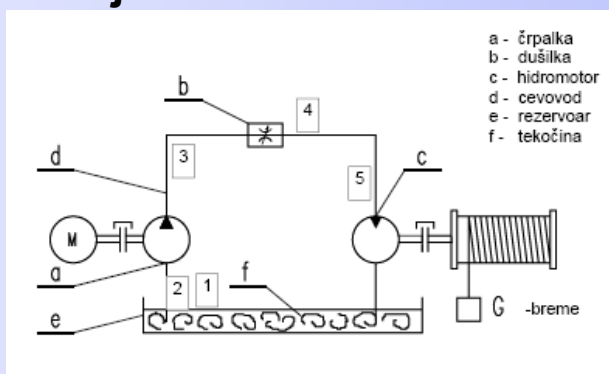
**Hidrodinamika**



Delovanje sil zaradi mase in pospeška (vztrajnostna sila)

# Hidravlika

## ➤ Sprememba stanja tekočine v hidravlični napravi



VELIČINE	TLAK	PRETOK	GOSTOTA	TEMPERATURA
1 tekočina v rezervoarju	$P_1 = P_0$	-	$\rho_1 = \text{konst}$	$T_1 \downarrow$
2 sesanje tekočine	$P_2 < P_0$	pospešen pretok	$\rho_2 \searrow$	-breme $t$
3 pretvorba v tlačno energijo - črpalka	$P_3 \gg P_0$	$Q_3 \cong Q_2$	$\rho_3 \nearrow$	$T_3 \uparrow$
4 zmanjševanje tlaka - dušilka	$P_4 < P_3$	pretok	$\rho_4 \searrow$	$T_4 \uparrow$
5 pretvorba tlačne energije v hidromotorju	$P_5 \ll P_4$	$Q_5 \cong Q_4$	$\rho_5 = \text{konst}$	$T_5 = \text{konst.}$

$p_0$  – tlak okolice  
 ↑↓ - velike spremembe  
 ↗↘ - majhna sprememba

# Hidravlika

## ➤ Fizikalne lastnosti tekočin

- Gostota ( $\rho$ ):

$m$  – masa tekočine [kg]

$V$  – prostornina tekočine [kg/m<sup>3</sup>]

$$\rho = m/V \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

V splošnem je  $\rho$  odvisna od  $T$  (temperatura)

TEKOČINA	GOSTOTA (kg/m <sup>3</sup> ) pri 15 °C
mineralno olje	(900 - 960)
plinsko olje	(850 - 890)
alkohol	(790)
bencin	(700 - 720)
morska voda	(1020 - 1030)
voda	(999,1)

# Hidravlika

## ➤ Fizikalne lastnosti tekočin

- **Stisljivost (s):** v splošnem je stisljivost tekočin majhna in se pri enakomernem gibanju celo zanemari; pri velikih tlakih, neenakomernem gibanju, pa stisljivosti ne smemo zanemariti.

$$s = \frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{1}{\Delta p}$$

V – prostornina tekočine brez delovanja sil [m<sup>3</sup>]  
 ΔV- sprememba prostornine zaradi delovanja sil [m<sup>3</sup>]  
 Δp – sprememba tlaka, ki deluje na tekočino [Pa]

- **Modul stisljivosti (E<sub>0</sub>):** je recipročna vrednost koeficienta stisljivosti

$$E_0 = \frac{1}{s}$$

TEKOCINA	MODUL STISLJIVOSTI (x 10 <sup>9</sup> • Pa)
voda	2.041
bencin	1.087
alkohol	1.282
nafta	1.282
hidravlično olje	1.389

# Hidravlika

## ➤ Fizikalne lastnosti tekočin

- **Notranje trenje** je medsebojno trenje slojev tekočine.

- **Viskoznost** je upiranje drsenju tekočinskih slojev med seboj; to je dejansko odpor tekočine proti tangencialnim silam, ki povzročajo medsebojno premikanje delcev.

“Upiranje” premaknitvi tekočinskih delcev lahko izrazimo na naslednji način:

$$F_t = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y}$$

$$\tau_t = \frac{F_t}{A} = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y}$$

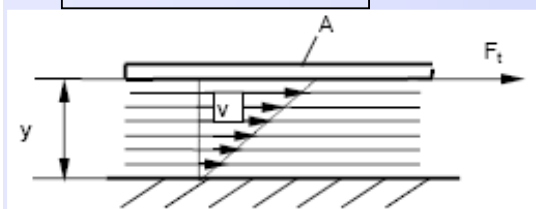
F<sub>t</sub> – tangencialna sila [N]

A – površina plošče [m<sup>2</sup>]

Δv/ Δy – sprememba hitrosti [m/s<sup>2</sup>]

τ<sub>t</sub> – tangencialna napetost [Pa]

η - dinamična viskoznost: predstavlja silo v N na 1 m<sup>2</sup> med dvema vzporednima slojema v tekočini in na razdalji 1 m pri razliki hitrosti 1m/s

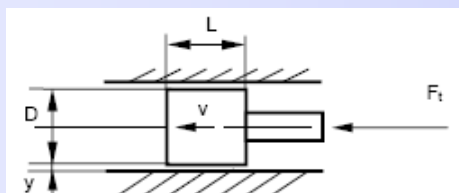


# Hidravlika

## ➤ Fizikalne lastnosti tekočin

Newton (eksperiment: bat v valju): sila notranjega trenja je proporcionalna s površinama dveh slojev in spremembo hitrosti pravokotno na smer gibanja. Faktor proporcionalnosti je koeficient dinamične viskoznosti ( $\eta$ )

$$F_t = \eta \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot \frac{v}{y}$$



$\nu$  - kinematična viskoznost [ $m^2/s$ ]  
razmerje med dinamično viskoznostjo in gostoto

$\nu$  : ( $m^2 / s$ , pri  $0^\circ C$  velja  $1cSt = 1mm^2 / s$ )

$\eta$  : ( $Pa \cdot s = N \cdot s / m^2$ )

Viskoznost tekočin v praksi določamo s testiranjem:

- Englerjev viskozimeter za olja (referenca je voda)
- kroglčni viskozimeter

TEKOČINA	KINEMATIČNA VIZKOZNOST $\nu$ ( $mm^2 / s$ ) pri $20^\circ C$
voda	1.01
alkohol	1.52
nafta- lahka	25
nafta- težka	140
hidravlično olje	20 - 100

# Hidravlika

## ➤ Hidrostatika

- Hidrostatični tlak ( $p_s$  [Pa]) je tlak tekočine, ki ga povzroča teža tekočinske mase; odvisen je od višine, gostote in zemeljskega pospeška ( $g=9.81 m/s^2$ )

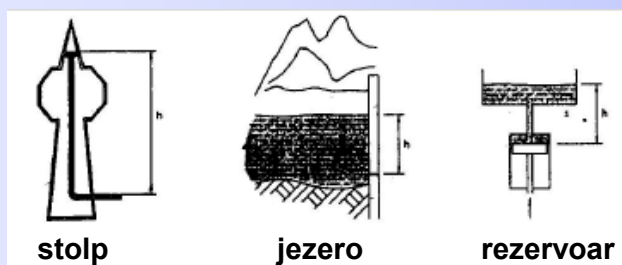
$$p_s = \rho \cdot g \cdot h$$

$h$  – višina tekočinskega stebra [m]

$\rho$  – gostota tekočine [ $kg/m^3$ ]

Pomembno: hidrostatični tlak je neodvisen od oblike posode

- Primeri:



stolp

jezero

rezervoar

# Hidravlika

## ➤ Hidrostatika

- Tlak ( $p$  [Pa]), ki je posledica delovanja sile na enoto površine tekočine, je v hidravličnih sistemih zelo pomemben za pretvorbo in prenos energije.

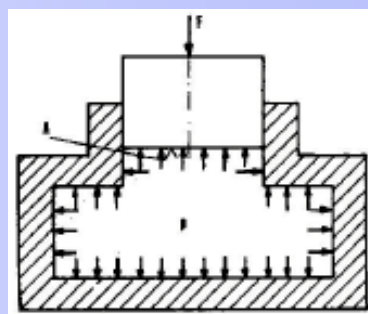
Pascalov zakon: tlak deluje pravokotno na površino in se širi na vse strani enako

$$p = \frac{F}{A}$$

$F$  – sila [N]

$A$  – ploščina [m<sup>2</sup>]

**Pomembno:** 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa = 100 000 N/m<sup>2</sup>  
1 N = 1 kgm/s<sup>2</sup>



# Hidravlika

## ➤ Hidrostatika

- Zunanji tlak, nadtlak, absolutni tlak

- Atmosferski tlak (zračni ali barometrični tlak)  $p_a$ : deluje v okolici in je odvisen od vremenskih pogojev in nadmorske višine ter je v območju 0.980 – 1.040 barov.

- Normalen atmosferski tlak znaša 1013,25 mbarov

- Poleg atmosferskega tlak ločimo še relativni tlak (nadtlak ali podtlak – vakuum) in absolutni tlak.

$$p > p_a \Rightarrow p_e > 0 \dots \text{nadtlak}$$

$$p < p_a \Rightarrow p_e < 0 \dots \text{podtlak}$$

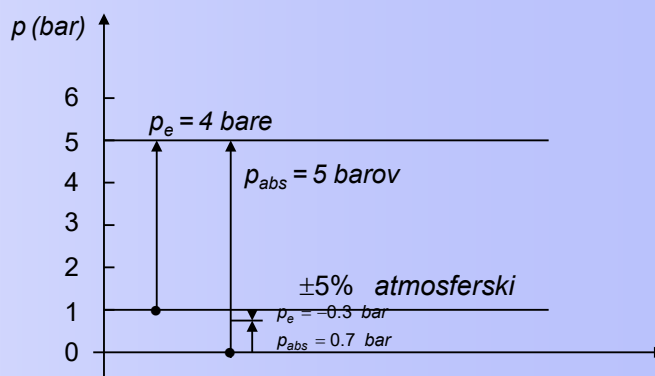
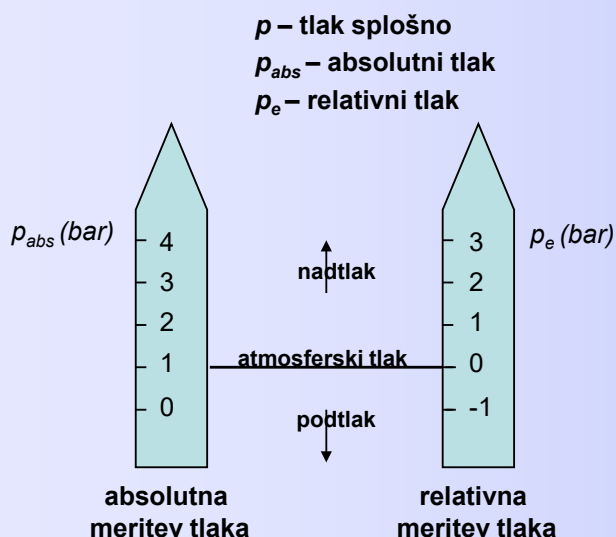
Absolutni tlak je vsota atmosferskega in relativnega tlaka:  $p = p_a + p_e$

# Hidravlika

## ➤ Hidrostatika

### - Razmerje tlakov

Primer:  $p = 5$  barov



# Hidravlika

## ➤ Hidrostatika

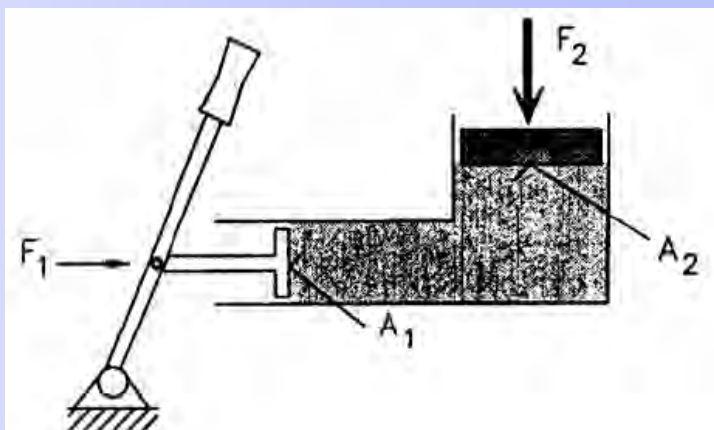
- **Pretvarjanje sil (princip hidravlične stiskalnice):** prenos/razmerje sil, je odvisno od količnika ploščin ( $A_1/A_2$ ). Na batu z manjšo površino ( $A_1$ ) deluje sila  $F_1$ , ki povzroča v posodi nadtlak ( $p_e$ ). Ker se tlak v posodi širi enakomerno na vse strani, deluje tudi na ploščino večjega bata ( $A_2$ ). Za dosego pogoja ravnotežja mora delovati na tej ploščini sila  $F_2$ .

Velja:

$$p_e = \frac{F_1}{A_1} \text{ in } p_e = \frac{F_2}{A_2}$$

Iz česar sledi:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \text{ oziroma } \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$



# Hidravlika

## ➤ Hidrostatika

- Če želimo dvigniti breme, moramo opraviti določeno delo ( $W$  [ $N \cdot m = J$ ])!
- Če zanemarimo izgube zaradi trenja, velja:

$$W_1 = W_2$$

$$W_1 = F_1 \cdot s_1$$

$$W_2 = F_2 \cdot s_2$$

Tako dobimo:  $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$ , od koder sledi:

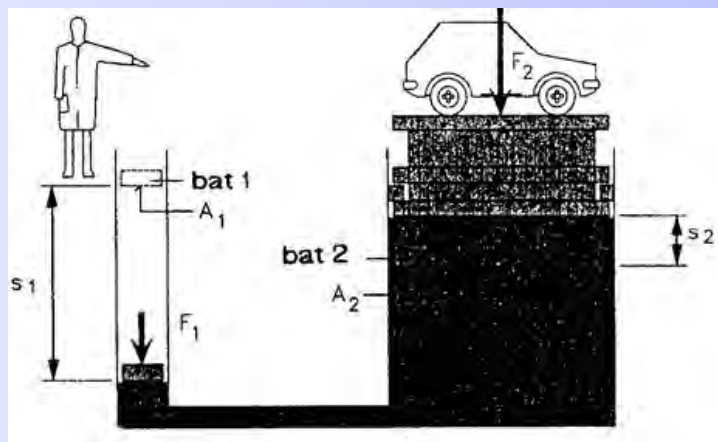
$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

Enačba "hidravličnega vzvoda"

# Hidravlika

## ➤ Hidrostatika

### - Primer





## Hidravlika

- Stacionarni tok (hitrost tekočine konstantna po velikosti in smeri);
- Laminarni tok: delci se gibljejo v neskončnih tankih plasteh, ki drsijo ena po drugi "brez mešanja" (hitrost - vektor)
- Turbolentni tok: delci se gibljejo "nepravilno", v vseh smereh
  
- **Enačba kontinuitete (zveznosti):** konstantni masni pretok  $q_m$

$$q_m = A \cdot v \cdot \rho = konst$$

- Ob upoštevanju nestisljivosti ( $\rho = konst$ ), dobimo volumski pretok  $q_v$

$$q_v = A \cdot v = konst$$



## Hidravlika

- **Bernoullijeva enačba** (za stacionarni tok idealne, nestisljive tekočine, brez trenja):

Vsota vseh energij (*ploščajna + tlačna + hitrostna*) v vsakem prerezu tokovnice je konstantna. Izrazimo jo lahko na več načinov (s specifično energijo, s tlakom in s tlačno višino).

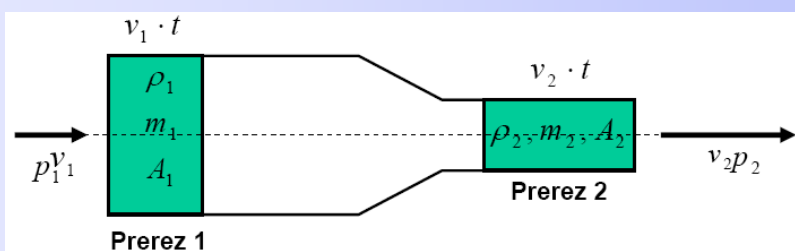
Npr. s tlakom (energija na enoto volumna):

$$z_1 \cdot \rho \cdot g + p_1 + \rho \frac{v_1^2}{2} = z_2 \cdot \rho \cdot g + p_2 + \rho \frac{v_2^2}{2} = p = konst$$



# Hidravlika

## ➤ Primer: tokovna cev



### Zakon o ohranitvi mase

$$m_1 = m_2$$

$$\rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = konst.$$

### Zakon o ohranitvi energije (Bernoullijev zakon)

$$p_1 \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot t + \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} = p_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2}$$

ker je  $m_1 = m_2$

$$p_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2} = konst.$$

Vsota tlačne in kinetične energije vzdolž tokovne cevi se ne spreminja !

# Hidravlika

## ➤ Hidravlične izgube

Odpor gibanja telesa v fluidu:  $F_r = c_r \cdot A \cdot p_k$

$c_r$  – koeficient odpora (brezdimenzijsko število)

$A$  – ploščina projekcije telesa na ravnino (pravokotno na smer gibanja)

$p_k$  – kinetični tlak ( $p_k = \rho v^2/2$ )

- Odpori toka v ceveh
- Vstopna ustja
- Odcepi
- Priključki
- Spremembe prereza
- Zaslونke in šobe

# Hidravlika

## ➤ Hidravlični stroji: Črpalke

### NAPRAVE ZA PRETVARJANJE ENERGIJE HIDRAVLIČNE ČRPALKE

Hidravlične črpalke so naprave, ki mehansko energijo pretvarjajo v hidravlično energijo delovne tekočine. Imenujemo jih tudi volumenske črpalke, ker dajejo hidravlično energijo določenemu volumnu tekočine.

#### Črpalke delimo na dve osnovni skupini:

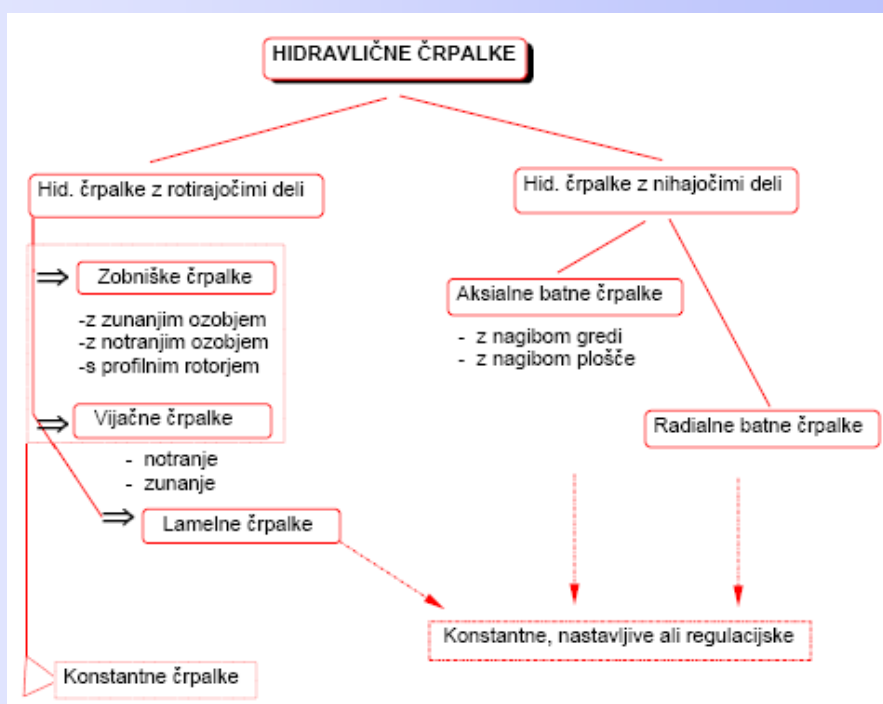
- hidravlične črpalke z rotirajočimi deli in
- hidravlične črpalke z nihajočimi deli

#### Glede na prostornino tlačenja razlikujemo tri osnovne tipe črpalk:

- konstantne črpalke
- nastavljive črpalke
- regulacijske črpalke

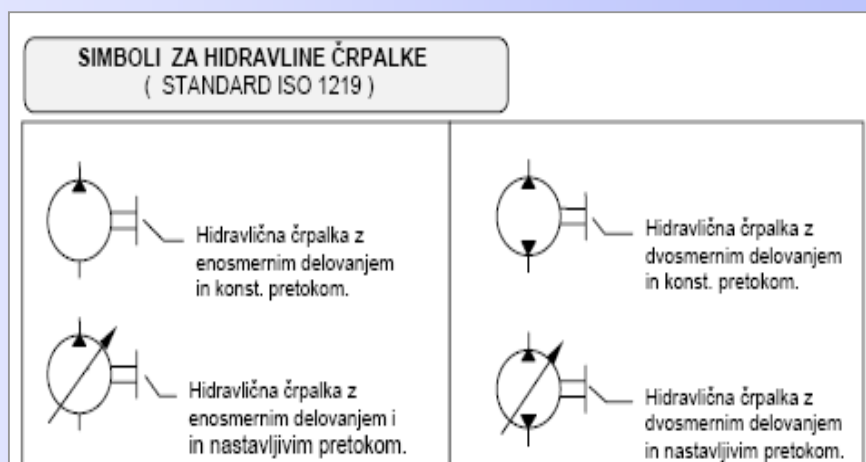
# Hidravlika

## ➤ Črpalke



# Hidravlika

## ➤ Črpalke; simboli



# Hidravlika

## ➤ Hidravlične izgube v črpalki

**V črpalkah nastopajo:**

- volumenske izgube
- mehanske izgube
- hidravlične izgube

# Hidravlika

## ➤ Hidravlične izgube v črpalki

- **Volumenske izgube** so posledica tesnilnih izgub, nepopolnega polnjenja delovnega prostora črpalke in razlike tlakov v črpalki. Te izgube upošteva koeficient volumenskega izkoristka ( $\eta_v$ ).
- **Mehanske izgube** so posledica izgube energije zaradi trenja gibljivih delov črpalke. Za premagovanje trenja se potroši del torzijskega momenta. Mehanske izgube upošteva koeficient mehanskega izkoristka črpalke ( $\eta_m$ ).
- **Hidravlične izgube** so v črpalki posledica vpliva trenja delcev delovne tekočine ob stene kanalov, med seboj in lokalnih uporov. Velikost teh izgub je za praktične preračune zajeta v velikosti mehanskih izgub.

Celotne izgube črpalke se določajo na preizkuševališču in jih proizvajalci navajajo v svojih tehničnih podatkih v obliki koeficientov izkoristkov.

**Povprečne vrednosti koeficientov izkoristkov so:**

- $\eta \approx 0,8 - 0,85$  ; - celotni;
- $\eta_v \approx 0,9 - 0,95$  ; - volumenski
- $\eta_m \approx 0,9 - 0,95$  ; - mehanski

$$\frac{p_{e1}}{p_{e2}} = \frac{A_2}{A_1}$$

# Hidravlika

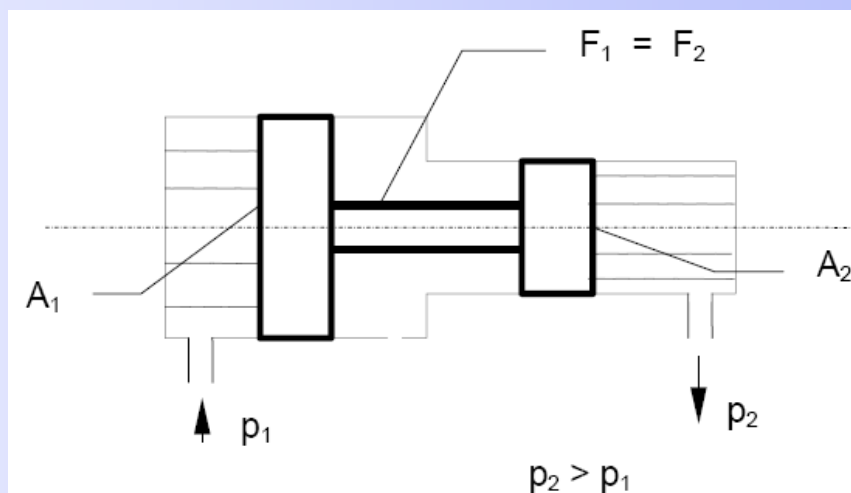
## ➤ Hidrostatika

- **Pretvornik tlaka (najenostavnejši tlačni pretvornik: dveh valjev in dveh batov)**

$$F_1 = F_2$$

$$p_{e1} \cdot A_1 = p_{e2} \cdot A_2$$

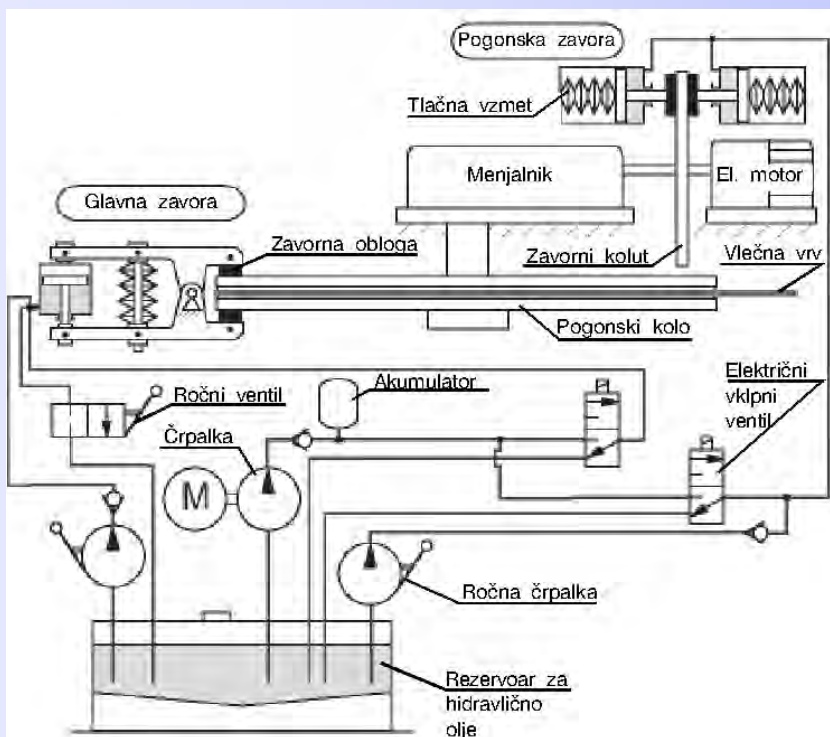
$$\frac{p_{e1}}{p_{e2}} = \frac{A_2}{A_1}$$



**Povečanje tlaka je odvisno od količnika površin batov pretvornika tlaka**

# Hidravlika

## ➤ Hidravlični zavorni mehanizem :



**Zasnovana zavore:** glede na celotno zavorno pot dosega naslednje povprečne vrednosti zaviranja:

- pojemek najmanj  $0,3 \text{ m/s}^2$  za sedežnice, ki so pritrjene na vrv s fiksnimi prižemkami;

- pojemek najmanj  $0,5 \text{ m/s}^2$  za ostale žičniške sisteme.

Pri normalnih pogojih zaviranja povprečni pojemek na celotni zavorni poti pri krožnih žičnicah ne sme presegati  $1,25 \text{ m/s}^2$ , pri nihalkah, pulzirajočih krožnih žičnicah in vzpenjačah pa  $2 \text{ m/s}^2$ .

# Hidravlika

## ➤ Hidravlični napenjalni mehanizem :





USPOSABLJANJE: STROJNIK VLEČNICE in ŽIČNICE

# Tehnika žičniških naprav – mehanski del

DR.-Ing. Iztok POTRČ

Ljubljana, september 2019



## Vsebina

**Vlečnice**

**Žičnice**

**Podsistemi in sklopi ŽN**



## Vlečnice

- **Vlečnica** je ŽNZPO, ki vleče osebe na smučeh ali drugi primerni opremi s pomočjo vlečne naprave po vlečni poti; pritrditev vlačila na vrv je lahko s fiksno ali vklopljivo prižemko.
- Vlečnice so primerne izključno za prevoz smučarjev.
  - Pri nizkih tehničnih stroških ponuja zelo visoko transportno zmogljivost oseb.
  - Za zanesljivo delovanje je potrebna proga brez bočnih nagibov.
  - Proga je lahko naravnega izvora ali delno umetno nasuta.
  - Vlečni pas je potrebno redno vzdrževati, kot tudi zadostne snežne razmere na celotni proggi.



## Vlečnice

**Vrv** ima pri vlečnici samo **vlečno funkcijo**;

-Vodenje vrvi se doseže z relativno enostavnimi sredstvi. Kjer je slaba infrastruktura, se lahko za pogon namesto elektromotorja uporablja tudi dizelski motor.

- S plavajočo podporo je obratovanje vlečnice možno tudi na ledeniku, vendar pri veliki debelini ledu ali kamnitih tleh ni dopustno postavljati temelje v tla.

## 1. Vlečnice z visoko vodeno vrvjo

Vlečnice z visoko vodeno vrvjo in fiksno prižemko so poznane pod pojmom **dvojna vleka** ali **vlečni krožnik**, kjer se smučarji transportirajo v parih oz. posamezno. Takšni tipi vlečnic so zelo razširjeni po celem svetu. Postaje in podpora so podobne sedežnicam s fiksnimi prižemkami, izvedba vlečnice pa je zelo enostavna.

Vlečnice z visoko vodeno vrvjo in odklopljivo prižemko, so predvsem zelo razširjene po celotnem francosko govorečem področju. Na postaji se obešalo z enostavno samozavorno prižemno napravo, ki je na vlečni vrvi odklopi in priklopi. Na koncu droga je krožnik, ki je primeren za prevoz samo ene osebe.

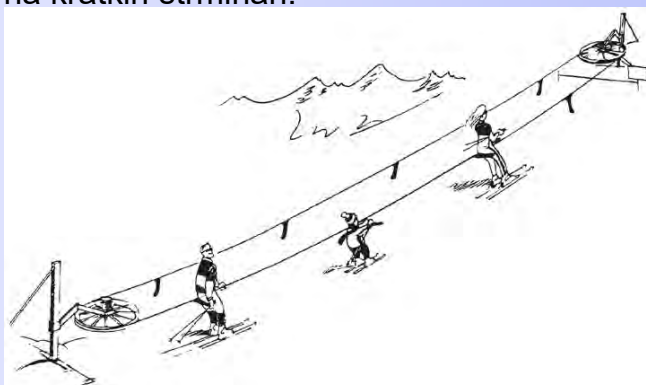


## 2. Vlečnice z nizko vodeno vrvjo

Vlečnice z nizko vodeno vrvjo (tudi začasno postavljene montažne vlečnice), so enostavne izvedbe. Pogonska postaja se sestoji samo iz enega pogonskega koluta z direktnim pogonom. Elastičnost vrvi pri tej kratki progi nadomesti napenjalno napravo. Okoli kolutov teče jeklena vrv ali vrv iz umetne mase.

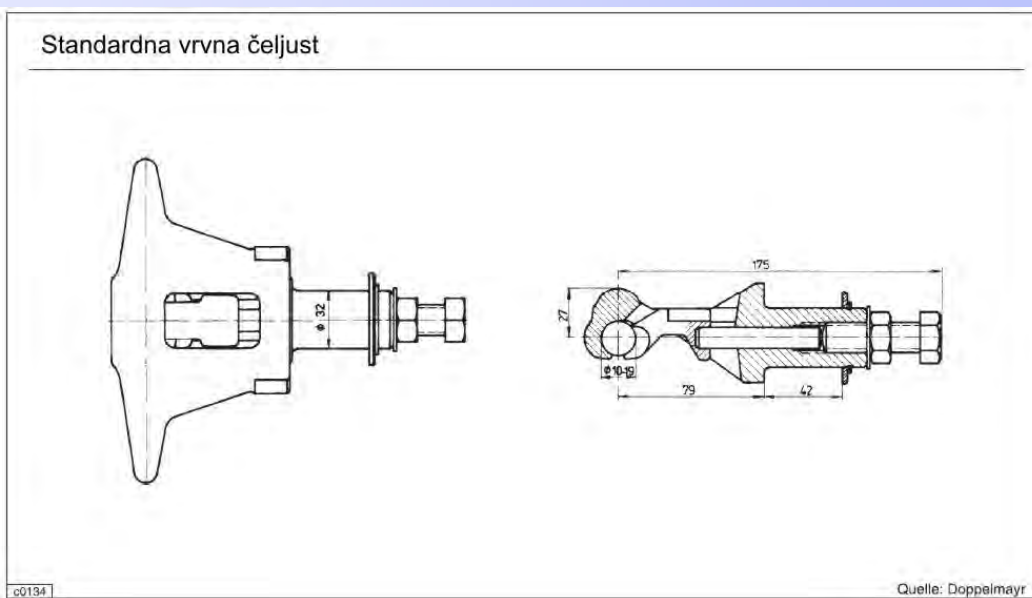
Potniki se lahko primejo za palice, pritrjene na fiksno vrv ali se pustijo potiskati. Zaradi upoštevanja višine vrvi pri različnih snežnih razmerah, morajo vlečno pot utrditi, da ta ostane trda. Oseba stoji na smučki in napenja vlečno vrv.

Vlečnica z nizko vodeno vrvjo se uporablja za šolanje začetnikov na poligonu ali na kratkih strminah.

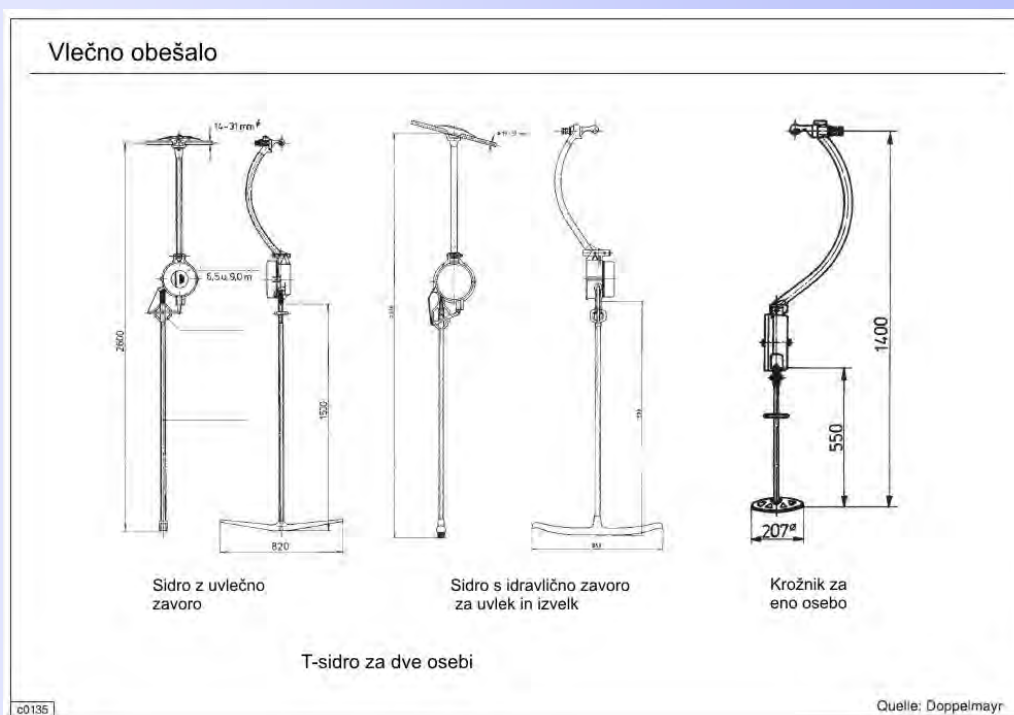




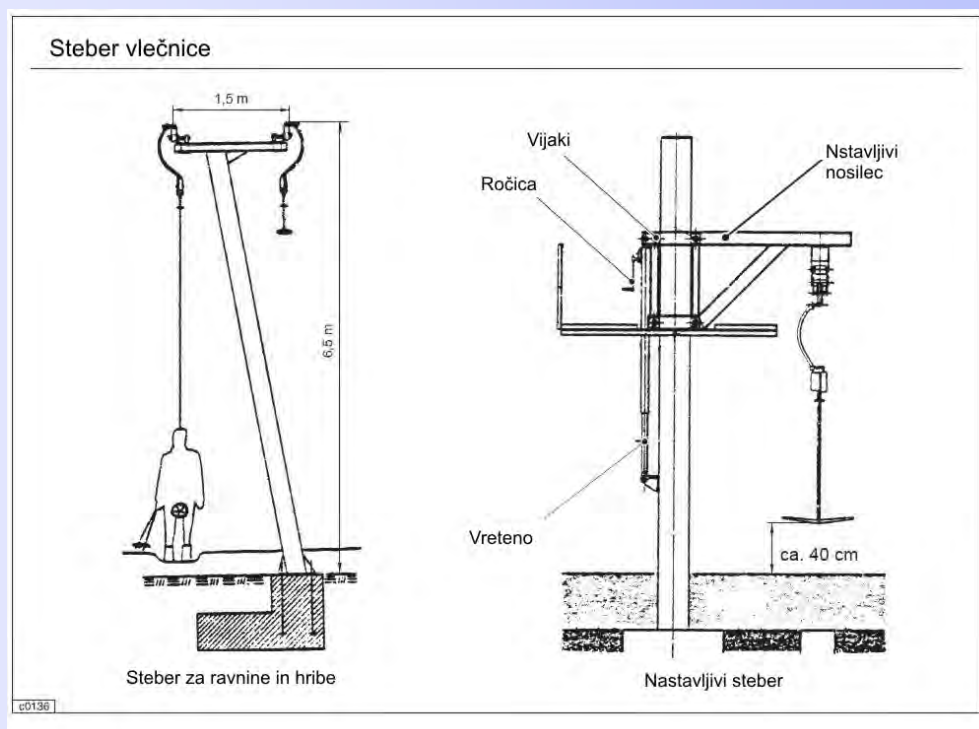
## Vrvi in vrvne zveze



## Vlečno obešalo



## Vlečno obešalo

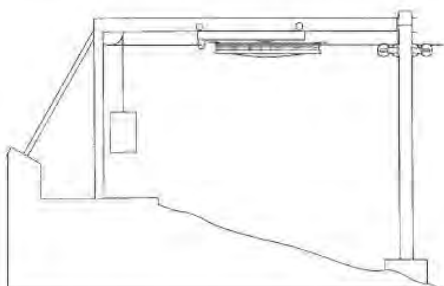


## Dvojni portalni steber

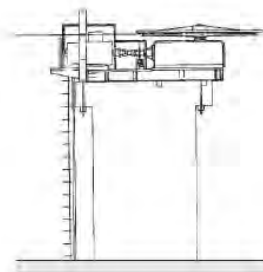


## Pogonsko – napenjalna postaja

### Pogonsko napenjalna postaja



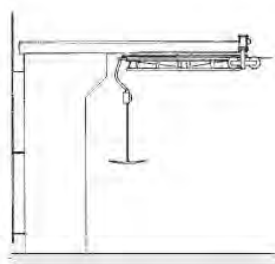
Obračalna postaja kot napenjalna postaja



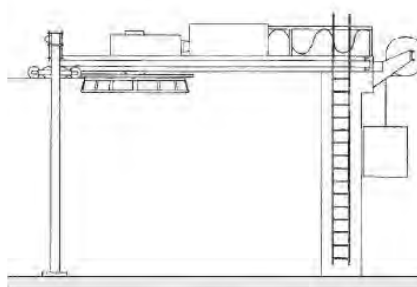
Pogon na betonskem podstavku

Quelle: Von Roll

## Pogonsko – napenjalna postaja



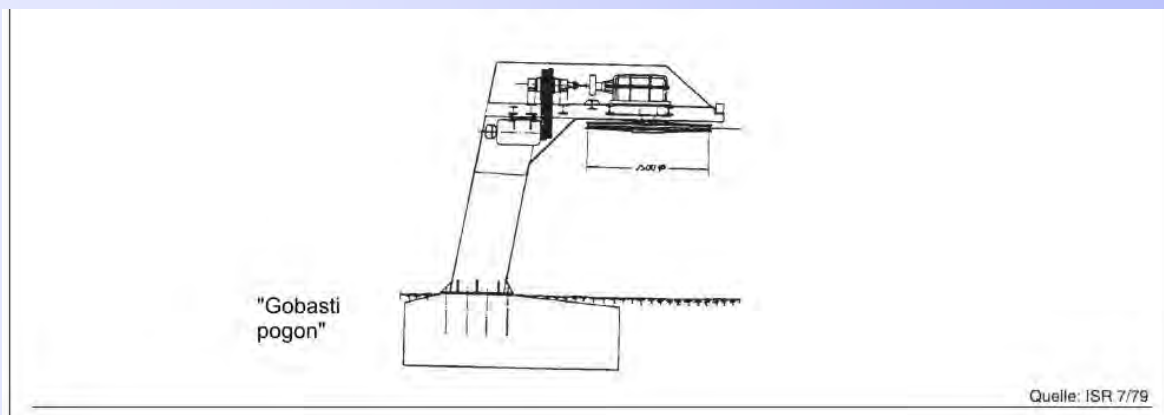
Obračalna postaja na betonskem podstavku



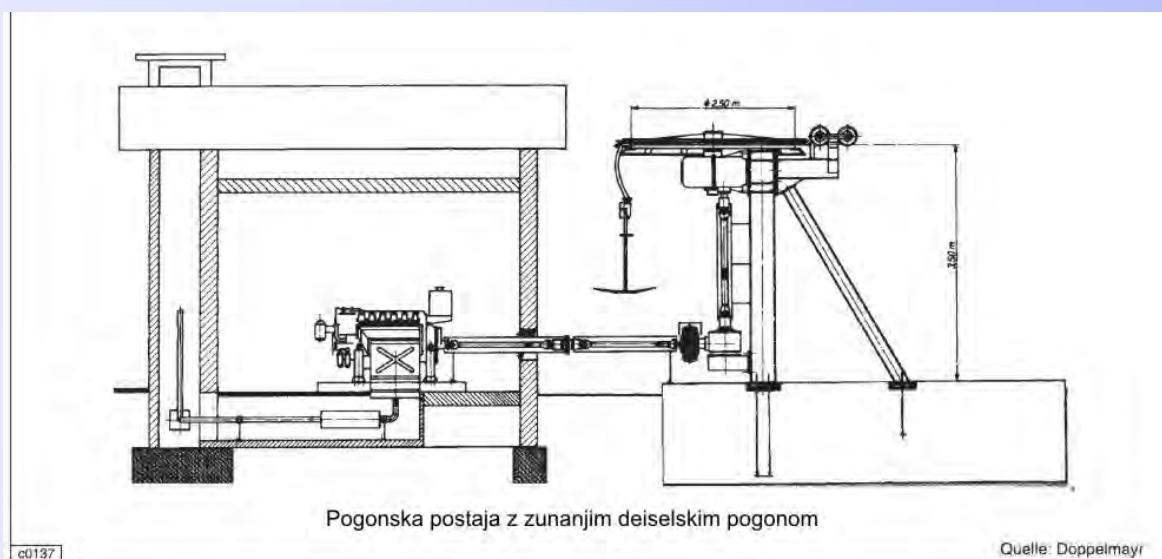
Kombinirana pogonsko-napenjalna postaja

Quelle: Von Roll

## Pogonsko – napenjalna postaja



## Pogonsko – napenjalna postaja



# Pogonski tek vrvi

**Poligonski tek vrvi**

Zgornja postaja

Spodnja postaja

Prižemka

Foto: Doppelmayr

c0138

# Pogonsko tek vrvi

**Vzporedni tek vrvi**

Zgornja postaja

Spodnja postaja

mogoči le mali odkloni vrvi

Obešalo za poševne lege

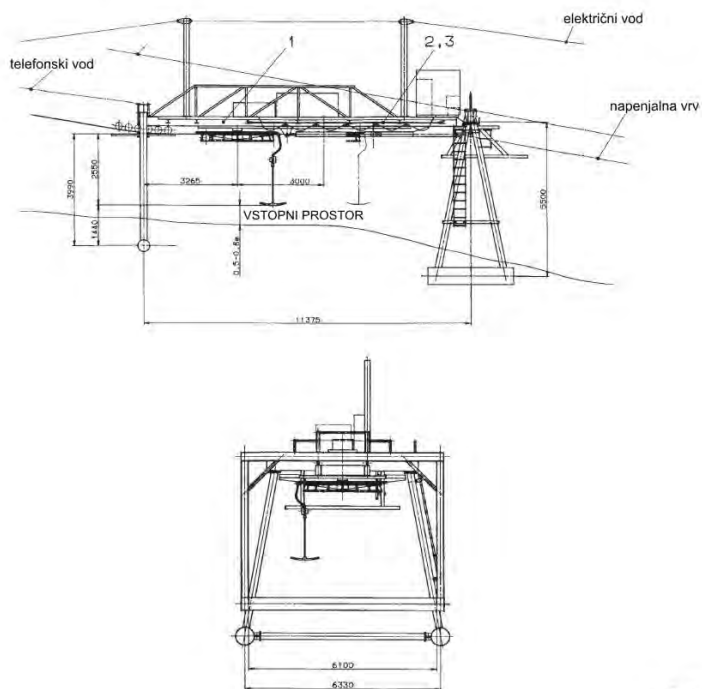
Quelle: ISR SBB 75

c0138

## Postaje na ledenikih

### Postaje na ledenikih

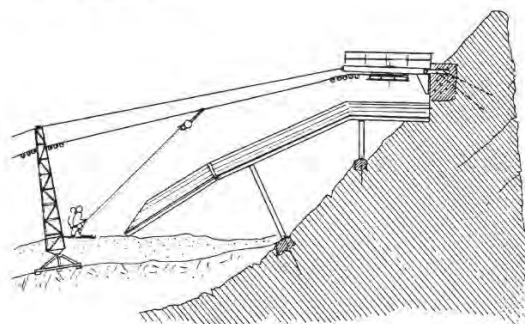
Plavajoča pogonsko-napajalna postaja



Quelle: Ven Rail

## Obračalna postaja - sidrana

V steno pritrjena obračalna postaja s sidrno drčjo

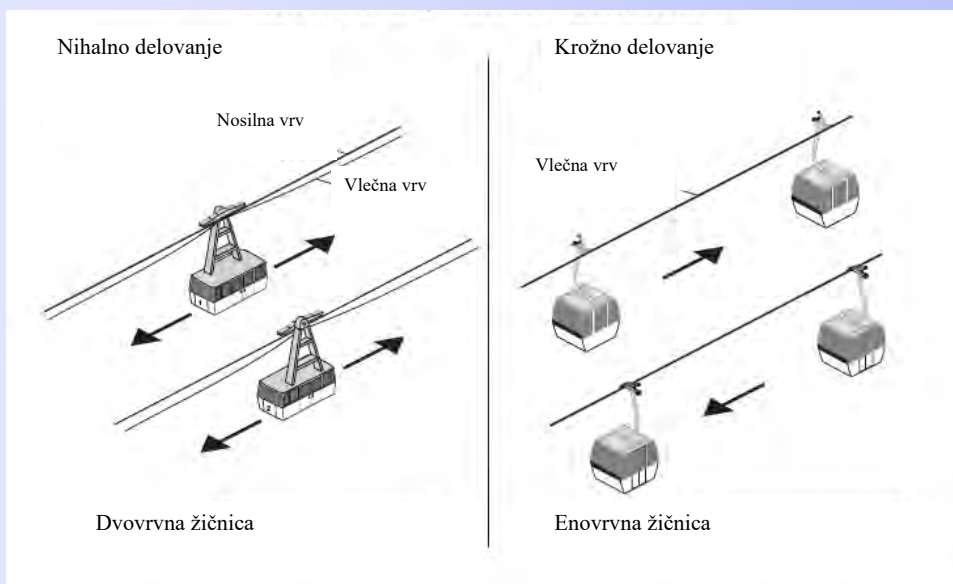


00142

Quelle: ISR 1/80 - 24

## Razvrstitveni kriteriji žičnic

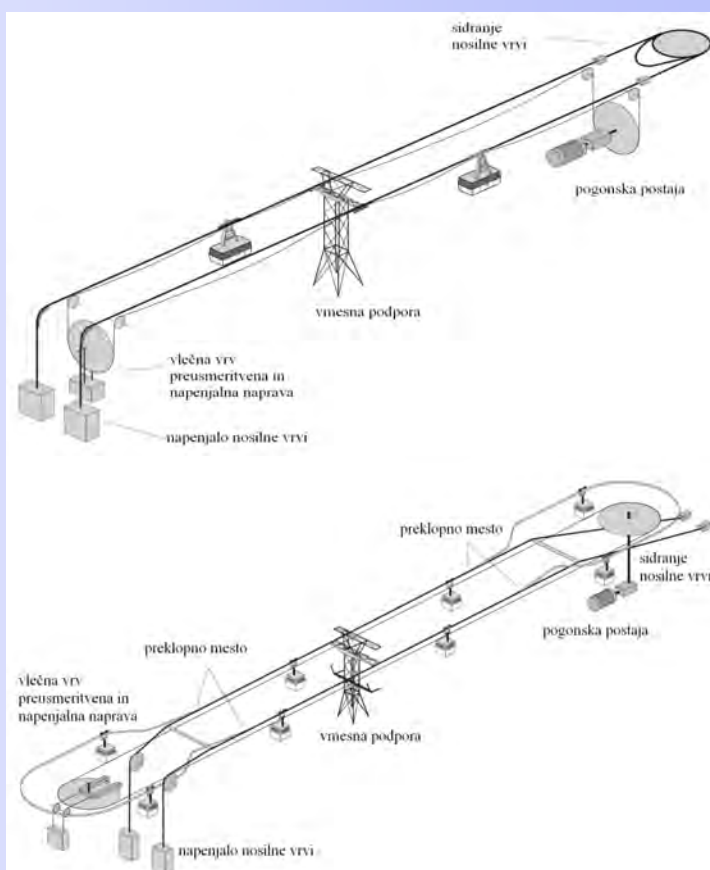
Razlikovanje po številu različnih funkcij vrvi in po načinu obratovanja



## Sistemi žičnic

- Nihalne

- Krožne



## Sistemi žičnic

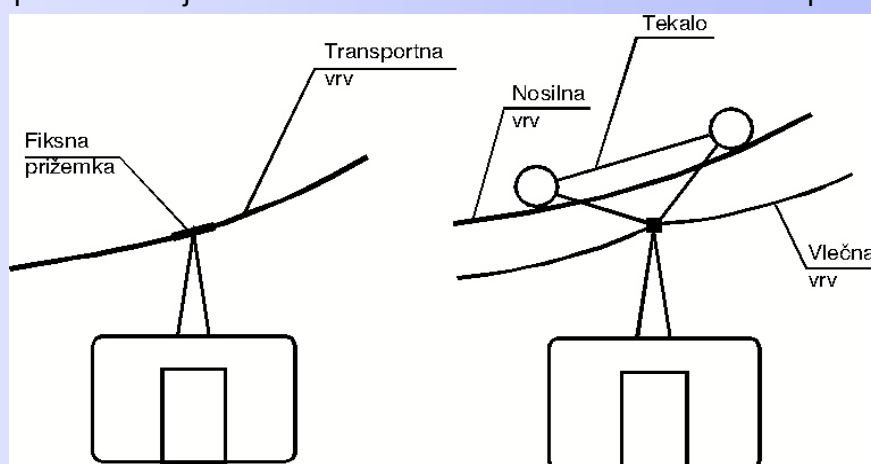


Glede na **smer gibanja vrvi** razdelimo žičniške naprave na:

- krožne žičniške naprave: smer gibanja transportne vrvi, na katero so fiksno ali odklopljivo pritrjena vozila, se ne spreminja med rednim obratovanjem;
- nihalne žičniške naprave: po opravljeni vožnji med začetno in končno postajo se smer vožnje spremeni.

Glede na **število vrvi** razdelimo žičniške naprave na:

- dvovrvne žičniške naprave: imajo ločeno nosilno in vlečno vrv. Po nosilni vrvi se s pomočjo tekalnega mehanizma giblje vozilo. Gibanje vozila pa povzroča vlečna vrv, ki je pritrjena na obešalo vozila
- enovrvne žičniške naprave: funkcije nosilne in vlečne vrvi so združene v eni transportni vrvi.



## Sistemi žičnic



➤ Žičnice razdelimo glede na **način delovanja**, kot tudi glede na število različnih **funkcij vrvi**.

➤ Pri nihalnih žičnicah vozijo **vozila nihaje med obema postajama**, ker je **smer gibanja vrvi**, ki služi kot vlečni organ **ravno nasprotna**, ko se vozila nahajajo na postajah. Na ta način ostanejo **vozila stalno na istem vozišču**. Vozila nihalnih žičnic nudijo prostor **tudi do 180 osebam**.

➤ Pri obhodnih tirih (**krožnih žičnicah**) vlečejo vozila neprekinjene ali intermitentne vrteče se (vrtljive) vrvi, tako da potekata vožnja navzgor po strmini, oziroma vožnja v dolino po različnih voziščih. Pri tem se morajo vozila na postajah prestaviti z enega vozišča na drugo.

➤ Nadalje jih lahko razlikujemo po **odklopljivih** in **fiksno vpetih** obhodnih tirih. Vozilo pri fiksno vpetih napravah ostane na postajah pritrjeno na vrv, pri odklopljivih napravah pa se le to odpne (loči) na postajah.



## Sistemi žičnic



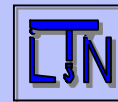
- Če se pri **nihalni žičnici** uporablja stoječa vrv kot nosilno sredstvo (**nosilna vrv**) in tekoča vrv kot vlečno sredstvo (**vlečna vrv**), govorimo o **dvovrvi žičnici**. Dvovrvne žičnice lahko imajo do štiri nosilne in tri vlečne vrvi.
- Pri **enovrvi žičnici** prevzame **nosilno** in **vlečno funkcijo** samo **ena vrv** in sicer **vlečna vrv**. Posebna konstrukcija enovrve žičnice je tako imenovana **dvojno enovrva žičnica**, pri kateri se uporabljata za vsako vozišče dve paralelni, vzporedno potekajoči vlečni vrvi.
- Obstajajo tudi mešane oblike omenjenih razpoznavnih znakov, npr. enovrve nihalne žičnice ali dvovrve krožne žičnice. Če postavimo skupaj v skupino vozil več vozil ob vrv v kratkih razmakih, govorimo o tako imenovanih skupinskih žičnicah, te pa imajo različne izvedbe in načine delovanja.

## Sistemi žičnic



- **Najbolj enostavna** izvedba **enovrve krožne žičnice** je **vlečnica**, ki vleče na sidru smučarja ali dva navzgor po strmini. Prva naprava te vrste v Davosu (Švica) datira iz leta **1933**.
- Če so **namesto sidra** na vlečno vrv fiksno pripeti sedeži, nekoč tudi stoječe košarice, govorimo o **fiksno pripeti krožni žičnici**. Odločilna pomanjkljivost te vrste žičnice je ta, da morajo goste vstopiti oz. sestopiti s sedeža pri **hitrosti vrvi**. Tovrstne naprave so zato močno omejene v njihovi transportni hitrosti (~2,5 m/s). Leta 1935 je začela v Sun Valleyu (Idaho, USA) obratovati prva fiksno pripeta sedežnica.
- Pri **odklopljivih** enovrvih krožnih žičnicah so **sedeži ali kabine** pripeti z **ločljivimi vrvnimi prižemkami** na vlečno vrv, na postajah pa se ločijo (odpnejo) od vrvi in transportirajo skozi postaje **z nizko hitrostjo**. Tako lahko potniki na postajah udobno vstopijo oz. sestopijo pri počasni obtočni hitrosti, naprava pa lahko ima znatno višjo transportno hitrost (do 6 m/s).

## Sistemi žičnic



➤ Prva **odklopljiva sedežnica** (dvojni sedež) izvira iz **leta 1945** (Flims, Švica). Sedaj pa nudijo sedeži pri enovrvi krožni žičnici prostor do 8 osebam. Kabine pri enovrvi krožni žičnici lahko zajamejo maksimalno 16 (pri vlečni vrvi) oz. 32 (pri dveh vlečnih vrveh) oseb.



Odklopljiva enovrva krožna žičnica

## Sistemi žičnic



➤ Žičnica je **žičniška naprava**, pri kateri vozilo nosi **ena ali več vrvi**. Pojem žičnice je neodvisen od načina premikanja vrvi, funkcije vrvi, načina priključevanja vozil na vrv ter vrste vozil.

➤ Žičnice potrebujejo **majhno tehnično infrastrukturo** in jih je relativno enostavno zgraditi, ker ni potrebno v celoti narediti proge na tleh. Pot po napeti vrvi je v glavnem neodvisna od terena. V nasprotju z napravami, ki so vezane na tla, žičnica nima nobenega prekrivanja z drugimi prometnimi sredstvi, zato je potrebno zagotoviti **visoko varnost obratovanja**.

➤ Po funkciji vrvi se žičnice delijo na **enovrve** in **dvovrve žičnice**. Za povečevanje transportnih zmogljivosti proge se premer uporabne vrvi zviša. Največji **dopusten upogibni radij**, kot tudi vse večja lastna teža, to omejujeta. Pri gradnji težjih prog pride do uporabe dveh ali več vrvi z enakimi funkcijami. Obe vrsti žičniške konstrukcije se glede na število transportnih oz. nosilnih in vlečnih vrvi spet razčlenijo v **čiste enovrve** in **dvojne enovrve oz. čiste dvovrve** in več vrve žičnice. Tako eno kot tudi dvovrve žičnice se lahko uporabljajo v stalnem, presihajočem krožnem ali nihalnem obratovanju. **Vijugasta proga** se postavlja **izjemoma za dvovrve nihalne žičnice**.

## Sistemi žičnic



### ➤ Nihajne žičnice

- Nihajna žičnica je žičnica, pri kateri vozila vozijo med postajami na nihajni način. Nihalne žičnice so navadno opremljene z dvema zaprtima voziloma ali dvema skupinama vozil, ki so trajno pritrjene na vlečno oz. transportno vrv.

- Nihalna žičnica je "klasična" žičnica. Pri tej vrsti vozita dve vozili po lastnem vozišču (progi), nosilna vrv je na zgornji postaji fiksno pritrjena in je speljana nad nosilnim podpornikom k spodnji postaji, tam pa jo napenjalna vzmet ohranja napeto s pomočjo napenjalne uteži.

- Tekalni mehanizem (pogonski del) in vlečna vrv sta skupaj povezana, ter speljana nad pogonskim strojem. Nasproti vsake postaje je vrv za uravnoteženje, nad njo se vrti z utežjo obremenjen preusmeritveni kolot. Vlečna vrv in tekalni (pogonskim) mehanizem tvorita eno brezkončno zanko.

- Dve vozili se vozita vsaka na ločenem vozišču, vendar na izmenični način med postajama sem in tja. Težo sile prvega vozila, ki potuje v dolino lahko uporabi drugo vozilo, ki se pelje proti hribu. **Pogonski stroj** potem mora dodati samo **razliko sile**, ki nastane **zaradi trenja**.

Razen te vrste se pogosto uporabljajo tudi konstrukcije žičnice s samo enim voziščem in samo enim vozilom. Takšne proge so označene kot zavite proge.

## Sistemi žičnic



➤ **Enovrvne nihajne žičnice** se načeloma uporabljajo za podobna področja kot presihajoče krožne žičnice. Takšen sistem se uporablja izključno za umirjen transport oseb.



## Sistemi žičnic



➤ **Dvojne enovrvne žičnice** so primerne predvsem za kratke dolžine prog z veliko vrvno višino in za velike transportne zmogljivosti. Najboljša je izvedba z samo enim parom naprave.



## Sistemi žičnic



### ➤ Dvovrvne nihajne žičnice

- Sem spadajo vse žičnice z dvema nihajno vozečima voziloma oz. skupine, kot tudi dve funkcionalno ločeni vrvi ali vrvne skupine.

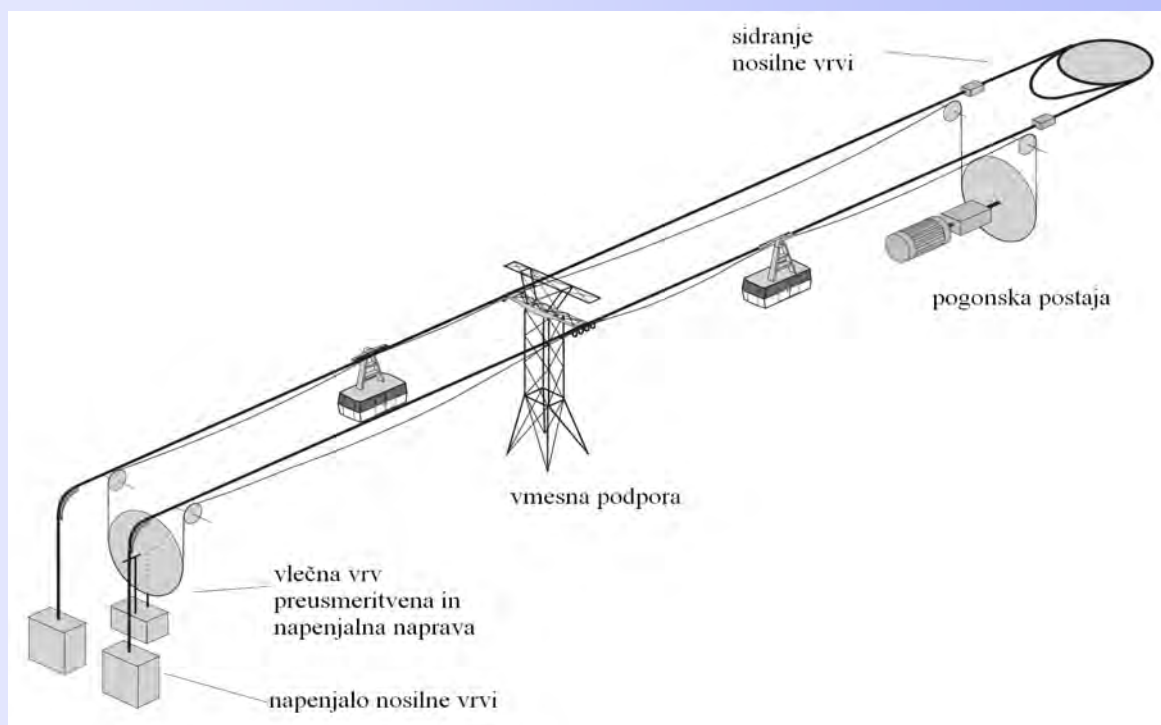
- Glede na naklon vozišča in transportne zmogljivosti pridejo v uporabo različne vrvne kombinacije z eno do štirih nosilnih vrvi kot tudi ena do tri vlečnih vrvi.

- Tudi pri vozilih vozeče "velike kabine" klasične nihajne žičnice za ca. 20 oseb, izpodrivajo široke velike izvedbe (dvonadstropne) kabine za do 180 oseb.

- Praviloma je sestavljena iz zgornje nosilne vrvi in spodnje vlečno vrvne zanke, konci na vozilu so pritrjeni na tekalnem mehanizmu. Tako nastanejo sklenjene (zaprte) vlečno vrvne zanke, ki s spremembo smeri vitja pogona pomikajo vozila od zgornje postaje k spodnji in drugo vozilo istočasno v obratni smeri.

- Pri premostitvi globoko zarezane doline, soteske in skalnate stene so potrebni sistemi, ki imajo širok podporni razmik in veliko višino vrvi. Nihalni sistem, ima lahko dobre reševalne možnosti z lastno reševalno progo, kar v sili tudi uporabljamo. Velika zmogljivost vozil in za viseče žičnice maksimalna hitrost vožnje, omogoča pri tem občutne transportne zmogljivosti.

### ➤ Dvovrвне nihajne žičnice



### ➤ Krožne žičnice

Krožna žičnica je žičnica, pri kateri se vozila premikajo vedno v isti smeri. Pritrditev vozil na vrv je lahko izvedena s fiksno ali vklopljivo prižemko.

#### - Enovrвне krožne žičnice

##### (i) Krožna žičnica s stalnim tekom

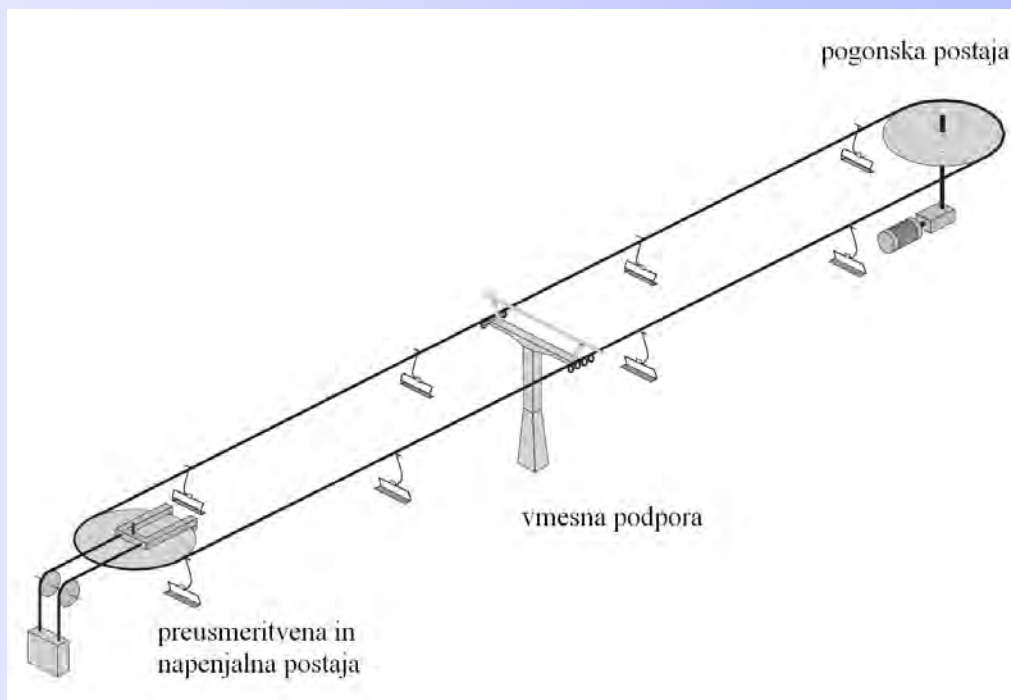
Relativno majhni pripravnostni in obratovalni stroški v kombinaciji z zelo visokimi transportnimi zmogljivostmi doseže enovrвна krožna žičnica najboljše razmerje cena-učinek med visečimi žičniškimi tipi. Iz temeljne varnosti se omeji višina, obrabe vrvi in tudi uporaba na ekstremnih terenih.

Po večini razširjene enovrвне krožne žičnice, vozila s fiksno pripetimi vozili, so zaradi majhnega števila gibajočih delov, ki so tudi robustni in imajo majhen vpliv na motnje, potrebujejo samo enostavne postajne zgradbe. Zaradi konstantne hitrosti kroženja vrvi, transportno zmogljivost omejujeta vstopni in izstopni postopek.

## Sistemi žičnic



### ➤ Enovrvna krožna žičnica s stalnim tekom



## Sistemi žičnic



### ➤ Odklopljiva žičnica

#### ***Vožnja skozi postajo pri odklopljivi enovrvni krožni žičnici:***

Pri vstopu v postajo se vrva prižemka skupaj z vozilom prenese s pomočjo lovilne naprave v horizontalni položaj. Na spojnem mestu se vrva sponka odpre skozi spojno tračnico, tako da se lahko vozilo loči od vlečne vrvi. Podaljševalna naprava, pri modernih napravah ponavadi opremljena s podaljšanimi gumami (pnevmatikami) upočasni na postajah odklopljeno vozilo na obtočno hitrost  $\sim 0,3$  m/s pri kabinah in  $\sim 1$  m/s pri sedežih. S pomočjo obtočnega transporterja, v izvedbi pnevmatičnega transporterja ali verižnega transporterja, vozilo po tirnici pelje (kolesa se nahajajo na sponki) skozi postajo, pri čemer poteka v tem času vstop oz. izstop potnikov. Pred ponovnim priklopom na vlečno vrv doseže vozilo s pomočjo pospeševalne naprave spet hitrost vrvi. Veliko število nadzornih in varnostnih naprav kontrolira pravilen potek vožnje skozi postajo.

## Sistemi žičnic



### ➤ Odklopljiva žičnica

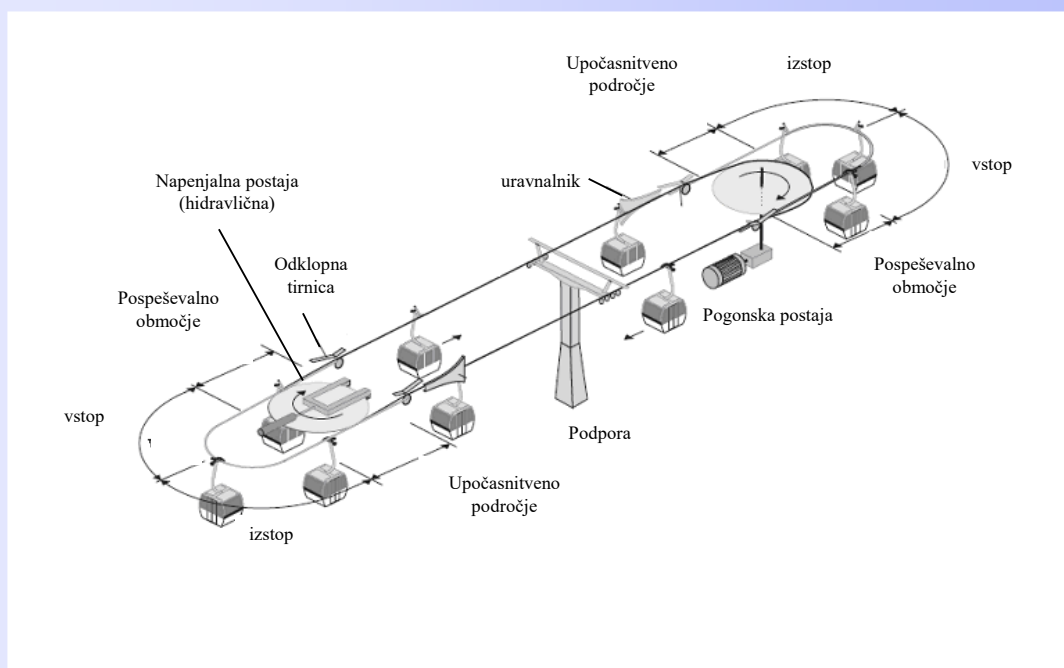
#### ***Vožnja skozi postajo pri odklopljivi enovrvi krožni žičnici:***

Pri vstopu v postajo se vrвна prižemka skupaj z vozilom prenese s pomočjo lovilne naprave v horizontalni položaj. Na spojnem mestu se vrвна sponka odpre skozi spojno tračnico, tako da se lahko vozilo loči od vlečne vrvi. Podaljševalna naprava, pri modernih napravah ponavadi opremljena s podaljšanimi gumami (pnevmatikami) upočasni na postajah odklopljeno vozilo na obtočno hitrost  $\sim 0,3$  m/s pri kabinah in  $\sim 1$  m/s pri sedežih. S pomočjo obtočnega transporterja, v izvedbi pnevmatičnega transporterja ali verižnega transporterja, vozilo po tirnici pelje (kolesa se nahajajo na sponki) skozi postajo, pri čemer poteka v tem času vstop oz. izstop potnikov. Pred ponovnim priklopom na vlečno vrvo doseže vozilo s pomočjo pospeševalne naprave spet hitrost vrvi. Veliko število nadzornih in varnostnih naprav kontrolira pravilen potek vožnje skozi postajo.

## Sistemi žičnic



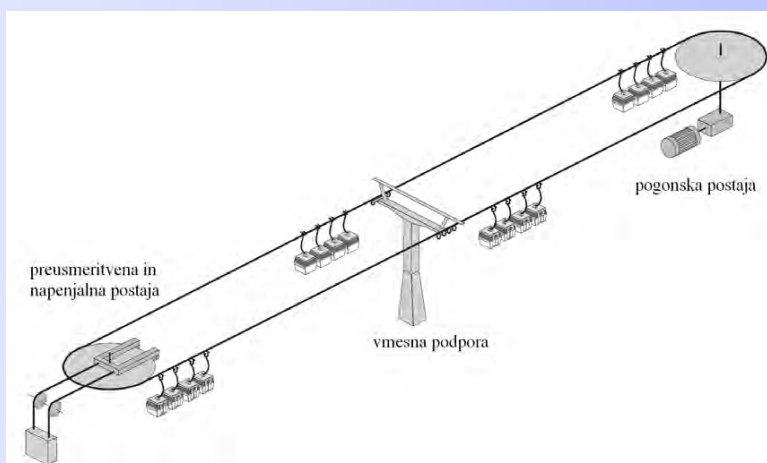
### ➤ Odklopljiva enovrva krožna žičnica



## Sistemi žičnic

### ➤ Presihajoča krožna žičnica

Pri krožnih žičnicah s presihajočim obratovanjem so praviloma dve ali štiri vozili v skupini z občasno več vozili po deset do petnajst oseb v enaki oddaljenosti na transportni vrvi fiksno pripetih. Dva transportna vrvna koluta nasproti skupini vozil, doseže vedno istočasno spodnjo oz. zgornjo postajo. Pri prihodu vozila na postajo, se transportna vrv ustavi. Medtem lahko potniki udobno vstopijo in izstopijo. Kadar so na eni progi štiri skupine vozil, se drugi dve skupini ustavita na sredini proge, kjer stoji vmesna podpora. Pri nadaljevanju vožnje to vmesno oporo dosežeta tudi drugi dve sledeči skupini vozil.



## Sistemi žičnic

### ➤ Presihajoča krožna žičnica

- kabine so fiksno pritrjene na transportno vrv (vozila imajo fiksne prižemke)
- več vozil v skupini s kapaciteto 12 do 15 oseb po kabini

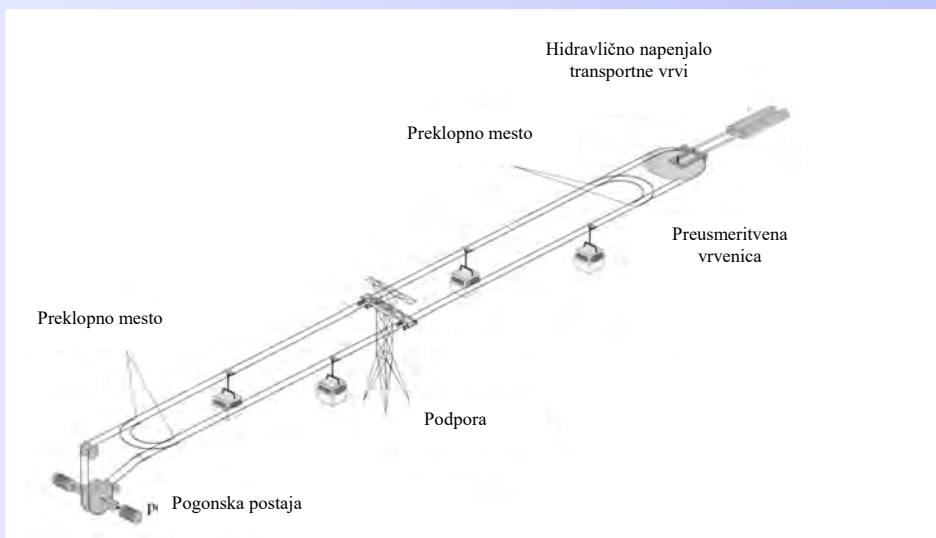




## Sistemi žičnic

### ➤ Dvojne – enovrvne krožne žičnice Krožna žičnica s stalnim tokom

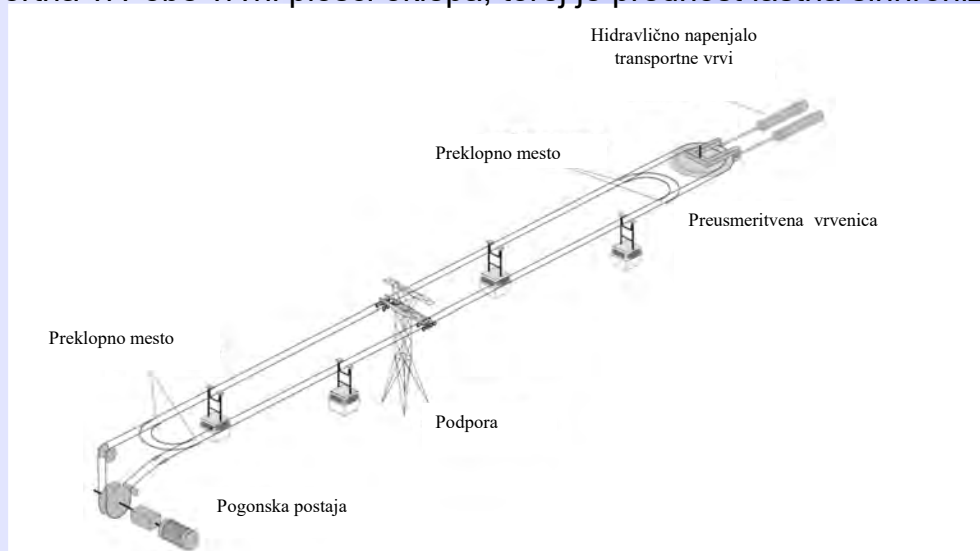
- Dve transportni vrvi dvojno enovrvne žičnice sta vzporedno speljani in imata glede na izvedbo razdaljo od enega do treh metrov. Vozila so z dvema prižemkama povezana z vrvjo. Da se prepreči zasuk vozil, morata obe vrvi teči enako hitro.
- Pri francoskem sistemu, imenuje se dvojna eno-žična DMC, zanesljivost elektronske sinhronizacije spada zraven za usklajen pogon dveh ločenih transportnih vrvi. Ta kompenzira morebitno neenakomerno prekrivanje žlebov na pogonskem kolutu.



## Sistemi žičnic

### ➤ Dvojne – enovrvne krožne žičnice **Dvojna enovrvna krožna žičnica - DLM**

Pozneje se je razvil podoben avstrijski sistem, dvojna enovrvna žična zanka, ki se imenuje DLM. V dvojni zanki, ki ležita nad progo, se uporablja samo ena zanka za vlečni transport. Samo en motor žene eno dvojno zanko nad dvema fiksno skupaj povezanimi vravnima kolutoma. Enakomerni tek se pri tem sistemu zagotavlja tako, da transportna vrv obe vrvni plošči oklepa, torej je prednost lastna sinhronizacija.



## Sistemi žičnic

- Dvojne – enovrve krožne žičnice

Kasneje se je razvil nov sistem, sestavljen iz teh dveh sistemov.

V eni dvojni zanki leži transportna vrv, ki se premika z dvema sinhroniziranima pogonoma.

Dvojne enovrve krožne žičnice so dosegle sposobnost visečih žičnic. Proga z vozili, kjer je prostora za trideset oseb, doseže transportno zmogljivost do 3600 oseb/h.



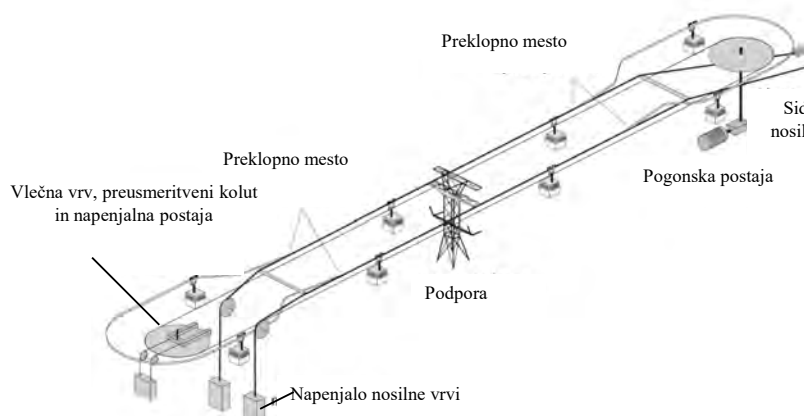
## Sistemi žičnic

- Dvovrve krožne žičnice

- Pri dvovravnih žičnicah poteka nosilna vrv nad vlečno vrvjo. Pri enaki zmogljivosti je dvovrva žičnica dražja kot enovrva. Boljše razmerje cena in učinek je dosežen pri **veliki talni razdalji** ali omejeni **porazdelitvi napetosti**.

- Od leta 1991 izdeluje Švicarsko žičničarsko podjetje krožni žičniški sistem z dvema nosilnima in eno vlečno vrvjo, to je tako imenovana **3-V žičnica** ("trivrvna žičnica"). S kombinacijo velike dopustne višine vrvi (dvo vrvna žičnica) z veliko transportno zmogljivostjo (kabine za trideset oseb), združen z visoko vetrno stabilnostjo (dve nosilni vrvi) so 3-V žičnice primerne posebno za uporabo v velikih, visoko ležečih alpskih smučarskih področjih.

Krožna dvovrva žičnica-odklopljiva



## Dvovrvna krožna žičnica



Dvovrvna krožna žičnica z eno nosilno vrvjo

*Verjetno kasneje*

## Pogonske postaje: STROJNIKI ŽIČNIC

### Pogonska postaja sedežnice

- Sedežnica je vrsta žičnice, pri kateri se osebe prevažajo (transportirajo) v vozilih, katere nosi in premika vlečna vrv. Vozila se vozijo v isti vozni smeri.
- Pri sedežnicah se ponavadi uporabljajo pogonske postaje oz. pogonsko napenjalne postaje ali fiksne pogonske postaje. Pri težjih napravah smo ponavadi prisiljeni imeti na zgornji postaji fiksno pogonsko postajo, s katero dosežemo zahtevano vleko (trenje).



*Verjetno kasneje*

## Pogonske postaje: STROJNIKI ŽIČNIC

### Pogonska postaja sedežnice

Vsaka pogonska postaja se sestoji načeloma iz naslednjih delov:

- temeljev,
- nosilne strukture,
- glavnega pogona,
- pomožnega pogona,
- zasilnega pogona,
- sklopke ali jermenice,
- zavore,
- menjalnika,
- vrvnega koluta.



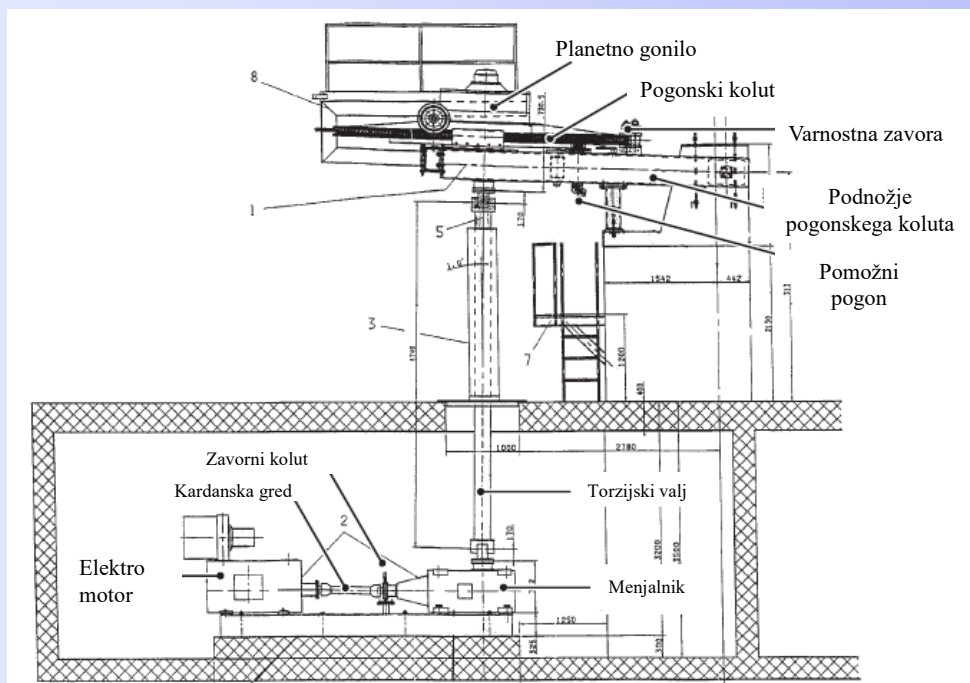
*Verjetno kasneje*

## Pogonske postaje: STROJNIKI ŽIČNIC

### Pogonska postaja sedežnice

- Nosilna struktura pogonske postaje, je postavljena v temelje ali privijačena in ima odvisno od konstrukcije različne oblike. Ta struktura ima nalogo, da prenaša moči, ki prihajajo iz pogonske postaje.
- V stranskih prostorih so še električna naprava in nadzorna postaja. Da bi imeli čim manj hrupa v prostoru za potnike, je včasih vstavljena v zemljo.
- Vrvni kolot poganja dolgi valj (torzijski valj), ki je pritrjen na nosilno strukturo.

## Pogonska postaja sedežnice



## Pogonska postaja sedežnice

Pogon je celota motorja z ustrezno energijsko preskrbo, s prenašalnimi sklopi, krmiljenjem, varnostnimi napravami kot tudi z zavorami, ki so zahtevane za predvideno obratovanje naprave.

Sedežnica ima skoraj vedno najmanj dva neodvisna pogona, glavni pogon in zasilni pogon. Pogosto je predviden tudi pomožni pogon, s katerim se lahko izvede pravo obratovanje s polovično hitrostjo.

Glavni pogon je pogon, ki zagotavlja normalno delovanje (obratovanje).

Pomožni pogon (nadomestni pogon; rezervni pogon) je pogon, kateri omogoča obratovanje namesto glavnega pogona. Ima zmanjšano vlečno zmogljivost, vsekakor pa enako varnost, kot pri normalnem obratovanju.

Zasilni pogon je pogon, kateri služi za povrnitev (vračanje) vozil na postaje pri izpadu preostalih pogonov.

Verjetno kasneje

## Pogonska postaja sedežnice

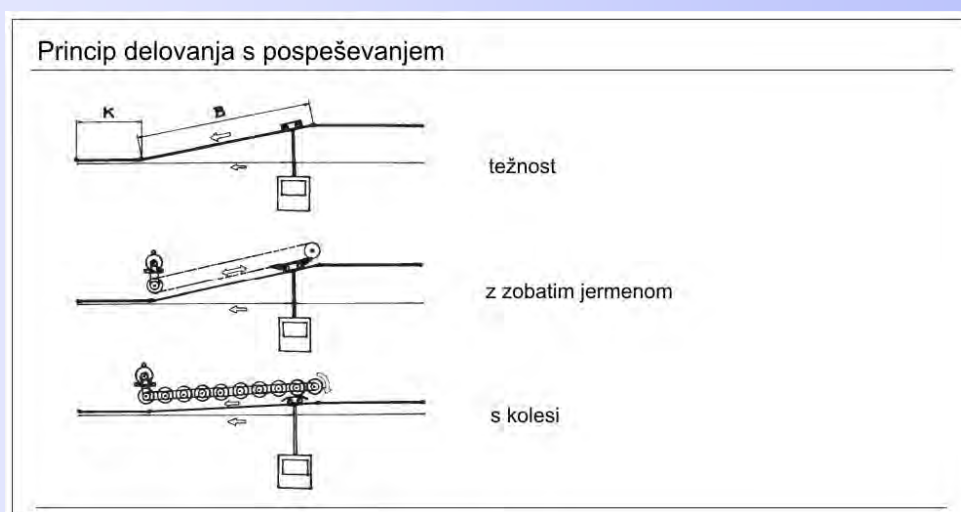
Za različne pogone uporabljamo naslednje motorje:

- glavni pogon: enosmerni motor,
- pomožni motor: enosmerni motor, trifazni motor,
- zasilni pogon: trifazni motor, motor z notranjim izgorevanjem s hidravliko.

Pogonski motorji, ki jih uporabljajo sedežnice so naslednji:

- elektromotor,
- enosmerni motor,
- trifazni motor:
  - drsnimi obroči,
  - kratkostična kletka,
- motorji z notranjim zgorevanjem:
  - dizelski motor.

## Vrvi in vrvne zveze



## Vrvi in vrvne zveze



## Viseča proga s sojemalno verigo

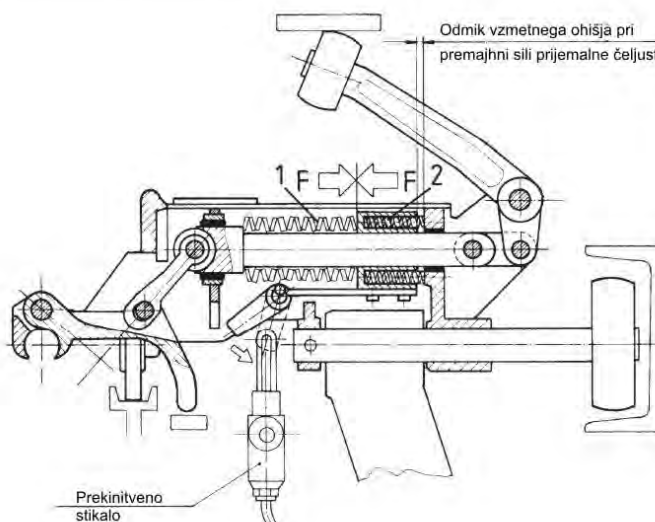


## Parkirna postaja



## Vrvi in vrvne zveze

Permanentni kontrolnik prijemale sile





## Podporni stebri

Razdelitev podpornih stebrov	
Funkcija:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nosilni steber</li> <li>• Tlačni steber</li> <li>• Obremenitveno-menjalni steber</li> </ul>
Stebri način gradnje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cevni-okrogli podporniki</li> <li>• Pločevinasti škatlasti podporniki/štirivogalni</li> <li>• Palična konstrukcija</li> <li>• Betonski podporniki</li> <li>• Posebne oblike</li> </ul>
Izvedba:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enosteberni podporniki</li> <li>• Večsteberni podporniki</li> <li>• Portalni podporniki</li> <li>• Posebna izvedba</li> </ul>

c0145



c0148

Palična konstrukcija

## Podporni stebri



c0146

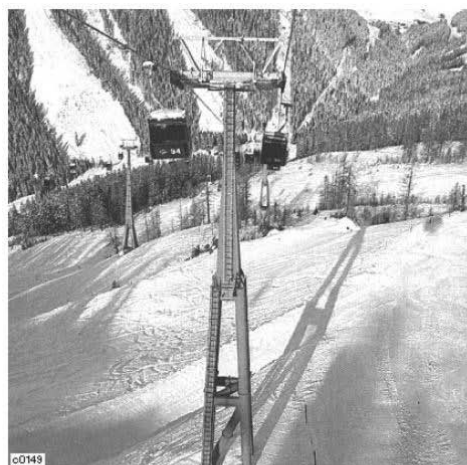
Cevni - okrogli podporniki



c0147

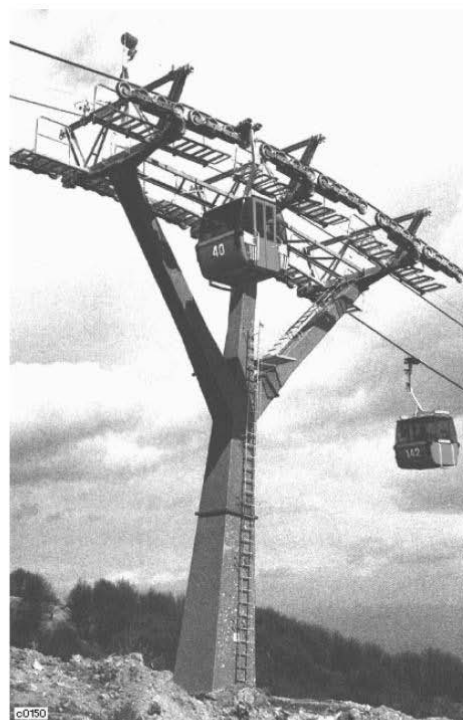
Pločevinasti škatlasti podporniki

## Podporni stebri



c0149

Kombinirani škatlasto'okrogli steber



c0150

Škatlasti steber s trojnim zgornjim delom

## Podporni stebri



c0151

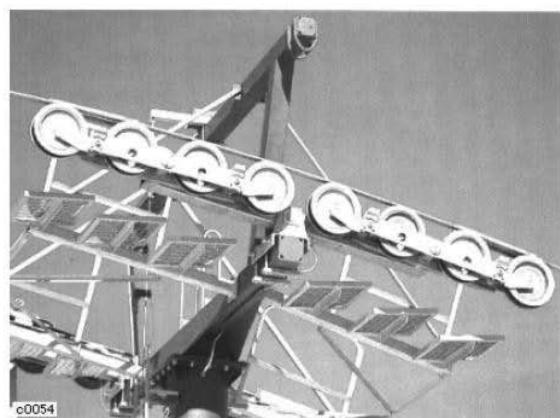
Trojni betonski steber



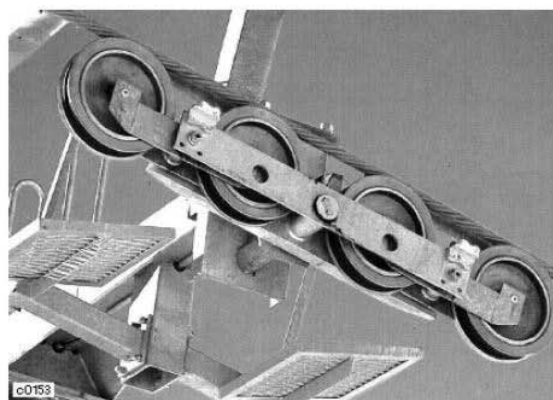
c0152

Dvojni škatlasti steber v Y izvedbi

## Sistemi podpornih koles

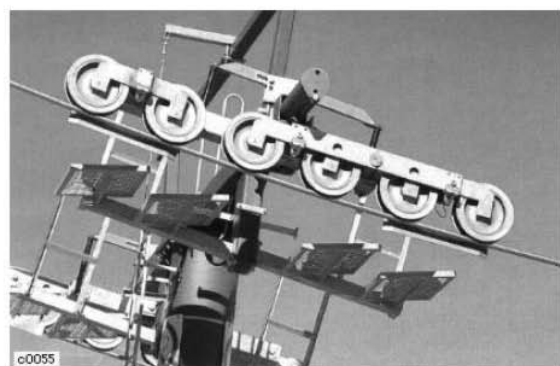


Sklop osmih podpornih koles

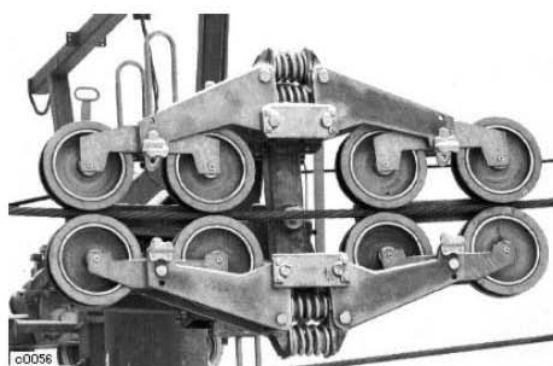


Sklop štirih podpornih koles

## Sistemi podpornih koles

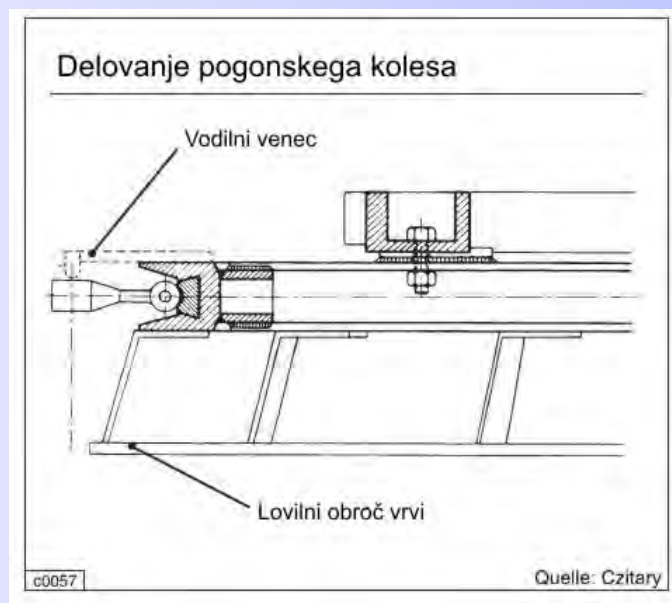


Sklop šestih napenjalnih koles

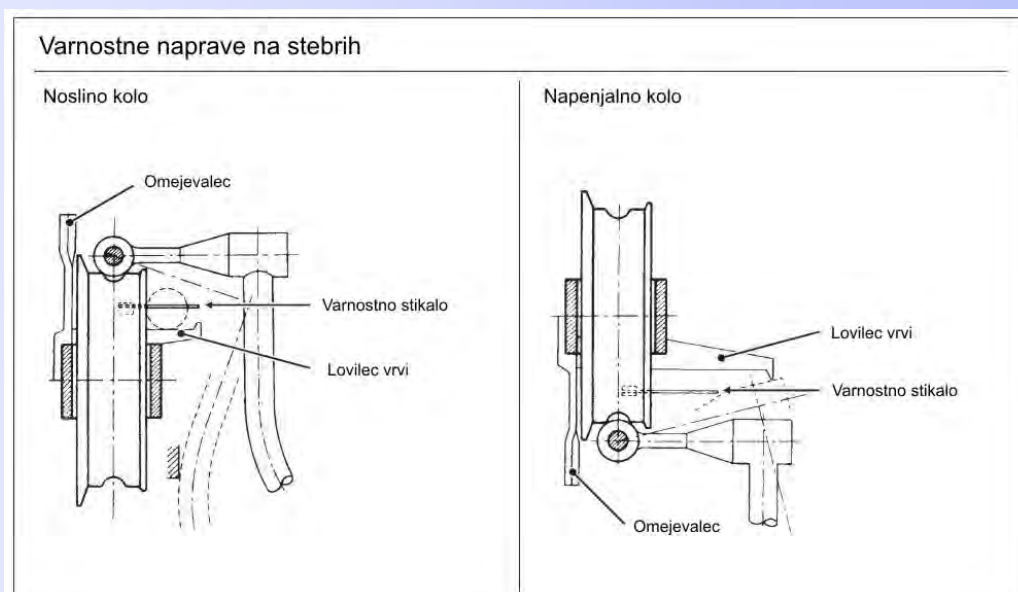


Sklop napenjalno-podpornih koles

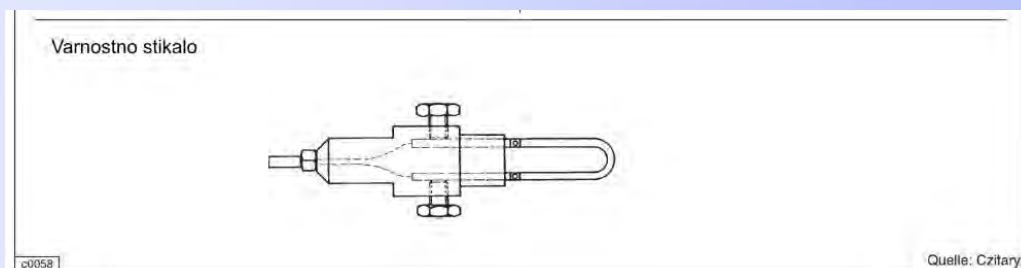
## Pogonsko kolo



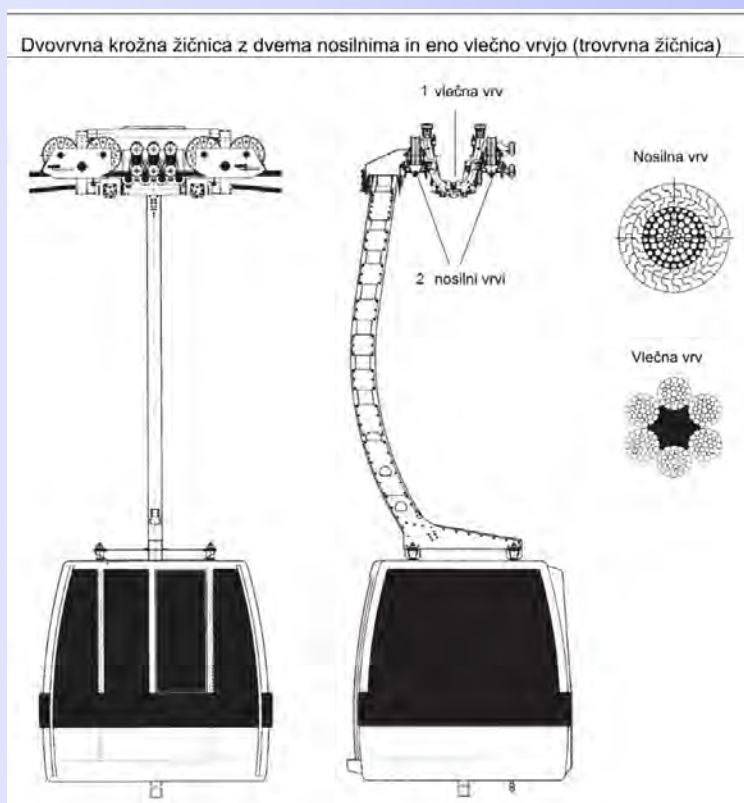
## Varnostne naprave na stebrih



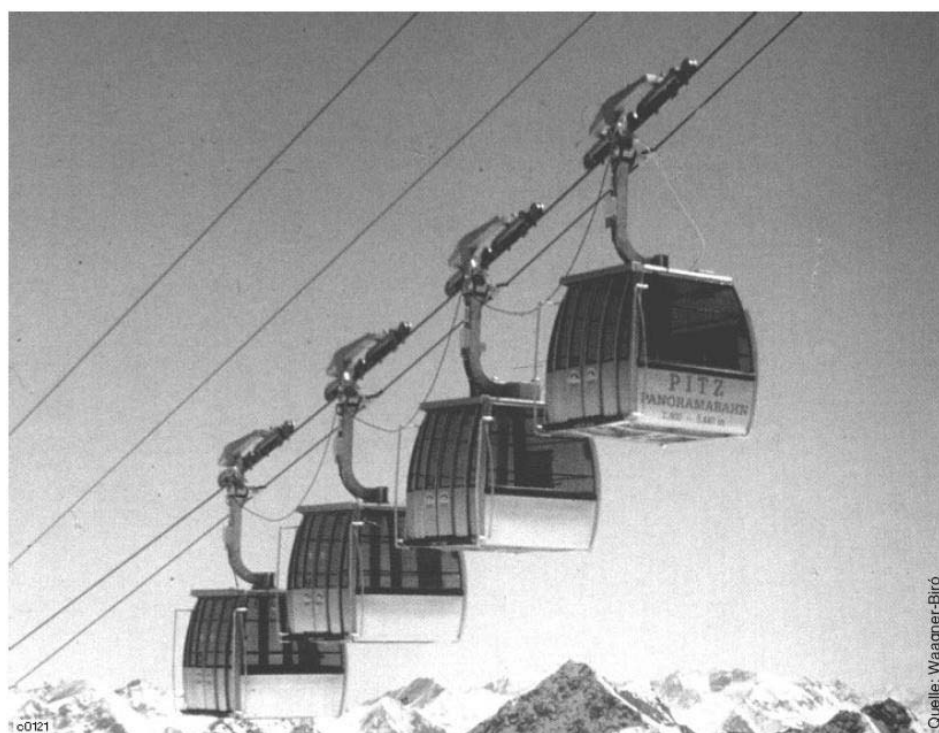
## Varnostno stikalo



## Dvovrvna krožna žičnica



## Gondole na dvovrvi krožni žičnici



Skupina štirih gondol na dvovrvi krožni žičnici

## Dvovrvna nihajna žičnica



Dvovrvna nihajna žičnica s kabino za 100 oseb

## Sestavni elementi vozila

Vozila so sestavljena iz

- prižemke,
- droga za obešanje in
- klopi ali sedeža.

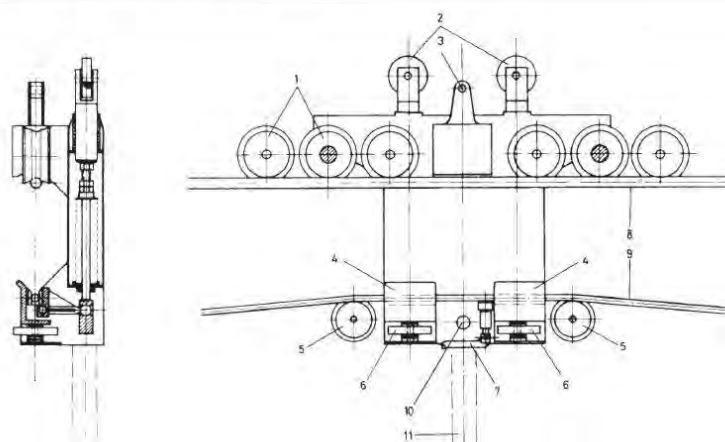
Standarda **EN 13796-1** in **EN 13796-3** zajemata vozila za prevoz oseb z žičniškimi napravami.



Vozilo (štiri-sedežnica)

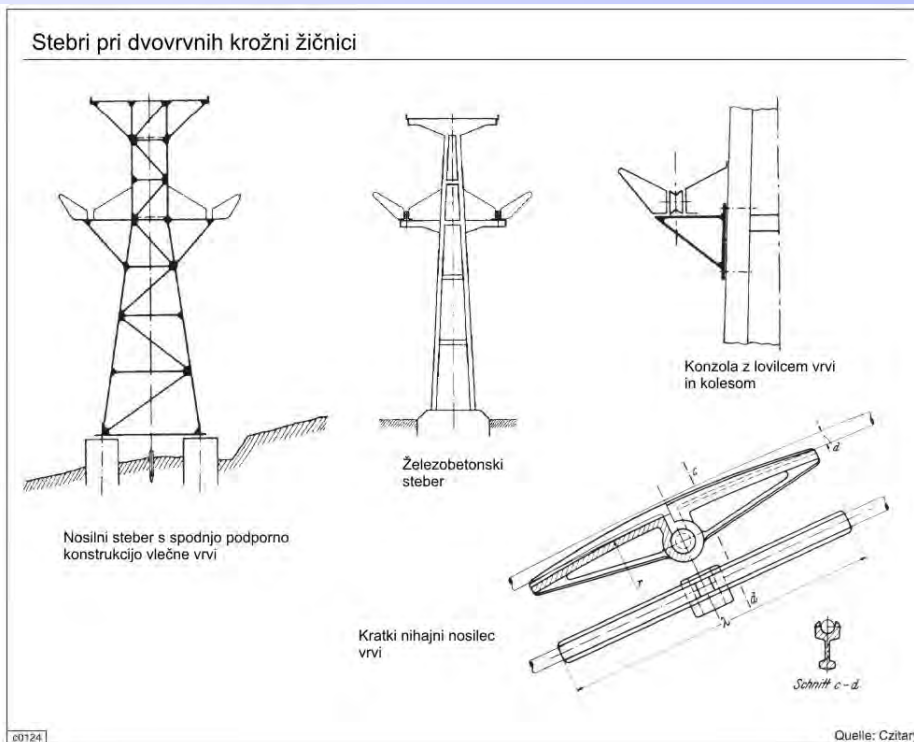
## Tekalni mehanizem dvovrve krožne žičnice

Tekalni mehanizem na dvovrvi krožni žičnici

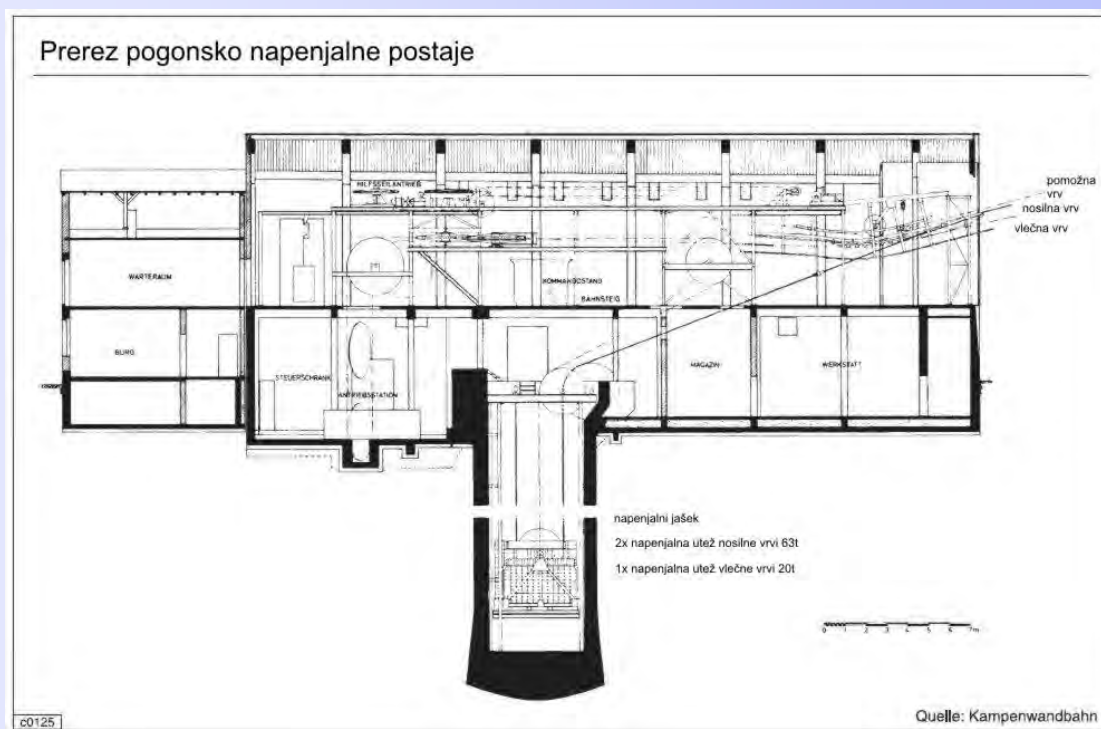


- |   |  |
|---|--|
| 1 Šest-kolesni tekalni mehanizem            | 7 Kontrolni vzvod                        |
| 2 Kolesa tlačne sklopke-vzmetnega mehanizma | 8 Nosilna vrv v postajni tekalni tirnici |
| 3 Sojemalni čep                             | 9 Vlečna vrv                             |
| 4 Pritisna čeljust                          | 10 Sornik obešala                        |
| 5 Vodilno kolo vlečne vrvi                  | 11 Roka obešala                          |
| 6 Podporno kolo                             |  |

# Stebri pri dvovrvi krožni žičnici

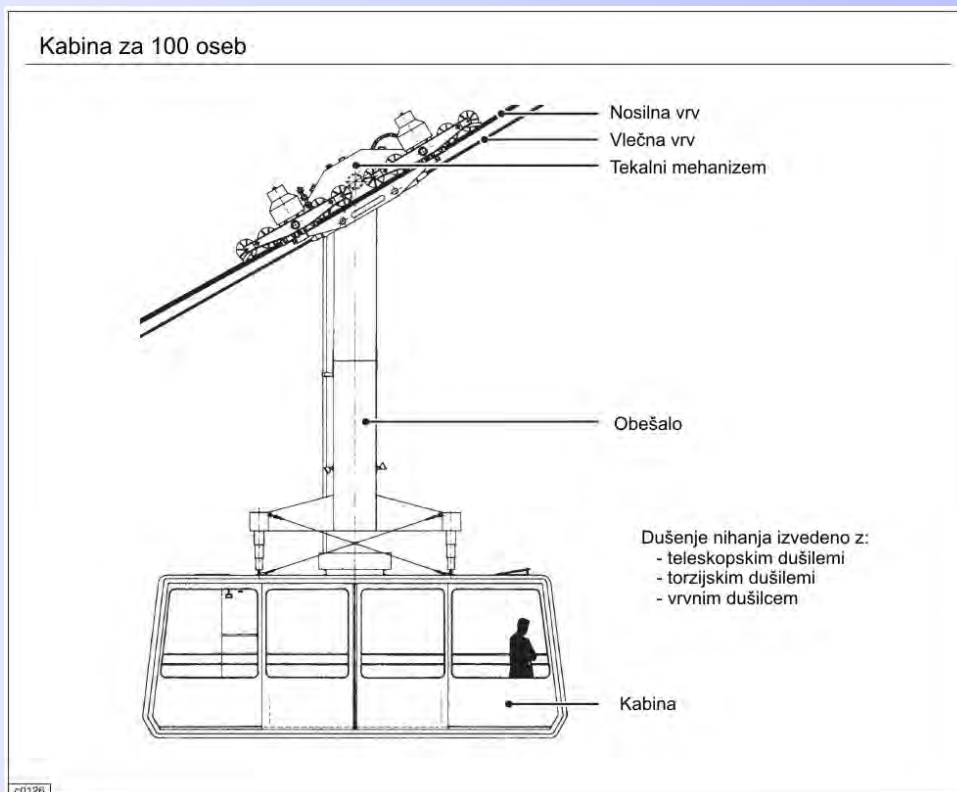


# Pogonsko – napenjalna postaja





# Kabina



# Izvedbe obešal



Palična izvedba obešala



Odprta škatlasta izvedba obešala

## Izvedbe obešal



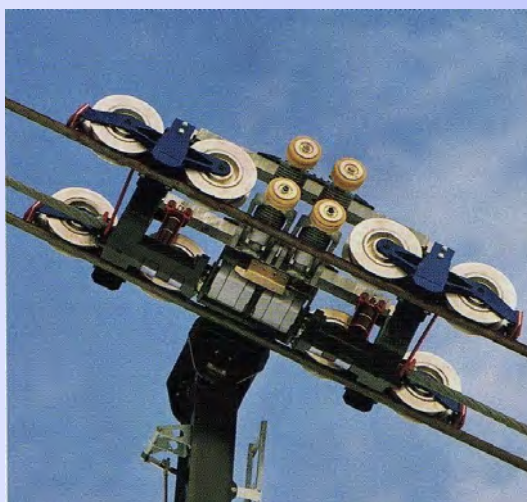
Zaprta škatlasta izvedba obešala



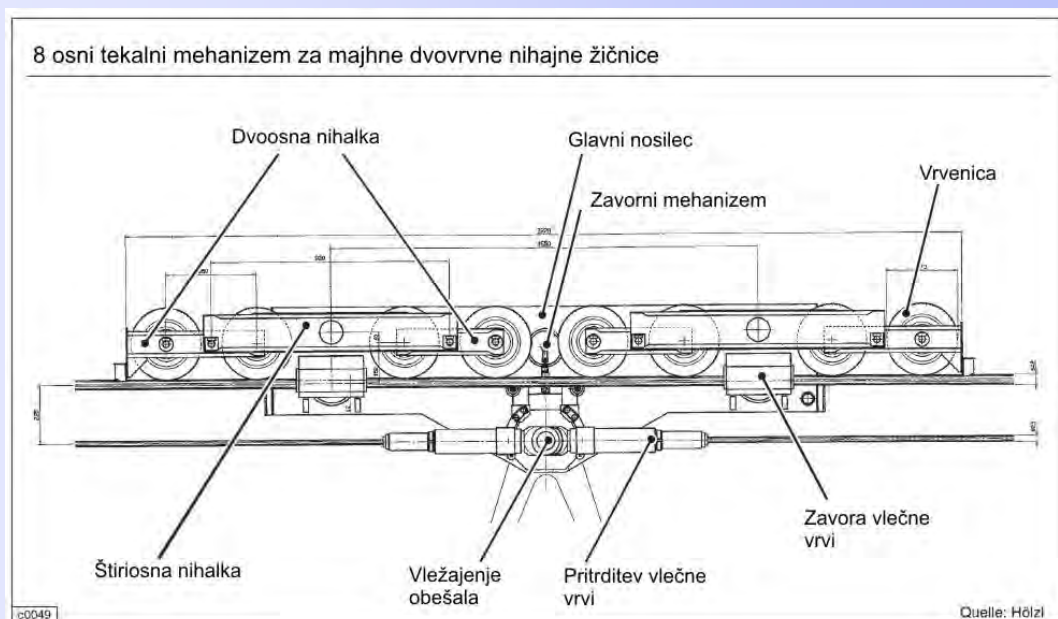
Izvedba za žičnico brez podpornih stebrov

## Valjčne baterije – sestav vodilnih vrtnih kolutov

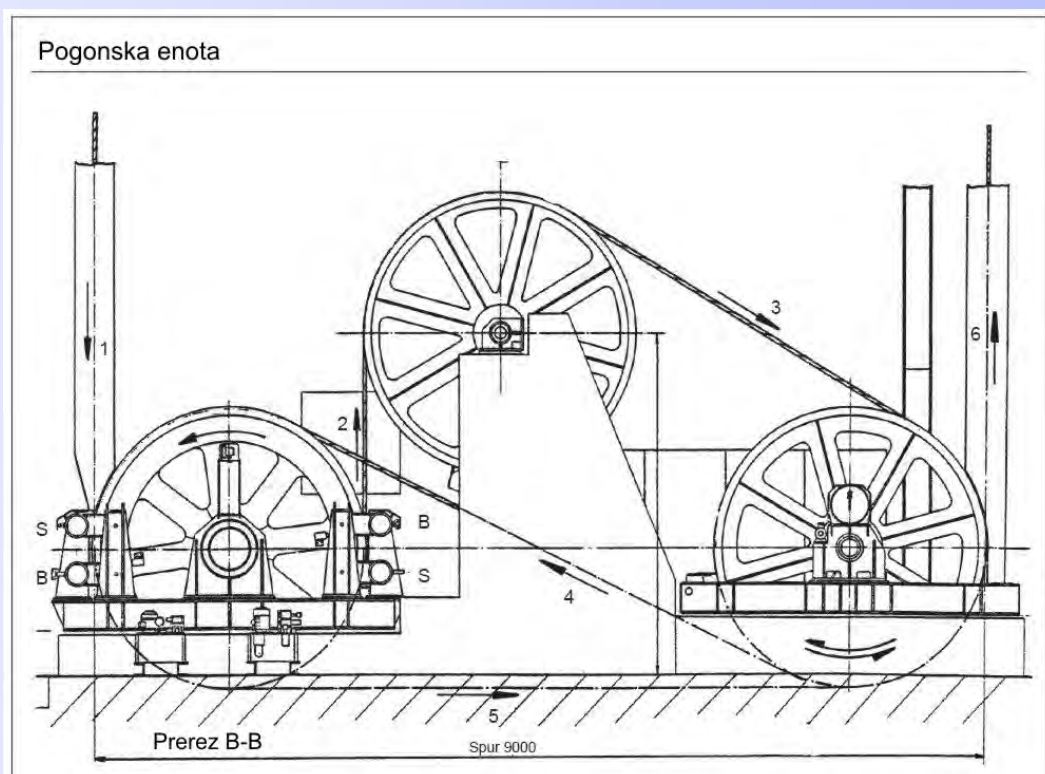
- Valjčne baterije so sestavljene iz telesa pesta, stranskih pasnic, gumijastega vložnega obroča in stranskih ležajev. V uporabi so prвите valjčne baterije kot tudi baterije brez vijakov.



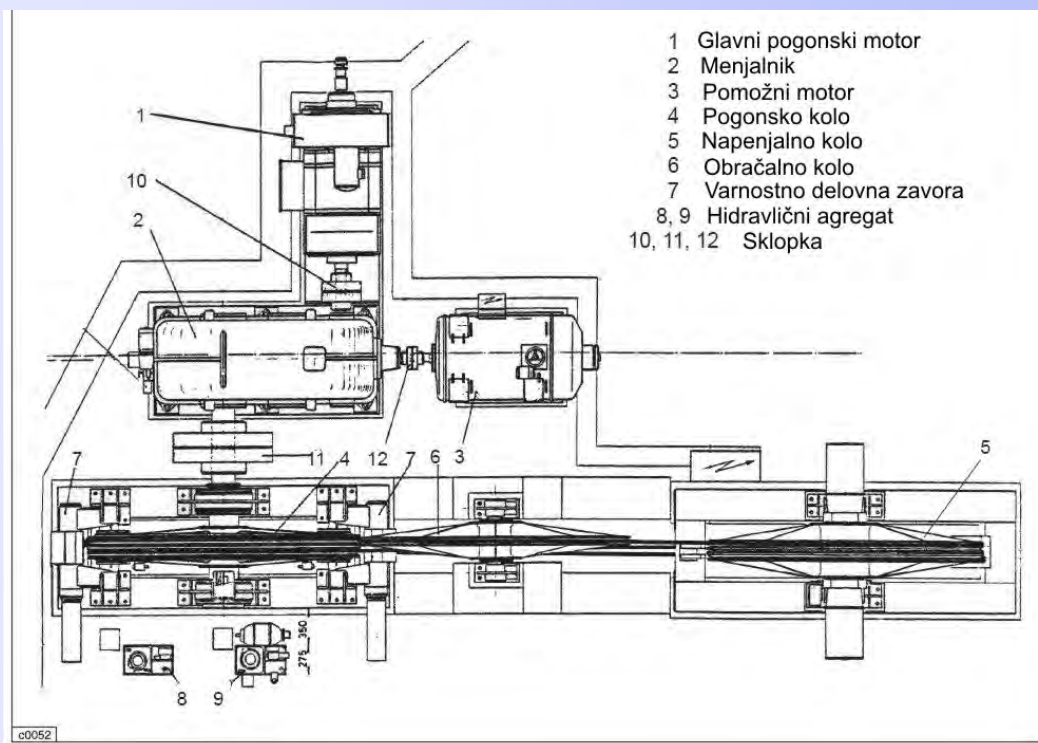
## Dvovrvna nihajna žičnica



## Pogonska enota



## Pogonska enota



## Pogoni

Pogon nihalne žičnice z delovnimi in varnostnimi zavorami (bobnaste zavore)





## Podsistemi in sklopi žičniških naprav

Žičniške naprave za prevoz oseb (ŽNPO) so glede na obratovalno tehnične in vzdrževalno tehnične zahteve sestavljene iz naslednjih podsistemov:

1. vrvi in vrvne zveze;
2. pogoni in zavore;
3. strojna oprema:
  - napenjalne naprave,
  - pogonska postaja,
  - oprema proge;
4. vozila:
  - kabine, sedeži ali vlečne naprave,
  - nosilni sklopi,
  - pogonske naprave,
  - prižemke.
5. elektrotehnične naprave
6. reševalna oprema:



## Vrvi in vrvne zveze

Glede na namen ločimo različne vrste vrvi:

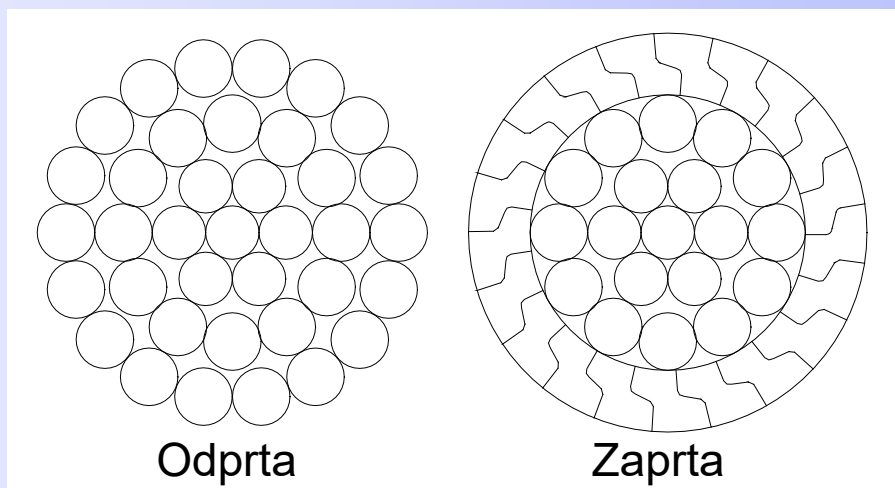
- nosilna vrv: formira pot oz. nosi tovor,
- vlečna vrv in proti-vrvi: prenaša pogonsko silo,
- transportna vrv: nosi tovor in prenaša pogonsko silo,
- napenjalna vrv: napenja transportno ali vlečno vrv.

Vrvi so sestavljene iz žic, največkrat pocinkanih (nerjavečih), ki so iz jekla trdnosti od 1300 do 2000 N/mm<sup>2</sup>.

## Vrvi in vrvne zveze

### ➤ Spiralne vrvi

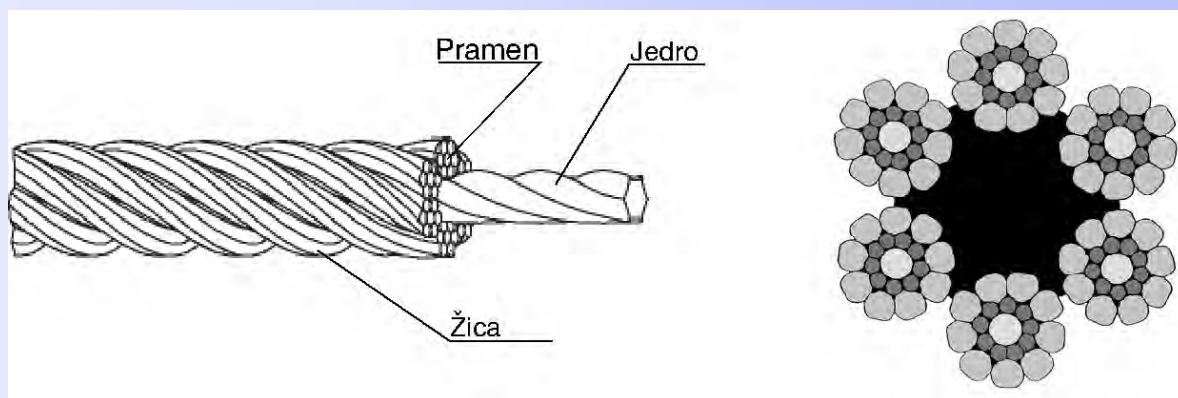
- Za to konstrukcijo je značilno da je vrv v preseku oblikovana tako, da so okoli središčne žice enakomerno po obodu razporejene še ostale žice.
- Spiralne vrvi so lahko odprte ali pa zaprte konstrukcije.



## Vrvi in vrvne zveze

### ➤ Pramenaste vrvi

- Uporabljajo se za vlečne, transportne in napejalne vrvi ter protivrvi.
- Sestavljene so iz jedra in iz pramenov žic, ki obdajajo jedro.

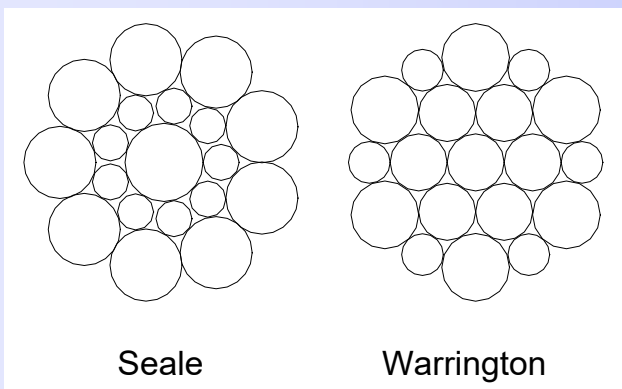


Osnovni element pramenaste vrvi je pramen sestavljen iz ene žice v jedru in iz žic, ki ležijo v več slojih okoli osrednje žice.

Poznamo dva osnovna tipa prečnih prereзов pramena : Seale in Warrington

# Vrvi in vrvne zveze

## ➤ Pramenaste vrvi



Seale

Warrington



- Oblika prečnega prereza Warrington pri istem premeru pramena, prenese večje obremenitve kot Seale.
- Za jedro vrvi se uporabljajo sintetična vlakna; ta so zamenjala naravna vlakna, uporabljena v preteklosti. Po pravilu je jedro namazano z mazivom, ki ščiti vrv pred korozijo in zmanjšuje trenje med žicami. Trdi plastični člen v jedru zmanjšuje raztezanje vrvi. Glavna naloga jedra je podpora žičnih pramenov, prestrezanje tlačne obremenitve proti jedru vrvi ter preprečitev kontaktov med prameni.
- **Izbira tipa vrvi je odvisna od njenega namena in pričakovanih obremenitev žičniške naprave.**

## Vrvi

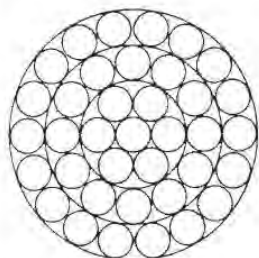
### Nosilna in vlečna vrv

V nosilnih in vlečnih vrveh moramo vzdrževati stalno osno silo, kar dosežemo z napenjalnimi utežmi ali pa s hidravličnimi napenjalnimi sistemi. Za nosilne vrvi se uporabljajo:

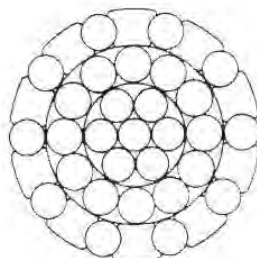
- spiralne vrvi
- zaprte vrvi
- pramensko-spiralne vrvi

# Vrvi

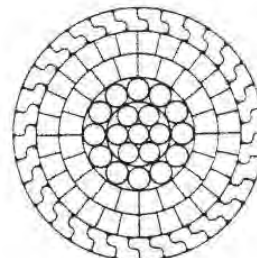
## Spiralna vrv



(odprta) spiralna vrv



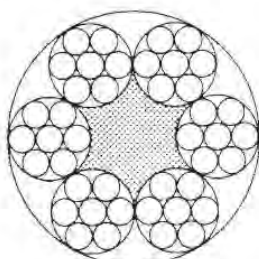
(pol zaprta) spiralna vrv



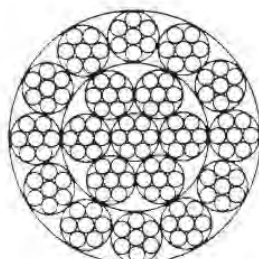
(zaprta) spiralna vrv

# Vrvi

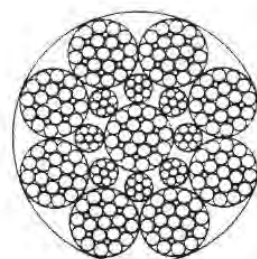
## Pletenica



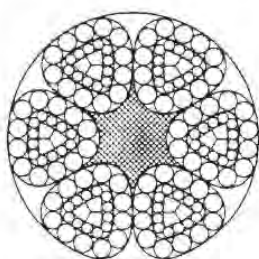
okrogla pletenica z vložkom



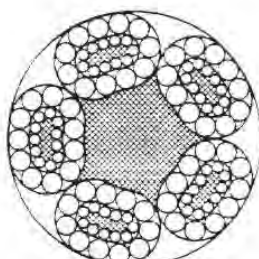
spiralna - okrogla pletenica



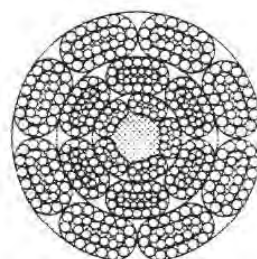
paralelna - okrogla pletenica



trikotna pletenica



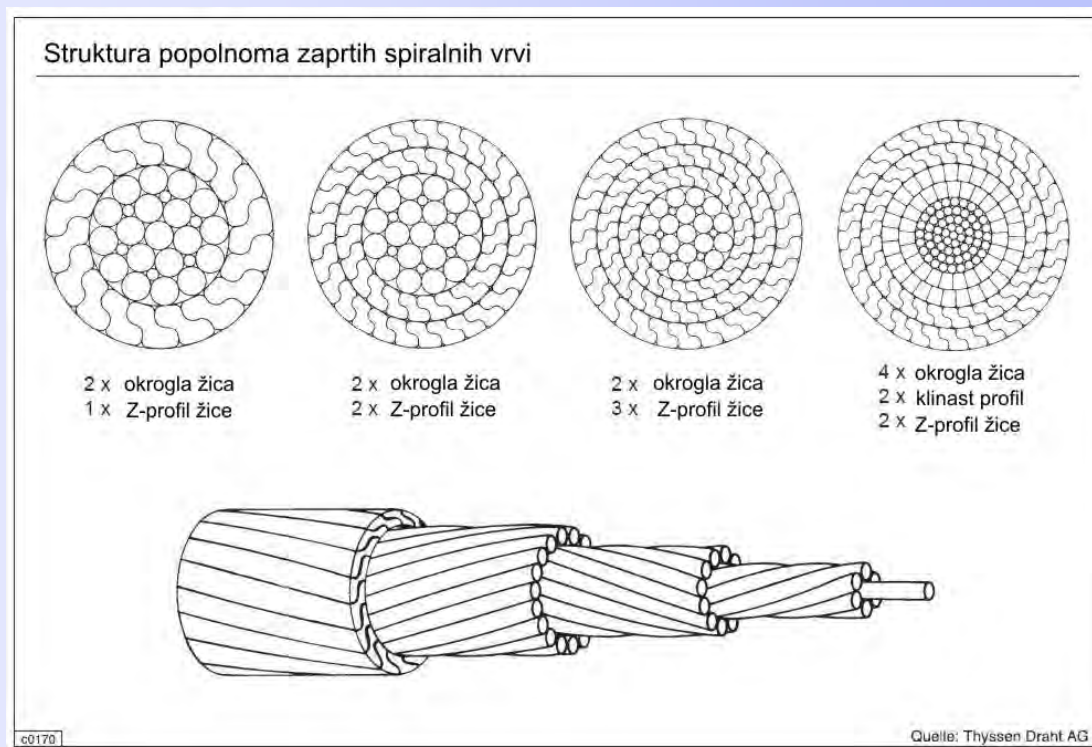
ploščata pletenica z vložkom



troslajna ploščata pletenica



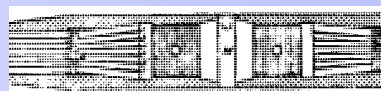
## Struktura zaprtih spiralnih vrvi



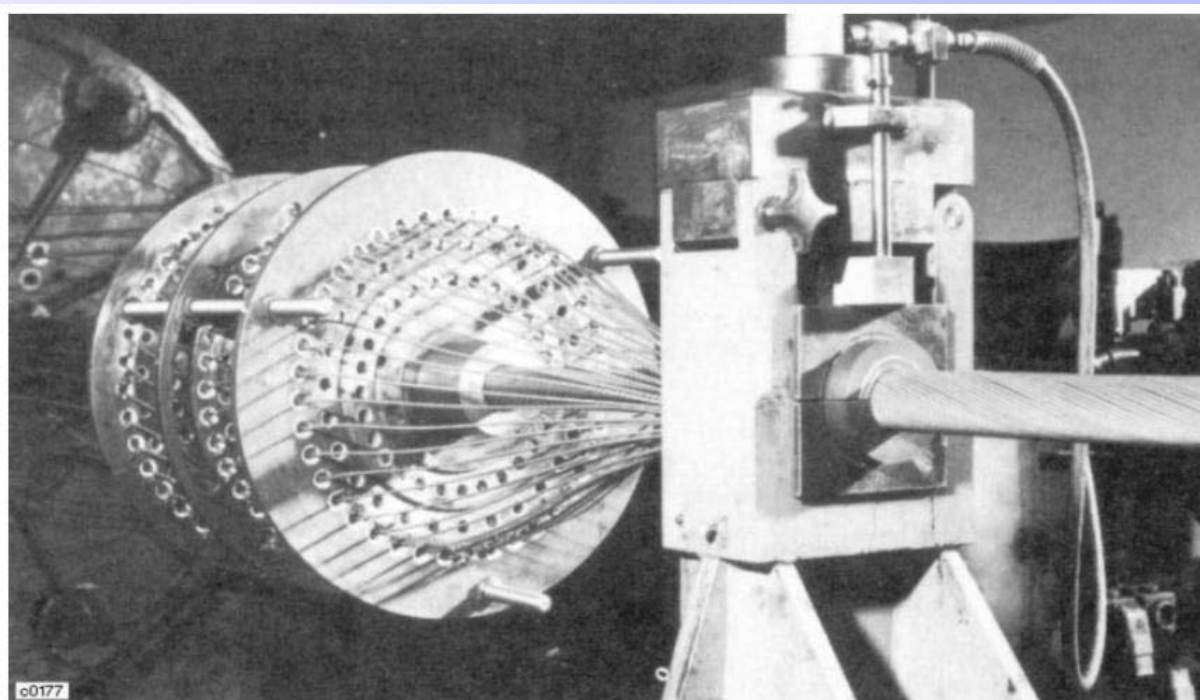
## Načini spajanja vrvi s spojkami

- Pramenske spiralne vrvi so primerne predvsem za nosilne vrvi nihalnih osebni žičnic, ki imajo tekalna kolesca vozni mehanizmov obložena z gumo in kjer so potrebne zaradi konfiguracije terena visoke osne sile.
- Za nihalne osebne žičnice velja tudi predpis, da morajo biti vrvi v enem kosu.
- Kot vlečne vrvi se uporabljajo pramenske pletene vrvi najrazličnejših konstrukcij vzdolžnega spleta. Pramenske pletene vrvi se spajajo s spletanjem.

### Vrvi pritrdimo v spojko z zalivanjem ali pa s klini

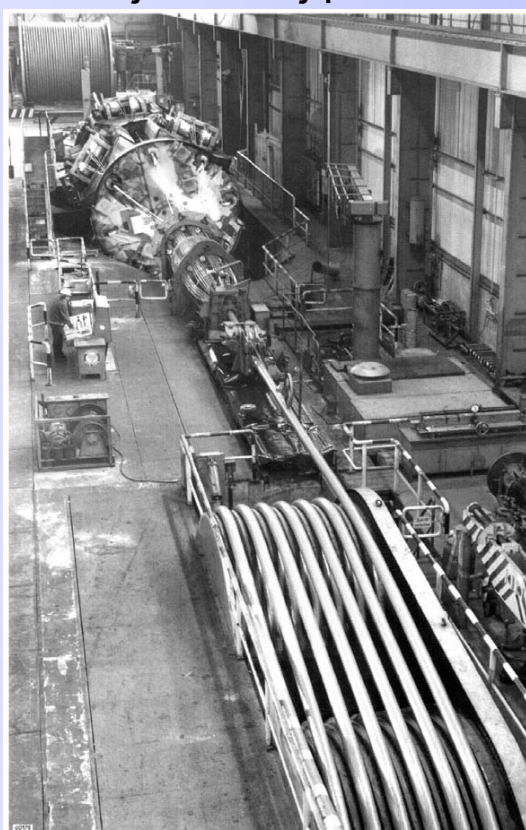


## Navijalna glava



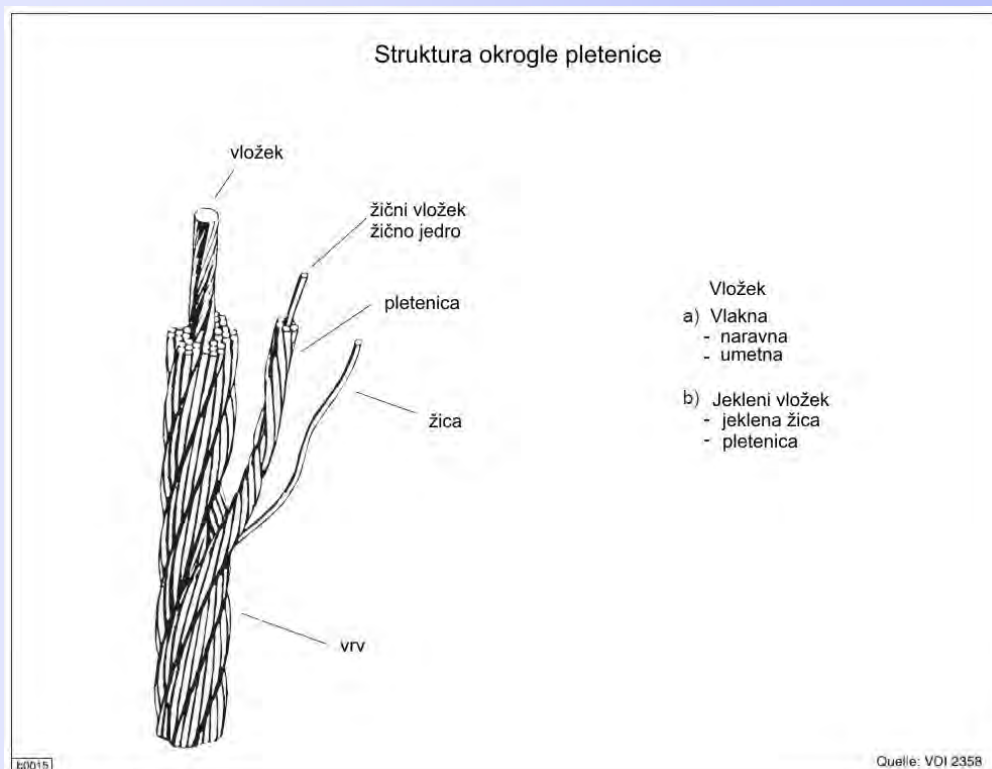
Navijalna glava

## Navijalni stroj pletenice

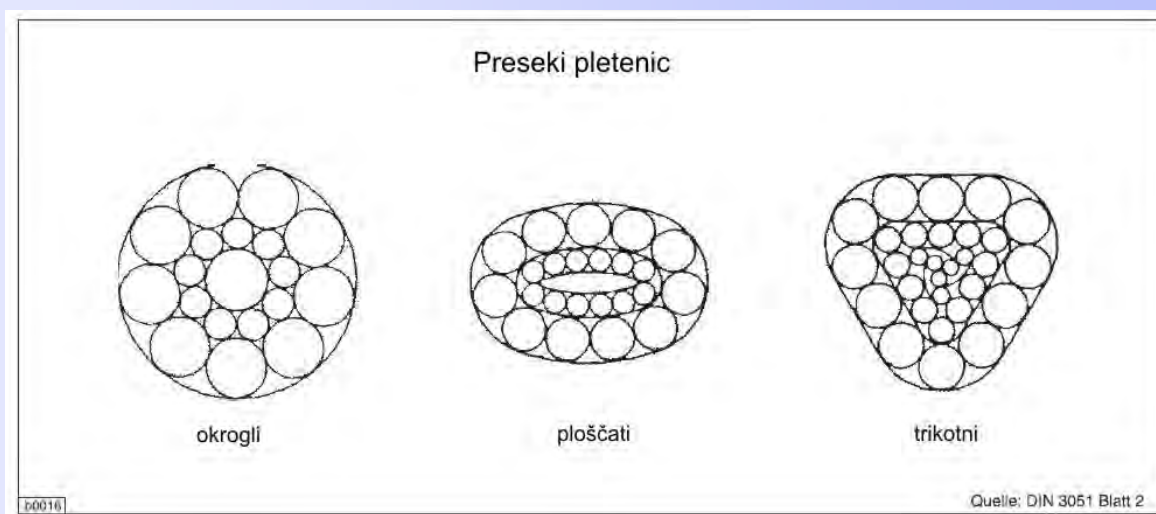


Navijalni stroj pletenice (proizvodnja pletenice premera 167 mm za mostove)

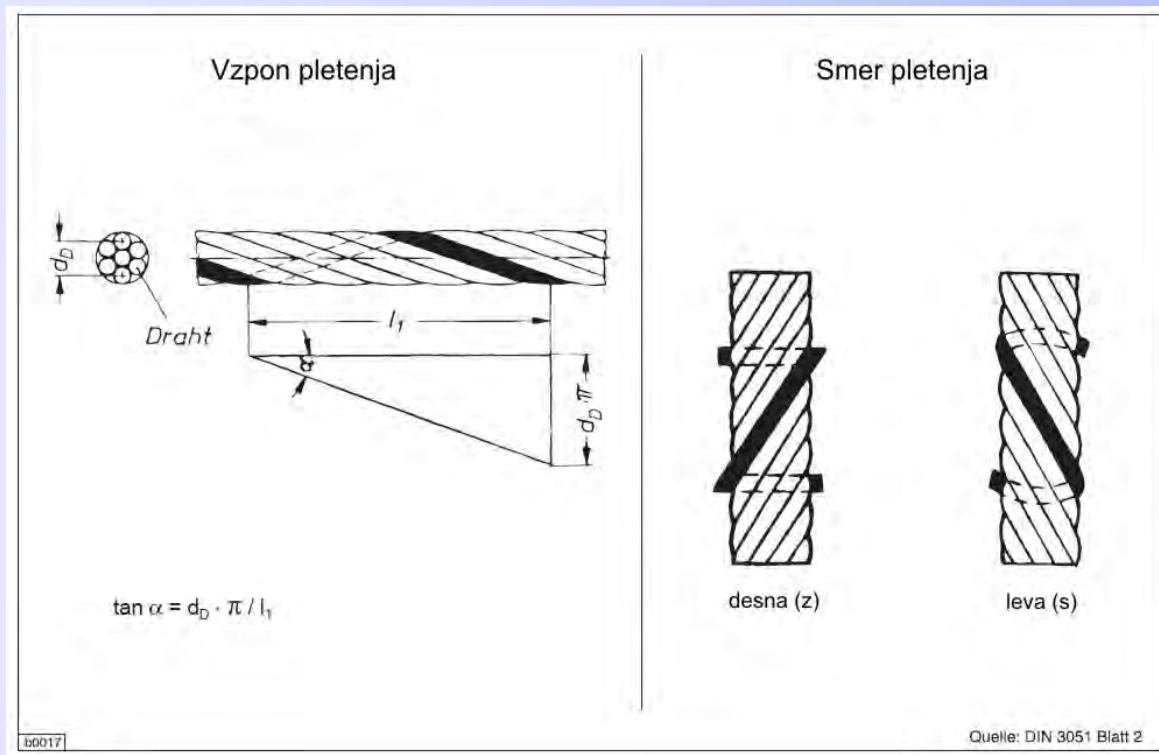
## Struktura okrogle pletenice



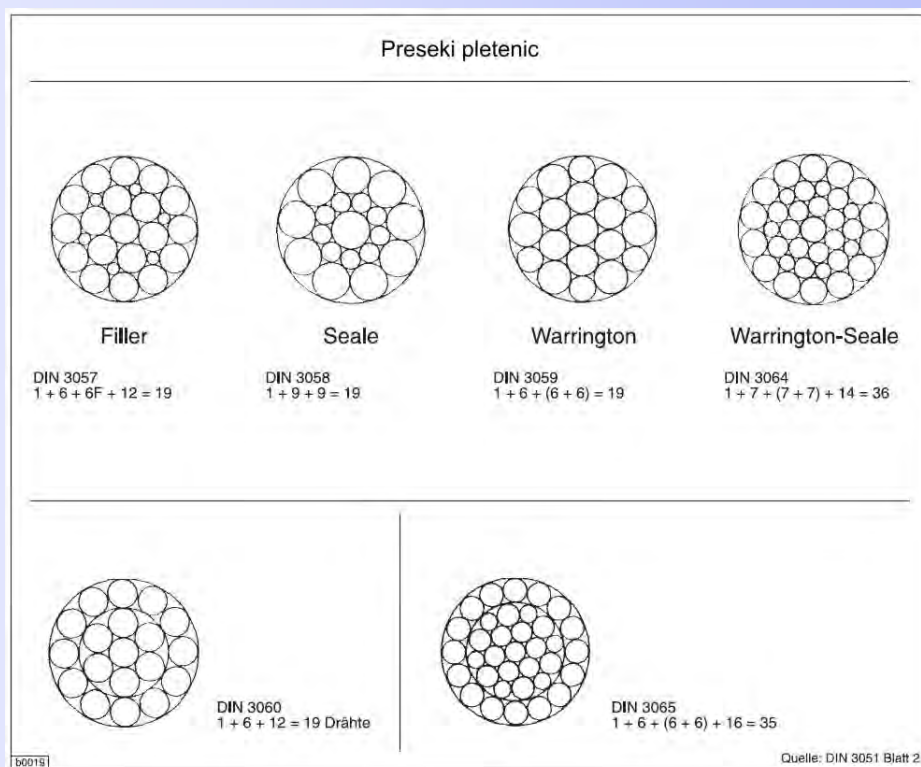
## Preseki pletenice



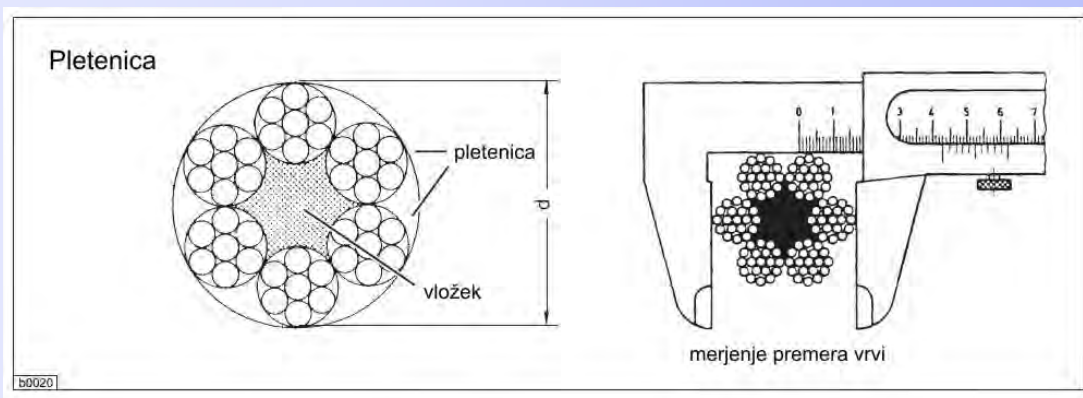
# Vzpon in smer pletenja



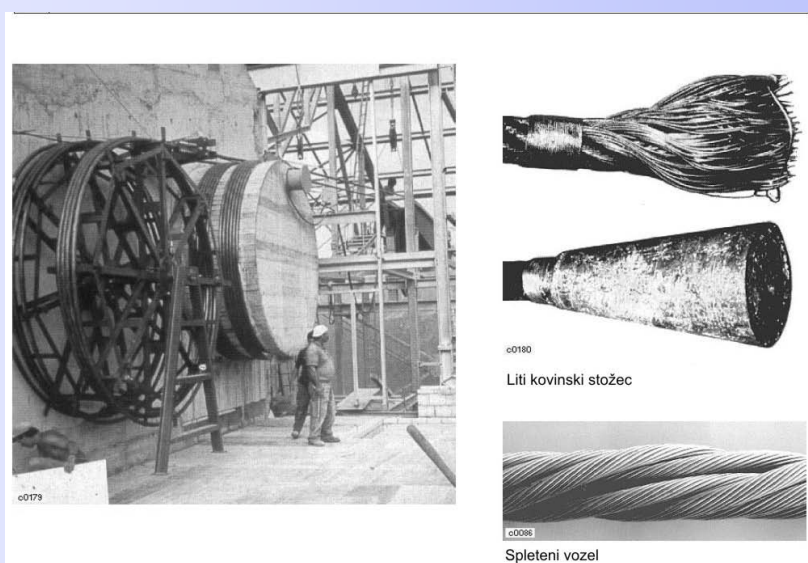
# Preseki pletenic



# Pletenica



# Vrvi





## Vrvi

### Varnost vrvi

- Vlečne in nosilne vrvi morajo imeti 5- kratno varnost.
- Pri vlečnih vrveh na vlečnicah je predpisana 4,5- kratna varnost
- Računska pretržna obremenitev vrvi bi morala torej biti najmanj 5 oz. 4,5 krat tako velika, kot je največja, pri obratovanju nastala napenjalna sila vrvi. Če te ne doseže zaradi pretrgov žice, se mora vrv odložiti.



## Vrvi

### Kontrola in odlaganje vrvi

- Vlečne vrvi moramo v določenih časovnih razmakih nadomestiti z novimi, praviloma po petnajstih letih, če se je skrajšal kovinski prečni prerez vrvi zaradi pretrgov žice, obrabe ali rje.
- Kovinski prečni prerez izračunamo kot vsoto vseh posameznih žic v vrvi.  
Dovoljeno skrajšanje prečnega prereza z vse večjo starostjo (vzemimo, da ostane varnost vrvi zajamčena) je predpisano z določili obratovanja in se nanaša pri sedežnicah na 4- kratno intenzivno dolžino ali pri vlečnicah na 6- kraten premer vrvi.

# Vrvi

## Kontrola in odlaganje vrvi

Tako je npr. pri vlečnicah do osmega leta obratovanja še dopustno zmanjšanje prečnega prereza za 6 %, po 14. letu obratovanja pa prav nasprotno, zmanjšanje za približno 1,8% !

Pri sedežnicah so te vrednosti rahlo različne in predpisane z določili (10% do 8 let, 3% ob 14. letu).

Pri vlečnicah je predpisana magnetno induktivna kontrola vrvi pri montaži in v drugem, četrtem, šestem letu in potem vsa leta.

Pri sedežnicah pa se ta mora izvesti prav nasprotno v tretjem, petem, sedmem letu in potem vsako leto.

Vlečne vrvi morajo biti pri vlečnicah zamenjane po desetih letih, če prej ne pride do večje poškodbe vrvi ali do preloma žice, ki postavi varnost pod vprašaj.

- Pri sedežnicah je dopustni čas obratovanja pet let, v kolikor ne nastopijo prelomi žice, ki ogrozijo varnost.

# Vrvi in vrvne zveze

## ➤ Sidranje nosilnih vrvi

Pri dvovrnih žičniških napravah (nihajke in tudi krožno kabinske žičnice) so nosilne vrvi sidrane v postajnih konstrukcijah. Na drugi strani sidranja je napenjanje (mehansko ali hidravlično)

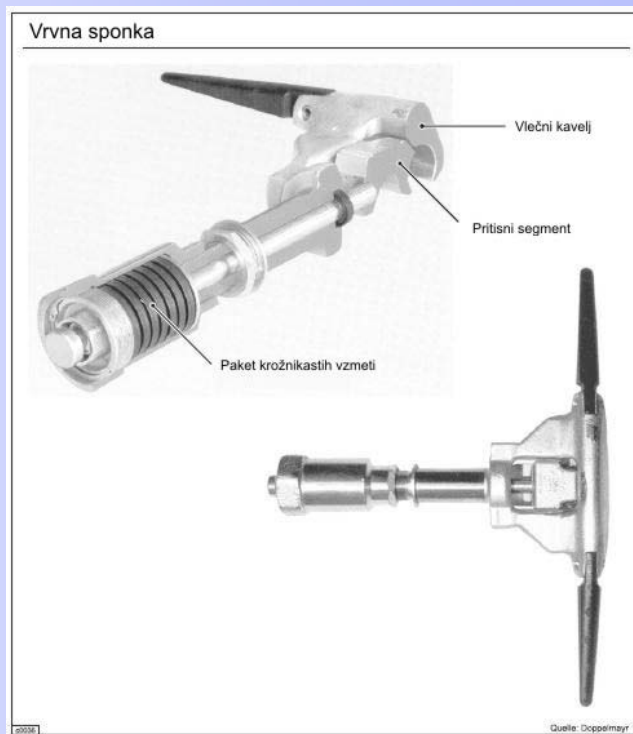
Izvedba sidranja nosilne vrvi na starejših žičniških napravah, kot sta nihalna kabinska žičnica na Voglu in dvovrva krožno kabinska žičnica na Mariborskem Pohorju.



## Prižemke

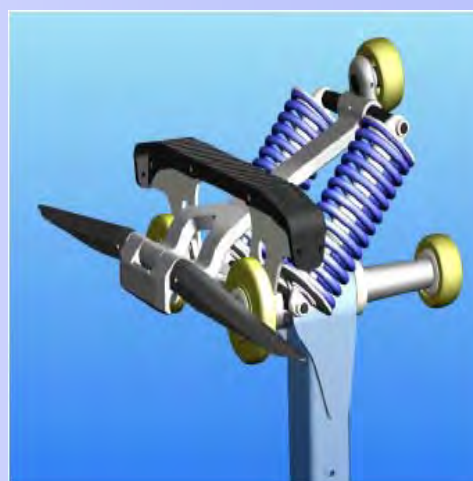
### Prižemke (vrvne sponke)

- Prižemke so lahko **fiksne** ali **vklopljive**. Zajete so v standardu **EN 13796-2**
- Pri žičnicah s fiksno pripetimi vozili ostanejo prižemke povezane s transportno vrvjo, tudi ko normalno obratovanje obstoji. Komplet ploščnih vzmeti zagotovi obvezno konstantno pritiskno silo na vrv med tlačnim in poteznim elementom prižemke. Gibljivo vležen, klinasto naletni jeziček pri koncu prižemke, zmanjša sunke pri prehodu valjčne baterije. Enakomerna obraba vrvi se zagotavlja s premikom prižemk v časovno določenih intervalih okoli transportne vrvi.



## Prižemke

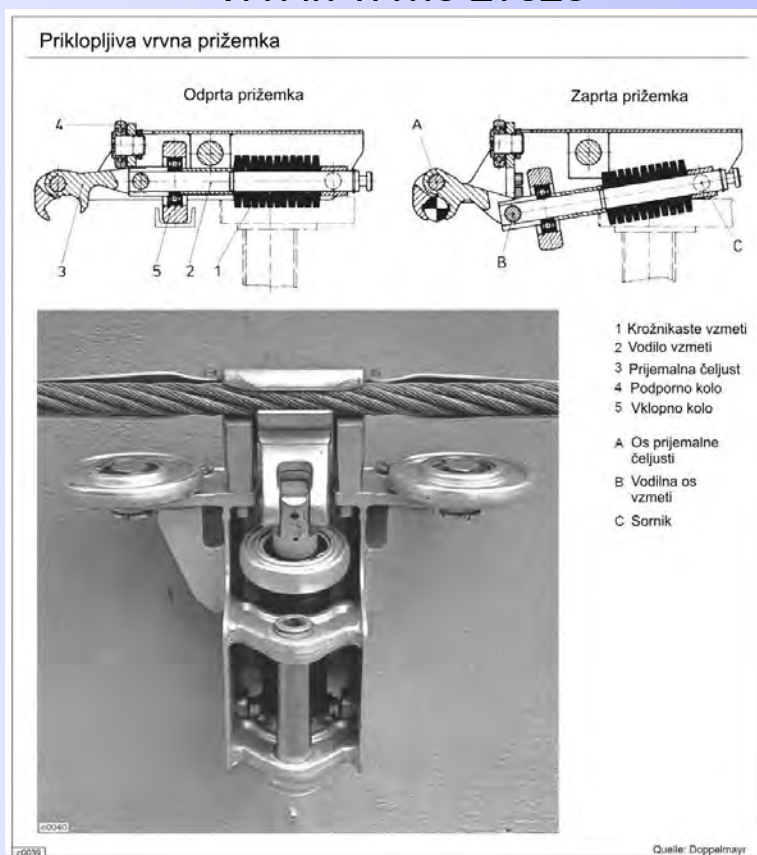
Pri **odklopljivih vozilih** morajo prižemke pri začetku vožnje vzpostaviti postopek zapiranja s premikanjem vrvi. Med vožnjo morajo ohraniti postopek in po koncu vožnje preklicati postopek oz. popustiti. **Prižemna sila** na vrvi je odvisna od **samozapornosti** vijačnega navoja (vijačna prižemka) ali lastne teže vozila (lastna teža sklopov). Komplet ploščnih vzmeti, vijačnih vzmeti ali torzijskih palic se pri vožnji skozi odklopno območje v napravi prednapne, tako da napenjalo na tirnici primerno prime. Zanesljivo vozilo tako povzroča proste vzmetne sile nad kolenskim vzvodom ali ekscenter zapiranje prižemke in prinese potrebno pritiskno silo na transportno vrv.



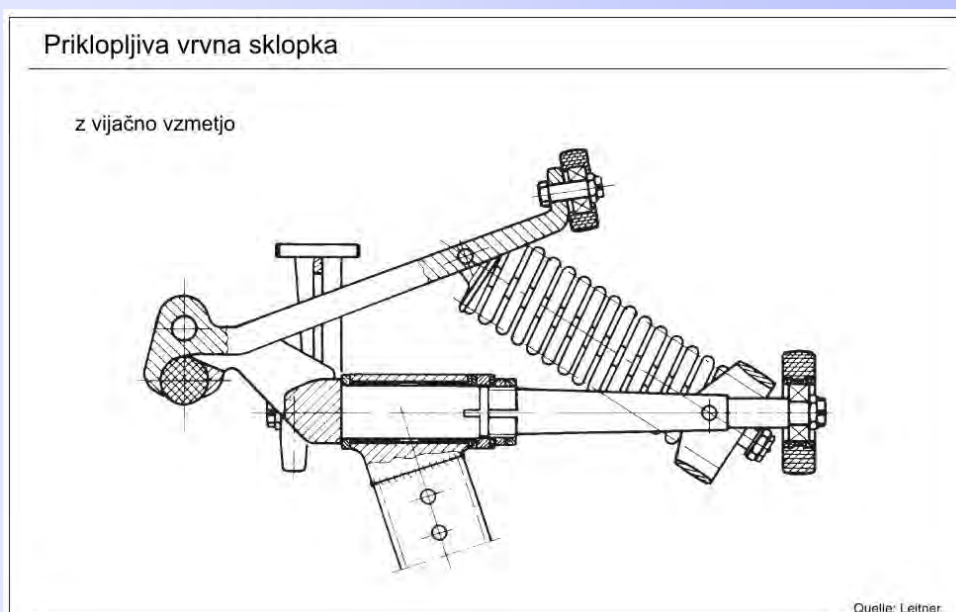
### Vklopljiva prižemka



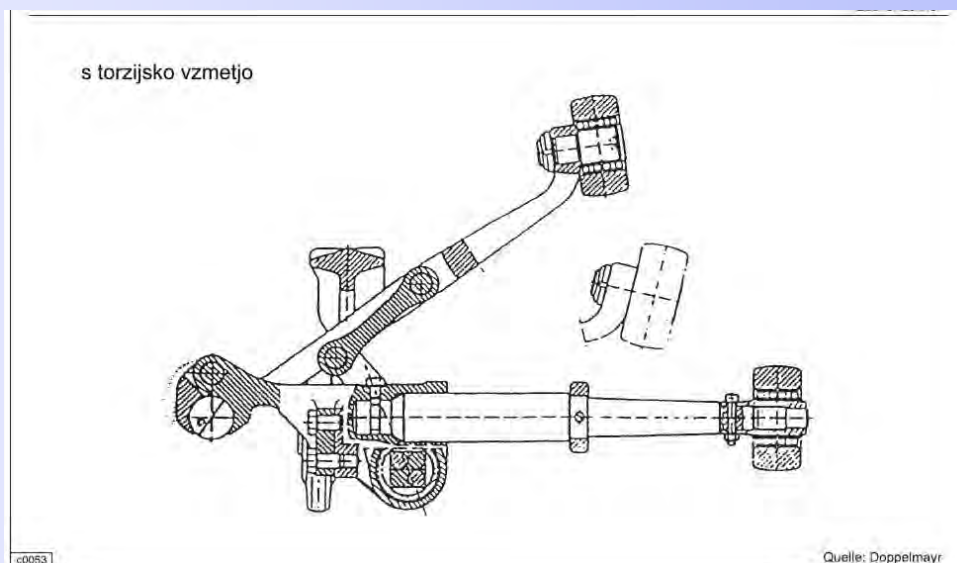
## Vrvi in vrvne zveze



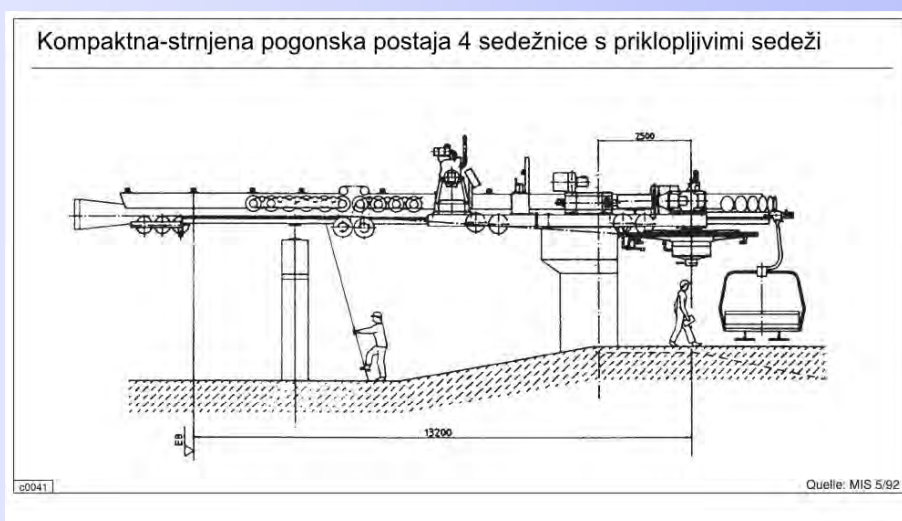
## Vrvi in vrvne zveze



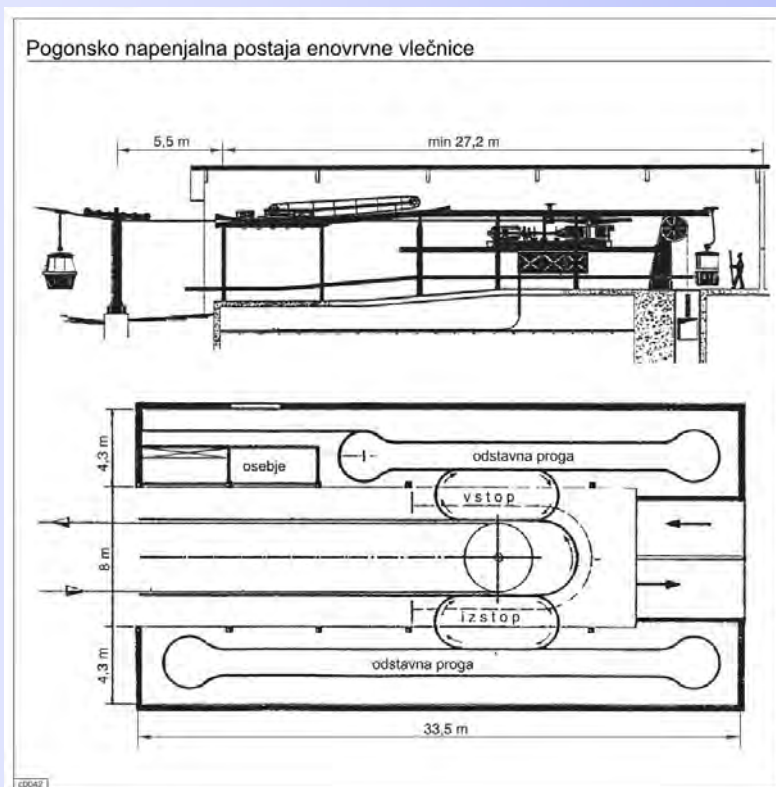
## Vrvi in vrvne zveze



## Vrvi in vrvne zveze



## Vrvi in vrvne zveze

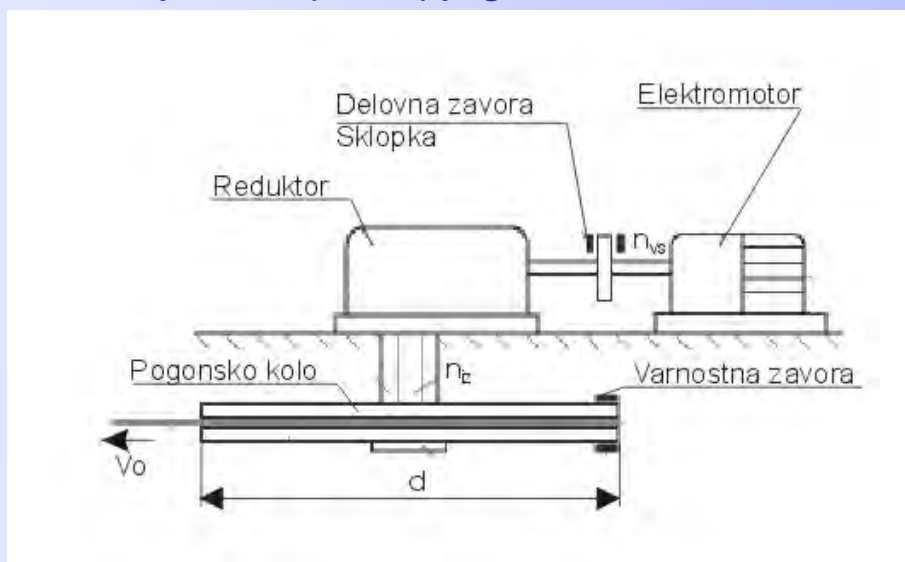


## Vrvi in vrvne zveze

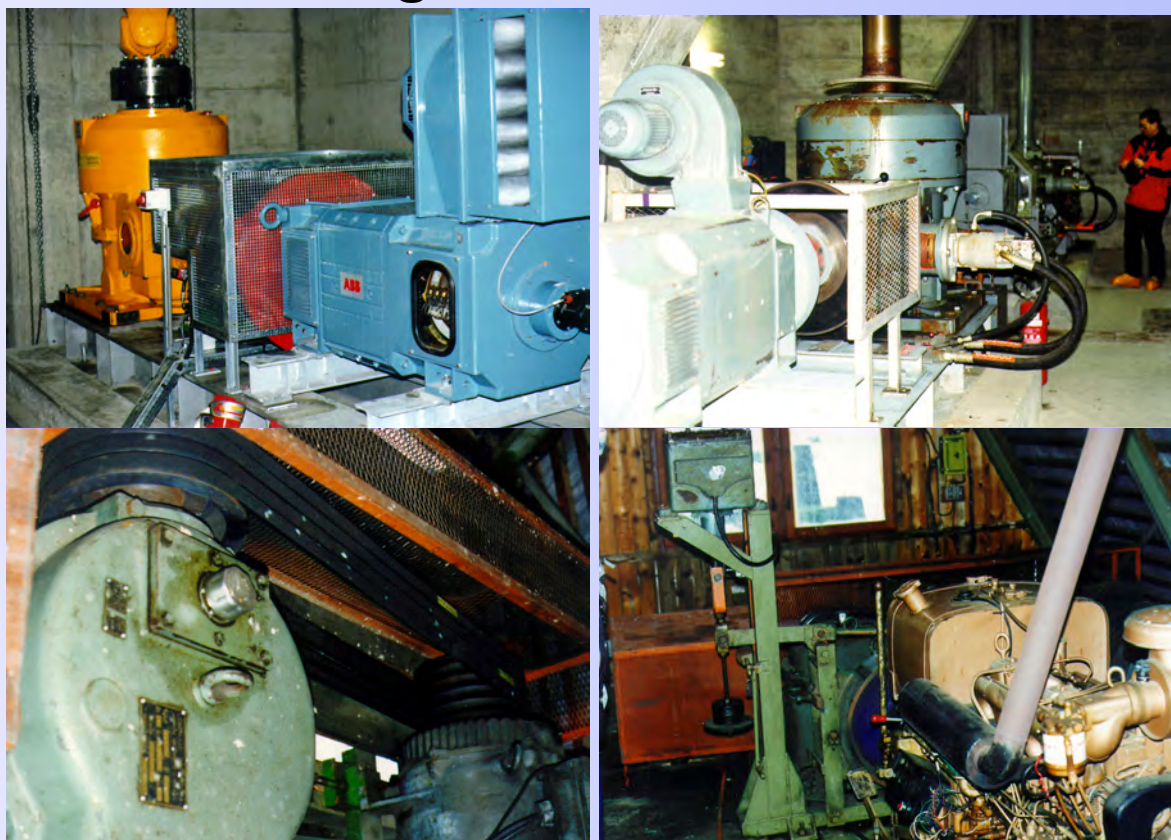


## Pogoni in zavore

Pogonski mehanizem žičniških naprav sestavljajo v splošnem naslednji elementi: pogonski motor, sklopka, reduktor, pogonsko kolo, zavore in pomožni (zasilni) pogon.



## Pogoni in zavore





# Pogoni in zavore

Mariborska "vzpenjača"



# Pogoni in zavore

Mariborska "vzpenjača"



# Pogoni in zavore

## Mariborska "vzpenjača"



# Pogoni in zavore

## ➤ *Pogonski motor*

- Pogonski motor dovaja potrebno moč za premagovanje uporov, ki se pojavljajo pri vrtenju pogonskega kolesa. V večini primerov se uporablja elektromotor, ki ima poleg drugih tehničnih prednosti tudi lastnost, da ne onesnažuje okolja z izpušnimi plini in hrupom.
- Pogonski motorji žičniških naprav morajo imeti naslednje lastnosti:
  - zanesljiv pogon tudi v mrzlem vremenu,
  - velik zagonski moment,
  - mora zagotavljati stalno nazivno hitrost naprave,
  - enostavno vzdrževanje in
  - če je potrebno, možnost spremembe smeri vrtenja (pri nihalnih žičnicah).

# Pogoni in zavore

## ➤ Pogonski motor

➤ Glavni pogon žičniške naprave mora izpolnjevati naslednje pogoje:

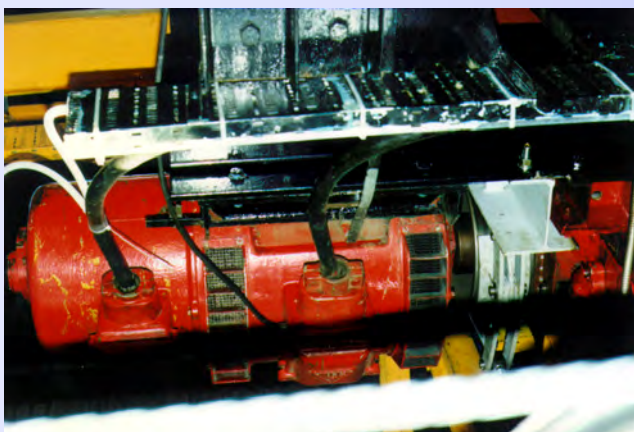
-glavni pogon mora ne glede na obremenitev omogočati čimmanj sunkovit zagon kakor tudi vožnjo v obe smeri. Zagotovljeno mora biti, da se ga lahko ustavi pri najvišji dovoljeni obremenitvi;

- pri vseh obremenitvah v obe smeri mora omogočati pospeševanje vsaj 0,15 m/s<sup>2</sup>, pri nihalkah povprečni pospešek ne sme presegati 0,5 m/s<sup>2</sup>, trenutni pospešek pa ne sme presegati 1,5 m/s<sup>2</sup> ;

- hitrost vožnje lahko odstopa za največ +/- 5%;

# Pogoni in zavore

## ➤ Pogonski motor EM



$$P_{EM} = \frac{F_0 \cdot v_0}{\eta}$$

$$n_{iz} = \frac{60 \cdot v_0}{\pi \cdot d}$$

$F_0$  – obodna sila

$v_0$  – obodna hitrost

$\eta$  - izkoristek pogona

$d$  - premer pogonskega kolesa

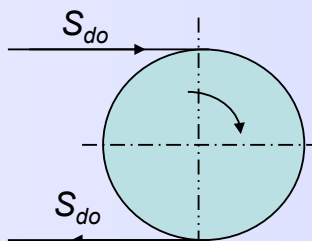
$i$  - prestava pogona

# Pogoni in zavore

## ➤ Pogonski motor EM

Prestava gonila (reduktorja)

$$i = \frac{n_{vs}}{n_{iz}} = \frac{n_{EM}}{n_{pk}}$$



Eytelweinova enačba pogonskega kolesa (koluta):

$$\frac{S_{do}}{S_{od}} = e^{\mu \hat{\alpha}}$$

$i$  - prestava pogona;

$n_{vs}$  - vstopno število vrtljajev;

$n_{iz}$  - izstopno število vrtljajev;

$n_{EM}$  - vrtljaji EM;

$n_{pk}$  - vrtljaji pogonskega kolesa;

$S_{do}$  - dovedena sila na pogonsko kolo - tudi natezna sila v vrvi pred pogonskim kolesom;

$S_{od}$  - odvedena sila iz pogonskega koluta - tudi natezna sila v vrvi za pogonskim kolutom

$\mu$  - koeficient trenja med kolesom in vrvo

$\hat{\alpha}$  - objemni kot vrvi in kolesa v rd

# Pogoni in zavore

## ➤ ENAČBA POGONSKEGA BOBNA -EYTELWEINOVA ENAČBA POGON Z ENIM BOBNOM

Mejno stanje : drsno trenje → obraba

$$S_{dot} = S_{odt} \cdot e^{\mu \cdot \hat{\alpha}}$$

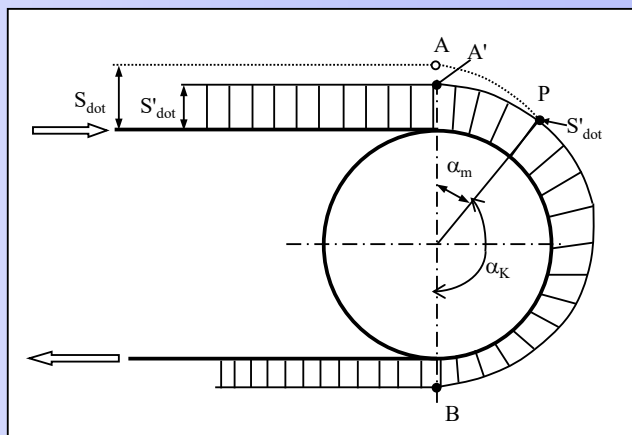
$S_{dot}$  ne smemo popolnoma izkoristiti  $S'_{dot} < S_{odt} \cdot e^{\mu \cdot \alpha}$

Varnost proti zdrsu  $v_g$

$$\alpha = \alpha_K + \alpha_m$$

$\alpha_K$       koristni kot  
 $\alpha_m$       mrtvi kot

$$v_g = \frac{S_{dot}}{S'_{dot}} = \frac{S_{odt} \cdot e^{\mu \hat{\alpha}}}{S_{odt} \cdot e^{\mu \hat{\alpha}_K}} = e^{\mu(\hat{\alpha} - \hat{\alpha}_K)} = e^{\mu \hat{\alpha}_m}$$





# Pogoni in zavore

## ➤ Pogonski motor EM

Obodna sila pogonskega koluta

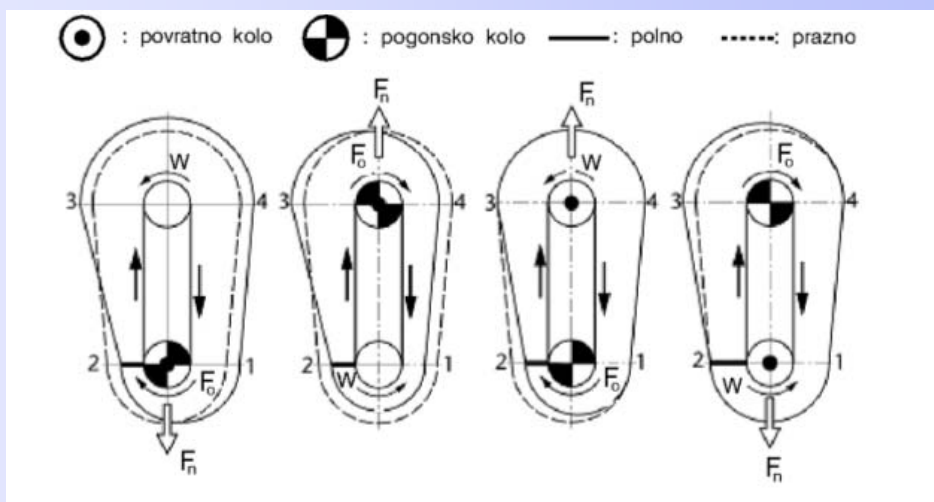
$$F_0 = (S_{do} - S_{od}) = S_{od} \cdot (e^{\mu\hat{\alpha}} - 1)$$

Vpliv namestitve pogona in napenjalne naprave na prenos sil in velikost napenjalne sile

Namestitev		Potrebna sila za napenjanje	Prenos sil (s pogonskega kolesa na vrvi)
Pogon: Napenjanje:	spodaj spodaj	srednja	slab
Pogon: Napenjanje:	zgoraj zgoraj	srednja	dober
Pogon: Napenjanje:	spoda zgoraj	večja	slab
Pogon: Napenjanje:	zgoraj spodaj	manjša	dober

# Pogoni in zavore

## ➤ Pogonski motor EM



# Pogoni in zavore

## ➤ Zavore

### Zavore služijo različnim namenom:

- da zavirajo (ustavijo) žičniško napravo v primeru:
  - da električno zaviranje ne omogoči zadostno zaviranje,
  - če se pritisne na stikalo za zavoro,
  - če odpovedo kontrolne naprave.
- da zadržijo žičniško napravo, ko odpove motor, da se pod težo bremena naprave ne začne vrte v nasprotni smeri.
- da regulirajo hitrost vrvi (manevriranje)

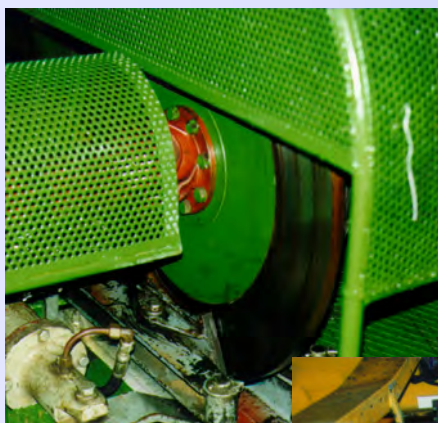
### Zavore prevzemajo energijo s trenjem, ki se pretvarja v toploto.

Glavni pogon žičnice mora imeti najmanj dve, med seboj neodvisni zavori: **delovno** in **varnostno** zavoro. Varnostna zavora mora delovati direktno na pogonski kolot ter v primeru če odpove delovna jo mora nadomestiti. Delovna zavora mora delovati samodejno takoj, ko se izgubi napajanje.

Zavore so izvedene z utežjo ali pritrisno vzmetjo ter morajo imeti možnost nastavitve zavorne sile. Novejše naprave imajo hidravlični zavorni mehanizem.

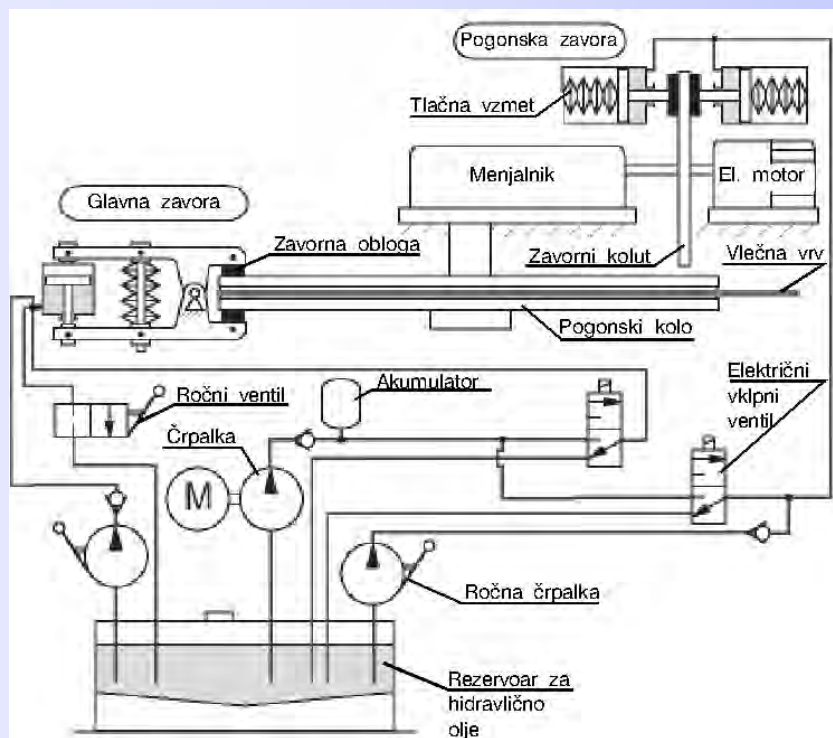
# Pogoni in zavore

## ➤ Zavore



## Pogoni in zavore

### ➤ Hidravlični zavorni mehanizem :



**Zasnovana zavore:** glede na celotno zavorno pot dosega naslednje povprečne vrednosti zaviranja:

- pojemek najmanj  $0,3 \text{ m/s}^2$  za sedežnice, ki so pritrjene na vrv s fiksnimi prižemkami;

- pojemek najmanj  $0,5 \text{ m/s}^2$  za ostale žičniške sisteme.

Pri normalnih pogojih zaviranja povprečni pojemek na celotni zavorni poti pri krožnih žičnicah ne sme presegati  $1,25 \text{ m/s}^2$ , pri nihalkah, pulzirajočih krožnih žičnicah in vzpenjačah pa  $2 \text{ m/s}^2$ .

## Pogoni in zavore

### ➤ Delovna zavora

Delovna zavora se mora samodejno aktivirati ko:

- je prekinjen varnostni tokokrog;
- normalno ali zasilno zaviranje s pogonskim motorjem ni mogoče zaradi preklopa na drug pogon;
- je normalni zaviralni postopek že skoraj zaključen;
- je zaviranje v sili s pogonskim motorjem že skoraj končano;
- je zaviranje v sili z varnostno zavoro že skoraj končano;
- je prekoračen najdaljši predviden čas zaviranja z varnostno zavoro;
- se aktivira naprava za nadzor ustavljanja s pogonskim motorjem.



## Pogoni in zavore

### ➤ Varnostna zavora



## Reduktor in sklopka

### ➤ Reduktor

Reduktor spreminja večjo hitrost vrtenja motorja na hitrost vrtenja, ki jo mora imeti pogonsko kolo, da se doseže predvidena hitrost žičniške naprave. Novejše žičniške naprave imajo planetne reduktorje s prisilnim mazanjem (olje pod tlakom) mesta kontakta med dvema zobnikoma.



## Reduktor in sklopka

### ➤ Reduktor s pomožnim pogonom

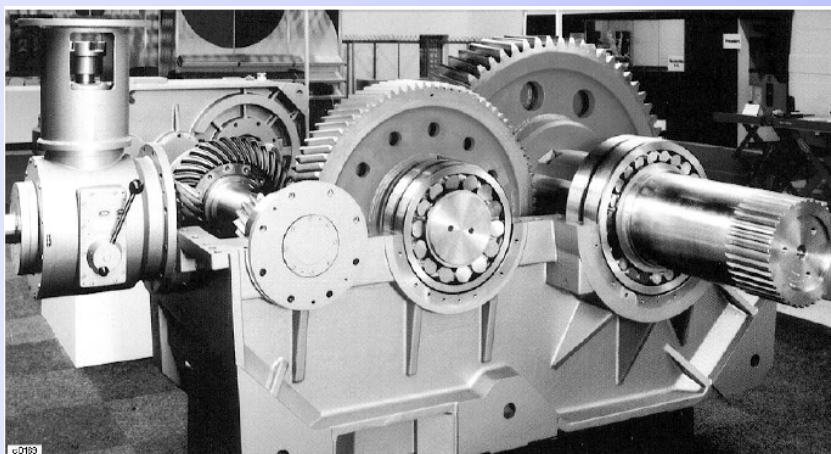
Reduktor se sestoji iz ohišja, ležajev in parov zobnikov, vhodne gredi (hitro tekoča) in izhodne gredi (počasi tekoča). Razmerje med vhodnim številom vrtljajev in izhodnim številom vrtljajev se imenuje reducirno (reduktorsko) razmerje. Primer:

- Število vrtljajev motorja  $n_{em} = 1250$  vrt./min

- Število vrtljajev koluta  $n_a = 13,26$  vrt./min

Prestava:  $i = n_{em} / n_a = 1250 / 13,26 = 94,27$

Pri sedežnici je ponavadi prisoten reduktor s stožčastim zobnikom kot tudi ena do dve fazi čelnega zobnika s celotnim pogonskim reduktorjem. Pogosto imajo taki reduktorji dva vhoda, na eni strani je priključen glavni motor, na drugi strani pa pomožni motor ali zasilni pogon.



## Reduktor in sklopka

### ➤ Planetno gonilo

Planetno gonilo je sestavljeno iz več planetnih sestavov, ki so ponavadi razporejeni drug nad drugim. Planetni sestav ima sončnik z notranjim ozobjem, ponavadi tri planete (ki so razvrščeni na mostiču) in znotraj sončnik z zunanjim ozobjem.

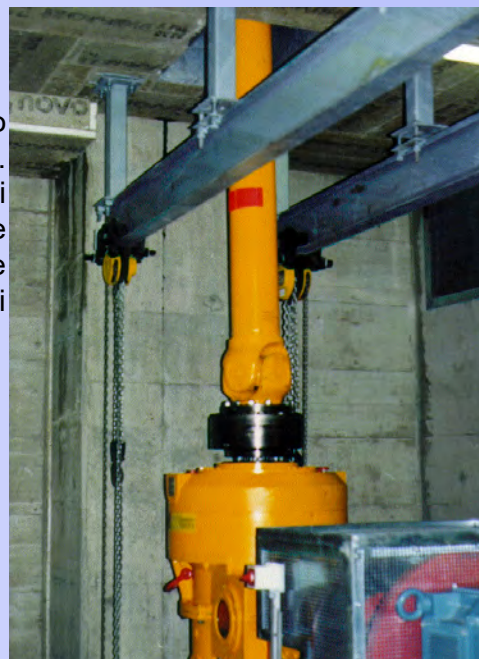
Za pogon je ponavadi prisotna faza stožčastega zobnika, ki je lahko nameščena v ločenem ohišju (tudi kot »drobcena izvedba«). S kompaktno izvedbo in trenjem v menjalniku nastane zastoj toplote, zaradi česar mora biti olje hlajeno.



# Reduktor in sklopka

## ➤ Sklopka

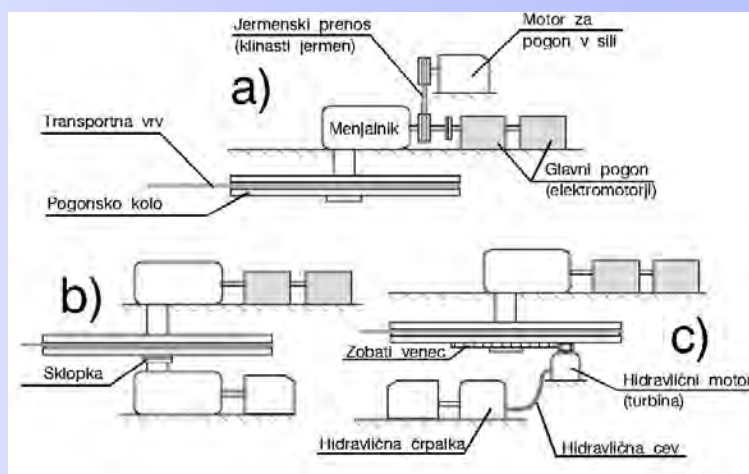
Sklopke, v glavnem elastične, služijo za zanesljivo zvezo med pogonskim motorjem in reduktorjem. Elastični elementi sklopke morajo delno absorbirati sunke, ki prihajajo iz pogonske (motor) in odgonske strani (upori proge) pogona. Novejše naprave imajo sklopke montirane tudi na odgonski strani reduktorja.



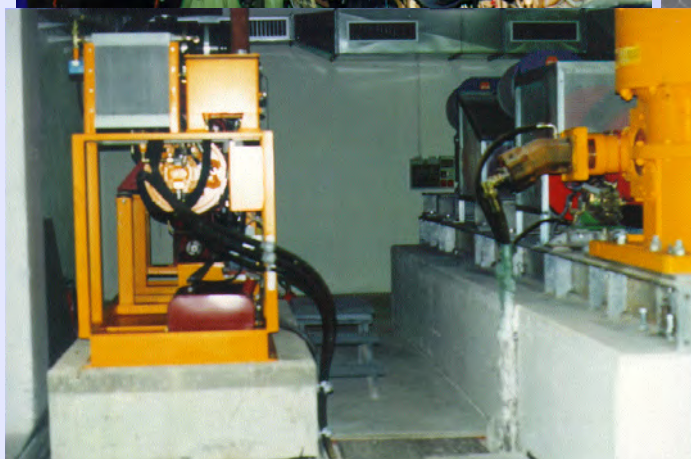
# Pomožni in zasilni pogon

➤ Žičnice morajo imeti glavni in dodatni pogon, ki je glede na napajanje neodvisen od glavnega pogona. S tem je omogočeno potnikom, da v primeru odpovedi pogona ne rabijo z reševanjem zapuščati vozil.

➤ Dodatni pogon je lahko izveden kot **pomožni pogon** ali **pogon v sili** in služi, da v primeru odpovedi pripelje vozila s potniki do postaje v primeru odpovedi glavnega pogona. Največkrat se kot dodatni pogon uporablja dieselski agregat, saj le ta uporablja tudi različen vir energije kot glavni pogon.



## Pomožni in zasilni pogon



## Napenjalne naprave

- Pri obratovanju žičniških naprav pride do raztezanja vrvi zaradi prometne obtežbe, elastičnih raztezkov, temperaturnih raztezkov in stalnih raztezkov. Da se zaradi raztezanja onemogočijo preveliki povesi vrvi, se vgradijo napenjalne naprave. Vrvi žičniških naprav morajo biti napete toliko, da v obratovalnih pogojih nastali povesi še omogočajo premostitev ovir na progi brez prekomernega povečanja nateznih sil v vrveh.
- Napenjalne naprave zagotavljajo najmanjše dovoljene sile v vrvi, s tem pa je zanesljiv prenos obodne sile pogonskega kolesa na transportno vrv in onemogočen zdrs vrvi na oblogi pogonskega kolesa.
- Glede na način generiranja napenjalne sile ločimo napenjalno napravo z utežjo, hidravlične in električne napenjalne naprave.

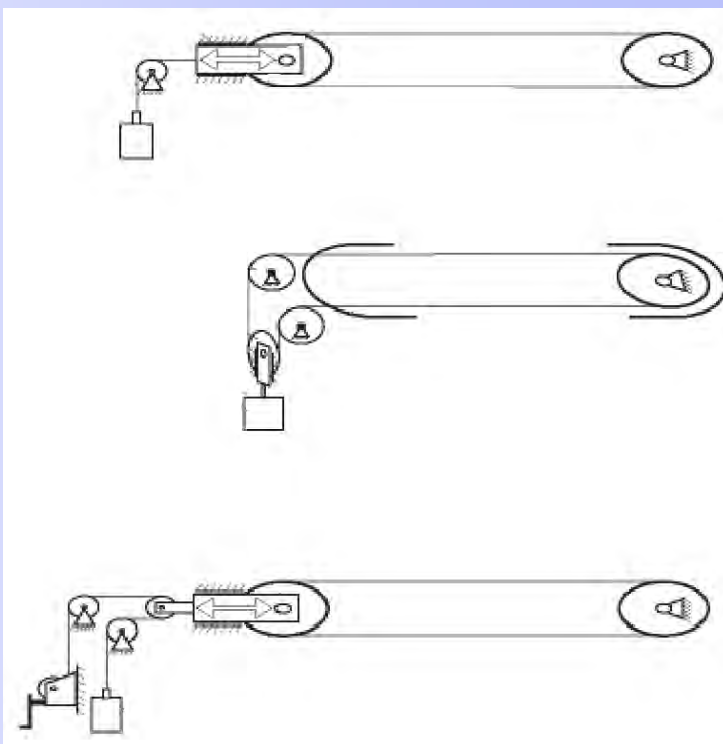
## Napenjalne naprave

### ➤ Napenjalne naprave s pomočjo uteži

- Napenjalna sila se lahko doseže na direkten ali indirektnen način - s pomočjo uteži.

- Pri direktnem napenjanju se premakne utež oz. napenjalni most toliko, kolikor napenjalna utež.

- Pri indirektnem napenjanju pa se napenjalna sila prenaša preko škripčevja in je zato potrebna manjša utež. Slaba stran teh sistemov je draga izvedba jaška za gibanje uteži, v katerega največkrat vdre voda in pride do korozije napenjalne vrvi.



## Napenjalne naprave

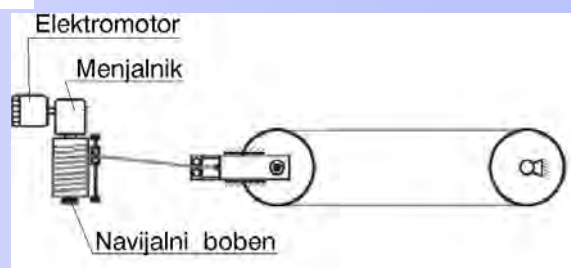
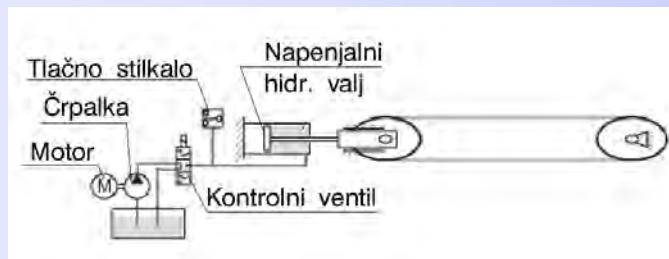




## Napenjalne naprave

### ➤ Hidravlične in električne napenjalne naprave

Pri sodobnih žičnicah se praviloma uporabljajo hidravlične ali električne napenjalne naprave. V zgodovini so se hidravličnih tipov napenjalnih naprav zaradi visokih tlakov raje izogibali. V današnjem času pa se ravno ti sistemi najbolj uporabljajo, saj odpade draga gradnja jaškov za uteži.



## Napenjalne naprave





# Napenjalne naprave

V kolikor ne obstajajo druga navodila, je potrebno napenjalne poti dimenzionirati kot najmanjšo vsoto naslednjih vplivnih veličin:

- a) sprememba dolžine vrvi pri temperaturni razliki 60 °C v kolikor lokalne klimatske razmere ne zahtevajo večje temperaturne razlike;
- b) raztezek 0,5 promil za nosilne vrvi in 1,5 promile za transportne in vlečne vrvi. V vsakem primeru mora potrebna dolžina zadostovati do ponovnega spletnja ali izdelave nove vrvne zveze;
- c) vpliv razlik povesov v vseh, z obratovanjem predvidenih obremenitvenih primerih;
- d) sprememba dolžine vrvi zaradi njene elastičnosti v vseh, z obratovanjem predvidenih obremenitvenih primerih; potrebno izdelati izračun pri katerem se upošteva modul elastičnosti za transportne in vlečne vrvi 80 kN/mm<sup>2</sup> (nova vrv) in 120 kN/mm<sup>2</sup> (stara vrv).

# Osnove elektrotehnike

Dr. Boris Tovornik

Ljubljana, september 2019

Gradivo je namenjeno izključno udeležencem izobraževanja za strojnike Zbirskih naprav. Ni je organizirano pod okriljem Gospodarske zbornice Slovenije.

## Osnovne enote

Fizikalna količina	Oznaka	Ime osnovne enote	Oznaka osnovne enote
dolžina	$l$	meter	m
masa	$m$	gram	g
čas	$t$	sekunda	s
električni tok	$I$	amper	A
temperatura	$T$	kelvin	K
množina snovi	$n$	mol	mol
svetilnost	$I_s$	kandela	cd

## Izpeljane veličine in enote:

1 newton N enota sile, ki podeli masi 1 kg pospešek  $1 \text{ m/s}^2$ ,

1 joule J enota za delo, ki ga opravimo, če premagujemo silo 1N na poti 1 m;

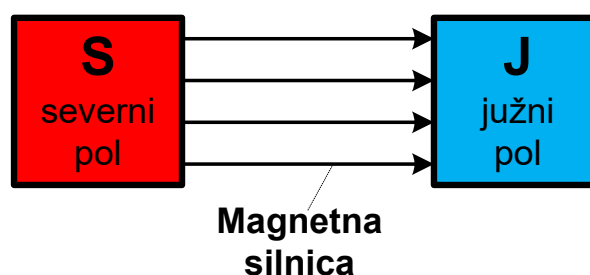
1 Ws ali kWh enota za porabljeno energijo

1 watt W enota za moč, ki je potrebna, da opravimo delo 1J v 1s;

1 volt V enota za napetost ali potencialno razliko med dvema točkama, kjer za prenos 1As opravimo delo 1J.

## Magnetno polje

- Magnetno polje je del prostora okoli magneta, v katerem je opazna prisotnost magnetizma,
- Magnetne silnice kažejo smer delovanja magnetnega polja in kažejo od severa proti jugu,
- Homogeno magnetno polje je prostor, kjer so magnetne silnice vzporedne vzdolž polja.



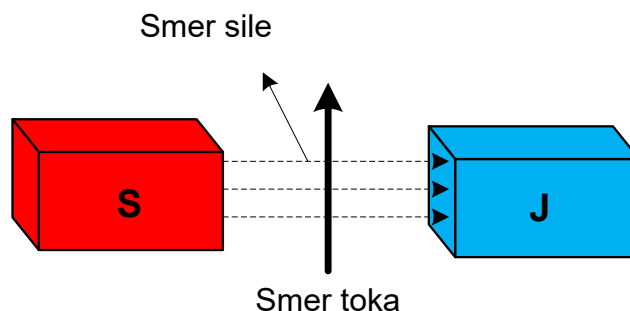
## Magnetno polje

- Ko teče tok skozi vodnik, ustvarja magnetno polje.
- Če imamo opravlka s tuljavo se pri prehodu toka skozi tuljavo ustvari magnetno polje odvisno od števila ovojev tuljave in ta povzroči silo, ki je pravokotna na smer magnetenja.

## Smer sile

- Smer sile v magnetnem polju določimo po pravilu leve roke, ki pravi: če magnetne silnice delujejo pravokotno na levo dlan, prsti kažejo smer električnega toka, potem nam palec kaže smer delovanja sile.  $I$  je el. tok,

$$F = B \cdot I \cdot l [N]$$



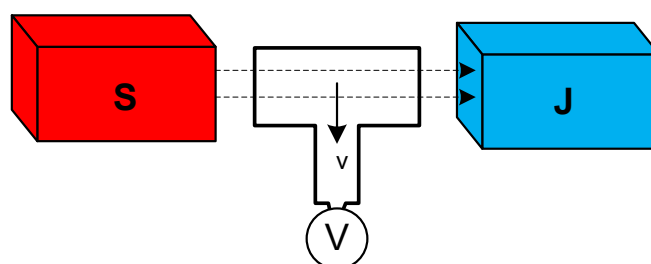
# Elektromagnetna indukcija

- Če prevodno žico premikamo po magnetnem polju tako, da seka silnice magnetnega polja, deluje na nabite delce v žici magnetna sila. Tako se med koncema žice pojavi napetost. Če je žica sklenjena teče po njej električni tok. Ta pojav imenujemo elektromagnetna indukcija, do njega pa pride vedno, kadar se prevodnik giblje pravokotno na silnice ali pa miruje v spremenljivem magnetnem polju.

# Elektromagnetna indukcija

- Velikost inducirane napetosti je funkcija magnetne gostote  $B$ , dolžino vodnika  $l$  in hitrosti gibanja vodnika  $v$ .

$$u_i = B \cdot l \cdot v [V]$$



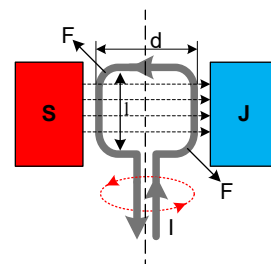
## Vrtljiva tuljava

- Magnetno polje deluje na tuljavo s silo tako, da povzroči vrtilni moment, ki zavrti tuljavo v smeri delovanja sile.

To je princip vrtenja pri elektromotorju

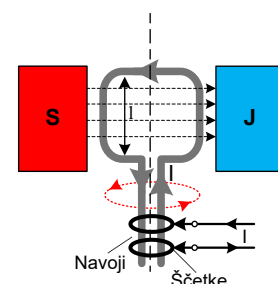
Moment  $M$  je odvisen od velikosti sile  $F$  in razdalje  $d$ .

$$M = F \cdot d \quad [\text{Nm}]$$



## Generiranje električne napetosti

- Če tuljavico vrtimo enakomerno v magnetnem polju, se po pravilu desne roke v tuljavici inducira napetost, ki jo prenesemo na priključne sponke. Če to napetost povežemo z bremenom, steče skozi vodnik električni tok, ki je posledica generiranja napetosti z vrtenjem.



# Princip

- Inducirana napetost je odvisna od treh dejavnikov: od dolžine žice, ki se giblje v magnetnem polju, od hitrosti žice in od gostote magnetnega polja. Če se katera od teh količin poveča, bo inducirana napetost večja.
- Električni tok teče po žici samo, dokler žica na svoji poti seka magnetne silnice. Največji tok dobimo, kadar žica seka silnice pod pravim kotom. Če žica miruje ali če se giblje vzporedno s silnicami (jih torej ne seka), tok po žici ne teče.
- Dinamo izkorišča elektromagnetno indukcijo za pretvarjanje kinetične energije v električno. Ploščata tuljava iz prevodne žice se vrti v magnetnem polju. V žici se zato inducira napetost, ki lahko požene električni tok.

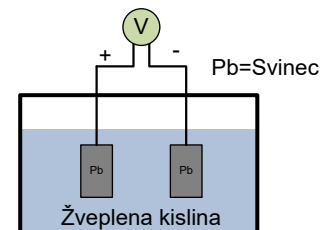
# Enosmerna in izmenična napetost

- Enosmerno napetost oziroma enosmeren izvor električne energije dobimo iz akumulatorja ali baterije, ki deluje na principu elektrolitskega postopka. Temu pravimo galvanski člen, ki je sestavljen iz elektrolita in dveh različnih elektrod, med katerima se nahaja elektrolit, ki je lahko kislina, baza ali sol.



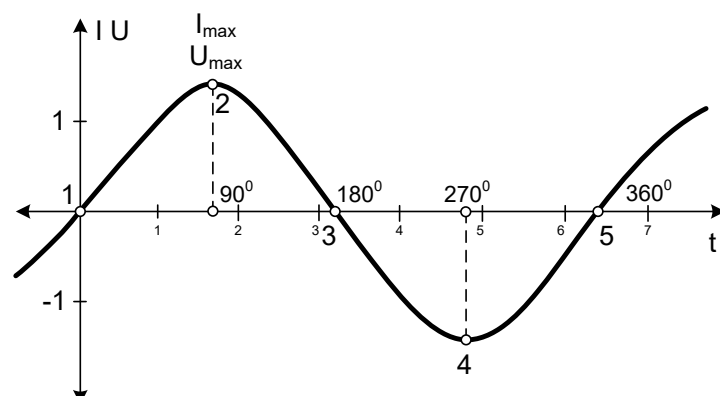
## Enosmerna in izmenična napetost

- Elektrolit pri svinčenem akumulatorju, ki deluje po principu galvanskega člena, je žveplena kislina.
- Minimalna napetost celice svinčenega akumulatorja je 1,83 V. Normalo daje 2V napetosti.
- Višjo napetost dobimo tako, da celice vežemo zaporedno.



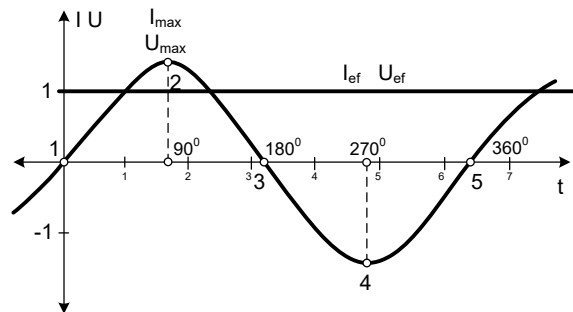
## Enosmerna in izmenična napetost

- Izmenično napetost dobimo z vrtenjem tuljavice v magnetnem polju.
- Izmenična napetost se spreminja po sinusnem zakonu  $U=U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$



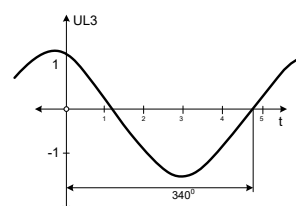
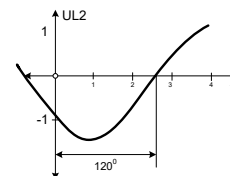
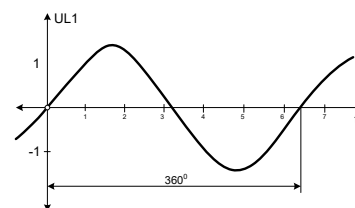
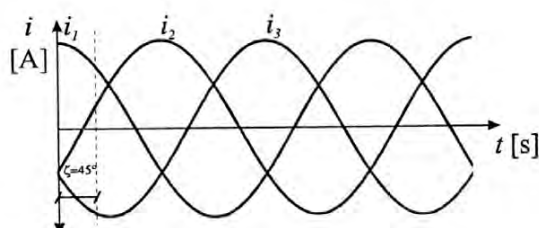
## Izmenična napetost

- Izmenična napetost je sinusne oblike - značilne točke so: trenutna vrednost, maksimalna in efektivna.
- Trenutna je tista, ki teče po sinusoidi,
- Maksimalna napetost ali tok je ta, ki predstavlja vrh sinusoide,
- Efektivna je ta, ki opravi enak efekt kot enako velika enosmerna.



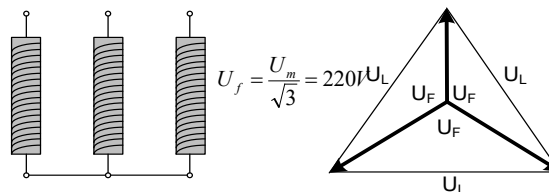
## Izmenična trifazna napetost

- Trifazna napetost je sestavljena iz treh enako velikih izmeničnih napetosti, ki so med seboj premaknjene za 120 stopinj.



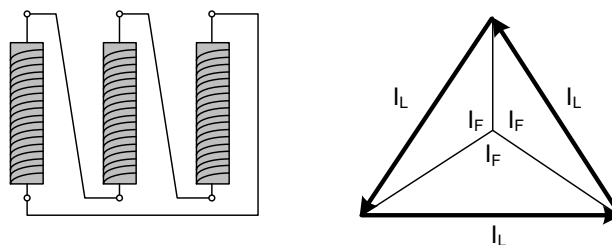
## Vezave trifaznih napetosti

- Zvezda vezava trifaznega priključka pomeni, da so trije konci faznih navitij – napetosti med seboj povezani tako, da je en konec vsake faze zvezan v skupno ničelno točko.
- Napetost na navitju take vezave je fazna napetost  $U_f = 220\text{ V}$ ,  $U_m = 380\text{ V}$ .



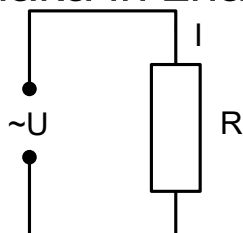
## Vezave trifaznih napetosti

- Trikotna vezava trifaznega priključka pomeni, da so vsa tri navitja vezana zaporedno in se zaključijo v trikotnik.

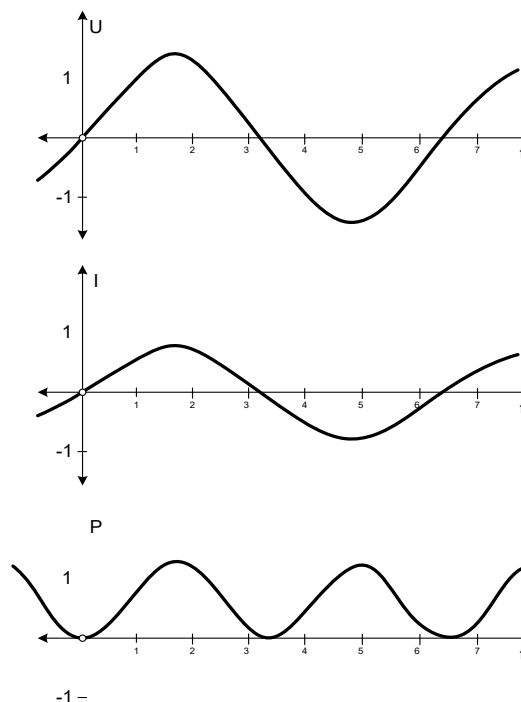


# Moč izmeničnega trifaznega toka

- Moč trifaznega toka je pri zvezdi in trikotu enaka in znaša:



$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi [w]$$



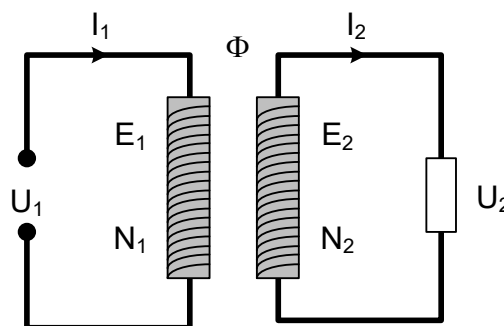
# Transformator

- Transformator je pretvornik izmenične električne napetosti v neko drugo izmenično električno napetost.

$$P_1 = P_2$$

$$P = U \cdot I$$

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \text{ ali } \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$



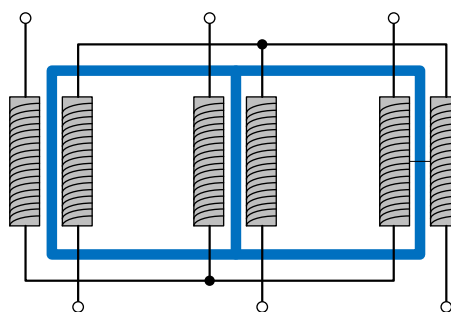
# Izgube in izkoristek transformatorja

$$P_{izg} = I^2 R$$

- V navitju transformatorja so izgube:  $P_{Fe}$
- V železnem jedru transformatorja
- Zaradi izgub se transformator segreva in zato potrebuje hlajenje oziroma odvod toplote v okolico
- Izkoristek je razmerje med navidezno ali priključno močjo in delovno ali sprejeto močjo:  $\eta = \frac{P_{prk}}{P_{spr}}$

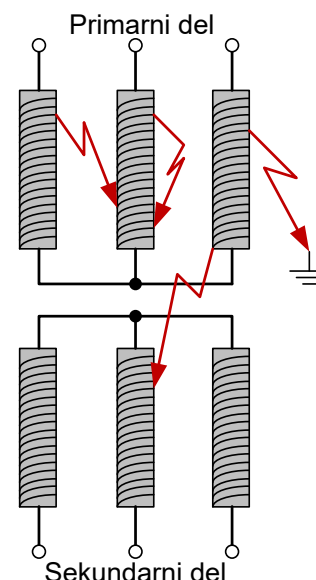
## Trifazni transformator

- Trifazni transformator lahko prikažemo kot tri enofazne transformatorje, ki imajo skupno železno jedro s tremi stebri za vsako fazo po enega. Zvezano so lahko v zvezdo ali pa v trikot.



## Napake na transformatorju

- Napake so lahko:
  - Kratek stik proti masi transformatorja
  - Kratek stik med primarnim in sekundarnim navitjem
  - Kratek stik med dvema fazama
  - Kratek stik med navoji iste faze
  - Kratek stik v jedru.

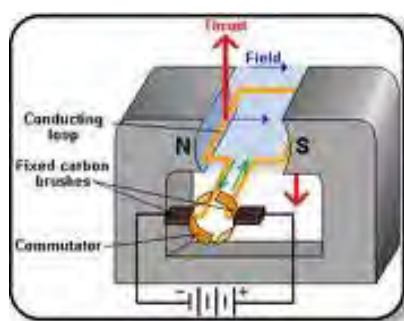


## Električni stroji – elektromotorji, ki jih bomo obravnavali za potrebe žičnic so:

- Enosmerni motorji - enosmerni tok
- Asinhronski motorji –izmenični tok

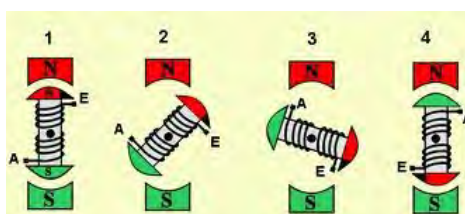
## Enosmerni motor

- Enosmerni motor mnogokrat imenujemo komutatorski stroj, oziroma stroj s ščetkami. Omogoča enostavno spreminjaje oziroma regulacijo vrtljajev in so sicer v velikosti od nekaj W do 10MW moči.



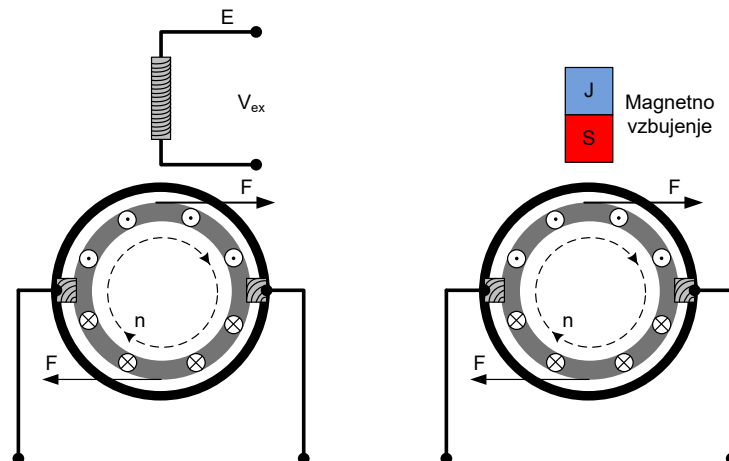
## Enosmerni motor - zgradba

- Ima tri glavne dele: mirujoči imenovan stator , vrteči se rotor in kolektor
- Na rotorju so simetrično navita enaka navitja iz bakrene žice povezana zaporedno in na koncih spojena na kolektor ali mehanski komutator.
- Enosmerni tok teče preko ščetk na kolektor se pretvori v bipolarni – izmenični, ko teče skozi posamezna navitja. Mehanski komutator je v bistvu pretvornik, ki preklaplja polariteto in to v odvisnosti od števila polov s frekvenco  $f = p \cdot n$ ,  $p$  je število polov ,  $n$  je število vrtljajev



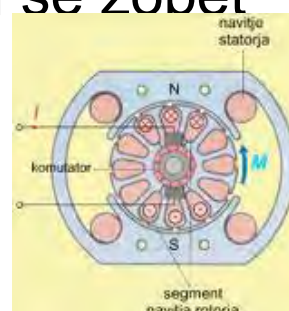
## Enosmerni motor - zgradba

- Vzbujanje je elektromagnetno s zunanjim napajanjem preko vzbujaalne tuljave ali pa s trajnim magnetom.



## Enosmerni motor - stator

- Stator je narejen kot votli valj iz železa. Na notranji strani so magnetni poli z vzbujaalnim navitjem.
- Magnetne silnice grede od severnega pola k južnemu preko rotorja in se zopet sklenejo nazaj.





## Enosmerni motor - rotor

- Rotor je izdelan iz dinamo – magnetne pločevine in uležajen na osi motorja.
- V utorih se nahajajo navitja povezana na lamele kolektorja.
- Ščetke , ki so iz mehkega prevodnega materiala (grafit), ki je mehkejši od kolektorjevih lamel, morajo dobro nalegati na površino lamele, da dajo čim boljši kontakt.



## Delovanje

- Generator: skozi vzbujalno navitje pošljemo magnetilni tok in zasučemo rotor stroja. To vrtenje s hitrostjo  $v$  v magnetnem polju inducira električno napetost  $u = B \cdot i \cdot v$
- Stroj dela kot motor, če pri magnetenju statorja  $B$ , na ščetke pripeljemo enosmerno napetost  $U$ . Ta požene tok  $i$ , ki povzroči silo  $F = B \cdot i \cdot l$ , ki zavrti rotor motorja.  $l$  je dolžina žice -zanke.

# Zagon motorja

Zagonski tok je 3 do 10 krat večji od nominalnega in to lahko škodi motorju. Zato lahko direktno zaženemo samo stroje do 1kW.

Večje motorje zaganjamo - zaženemo preko zagonskih vezij – na primer: pred uporov v vzbujačnem navitju, ki omejujejo tok ob zagonu in z naraščanjem vrtljajev tudi manjšajo upornost predupora in dovoljemo večji tok.

Regulacija vrtljajev:

- klasična s pomočjo pred uporov in spreminjanjem napetosti statorja ali rotorja
- s tiristorskim usmernikom.

## Asinhronski elektromotor



# Asinhronski elektromotor

Asinhronski elektromotor se v glavnem uporablja kot motor.

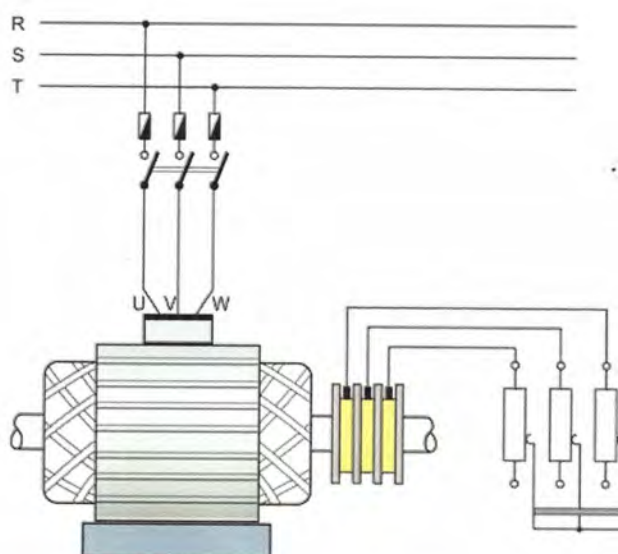
Poznamo enofazne in trifazne asinhronske motorje. Najpogosteje s kratkostično kletko in z drsnimi obročki

Delovanje temelji na vrtljivem magnetnem polju.

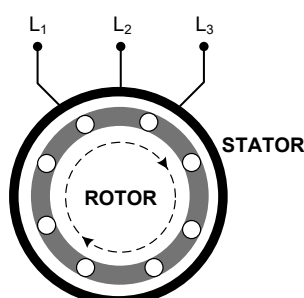
**Animacija:**

<http://www.youtube.com/watch?v=yDLrGMyj5ZI&feature=related>





Elektromotor preko elektromagnetne indukcije pretvarja električno energijo v mehansko. Sestavljen iz rotorja in statorja. Rotor je rotirajoči del, ki se vrti s pomočjo magnetnega polja statorja. Sestavljen je iz osi in kovinskih lamel oz. palic, katere sestavljajo kletko. Stator je stacionarni električni del, ki je priključen na električno omrežje. Vsebuje statorsko navitje, katerega izvedba določa število polov. Ko skozi navitje teče izmenični tok, se spreminja polariteta magnetnega polja na polih. Število polov in frekvenca napajalne napetosti  $f$  določa hitrost vrtenja magnetnega polja, ki jo imenujemo tudi sinhronska statorska hitrost vrtenja ali vrtilna frekvenca  $n_0$



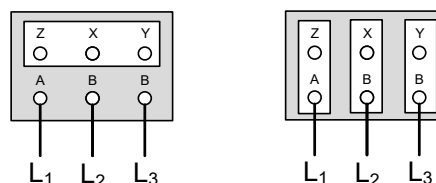
# Stator

- Stator je napravljen iz dinamo pločevine v obliki votlega valja z vzdolžnimi utori v katerih se nahajajo navitja (trifazno). Ohišje je iz litega železa in služi kot nosilec stroja in ščiti navoje pred poškodbami in zunanostjo. Na sredini so vgrajeni ležaji, v katere je montiran rotor.

# Rotor

- Rotor je sestavljen iz osi, ki je vpeta v ležaje in rotorskega paketa v obliki valjane je iz dinamo pločevine (magnetna pločevina z visoko magnetno permeabilnostjo). Na zunanji strani so utori za rotorsko navitja.
- Pri motorju s kratkostično kletko so v rotorskih utorih nameščene bakrene ali aluminjaste palice, ki so na obeh straneh kratko spojene – kot kletka
- Pri motorju z drsnimi obroči je rotor izveden kot pri statorju. V tem primeru imamo drsne ščetke ali obroče za napajanje rotorja.

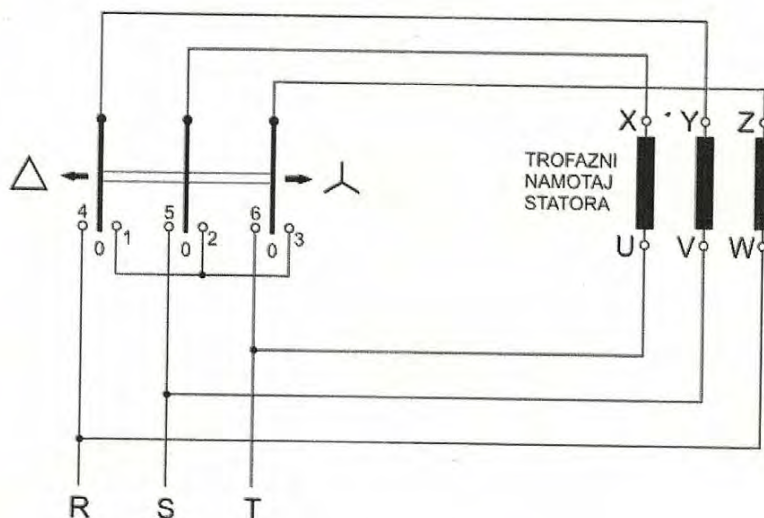
Trifazno vezje se priključi v vezavo zvezda ali trikot kot je to na sliki.



Podatki o motorju, ki jih najdemo na ohišju so:

- Delovna moč motorja v kW,
- Navitje statorja običajno napisana v V (npr. 380V),
- Tok motorja v A,
- Frekvenca v Hz,
- Število vrtljajev na minuto o/min,
- Faktor moči  $\cos\phi$ ,
- Napetost in tok rotorskega navitja.

## Zagon zvezda trikot 1

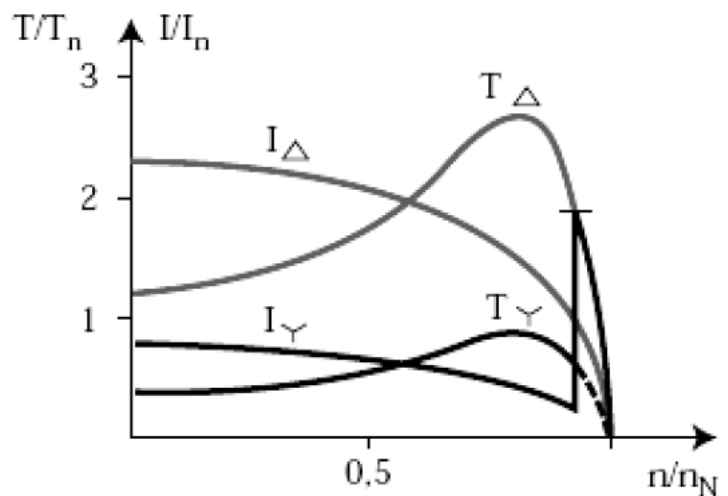
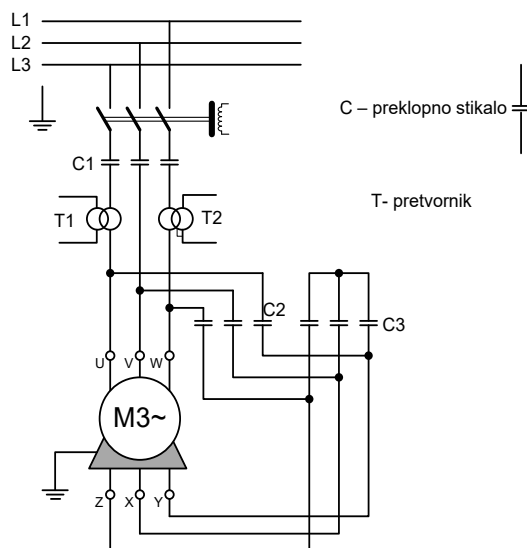


# Zagon zvezda trikot 2

Zvezda trikot je najcenejši način zagone asinhronskega motorja. Pri zagonu je navitje vezano v zvezdo in ko se motor zavrti ga preklopimo v trikot vezavo. Zagonski tok lahko doseže od 1,3 do 3 krat večji tok od nazivnega, ker je vztrajnost osi motorja velika.

Čas preklopa je od 1 do 3 sekunde

# Zagon zvezda trikot 3



## Regulacija vrtljajev

- Število vrtljajev asinhronskega motorja spreminjamo zvezno s pomočjo frekvenčnega pretvornika

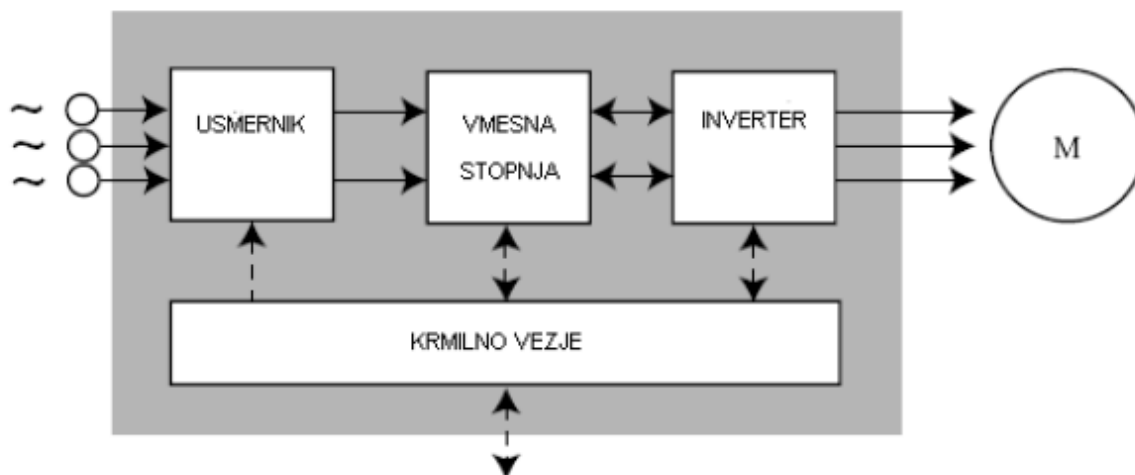
Frekvenčni pretvorniki delujejo na principu spreminjanja izhodne frekvence  $f$  in so primerni za zahtevne aplikacije regulacije in krmiljenja. Mehki zagoni delujejo na principu spreminjanja slipa  $s$ . S krmiljenjem napetosti statorskega navitja so primerni za enostavne aplikacije zagona in ustavljanja.

## Frekvenčni pretvornik





# Frekvenčni pretvornik



## Vodniki, zaščita pred preobremenitvijo, varovalke



# Električne inštalacije v gradbenih objektih

- So skupina stalno vgrajenih električnih vodnikov in ostalih naprav, ki jih za izvedbo električne napeljave potrebujemo.
- Vgrajene so v stavbe in omogočajo dovod električne energije od omrežje oziroma izvora do potrošnika.
- K temu sistemu prištevamo tudi zaščito pred prenapetostjo in strelovodne sisteme.
- Prerezi vodnikov morajo biti dimenzionirani tako, da trajno zdržijo bremenske tokove.

## Vrste

- Naprave močnostne elektrotehnike so:
- visoko napetostne in
- nizko napetostne naprave.

Oboje so namenjene napajanju z električno energijo v hišah, industrijskih objektih (žičnice), motorjih, razsvetljavi, distribuciji energije itd in praviloma uporabljajo izmenično napetost.

Temu rečemo močnostna elektrotehnika.

## Vrste

- Elektronske naprave in računalniške naprave uporabljajo enosmerno napajalno napetost do 50V. Za to za njih potrebujemo usmernike.
- To so računalniki, komunikacijske-telekomunikacijske naprave, avtomatizacija (žičniških naprav), vse elektronske naprave itd.

## Zaščitne naprave - inštalacije

- So namenjene zaščitni in varovanju živih bitij – ljudi pred poškodbami, ki bi nastale zaradi dotika električnih naprav in nastale škode na objektih.
- Strelovodne naprave varujejo ljudi in objekte pred škodljivim delovanjem strele.

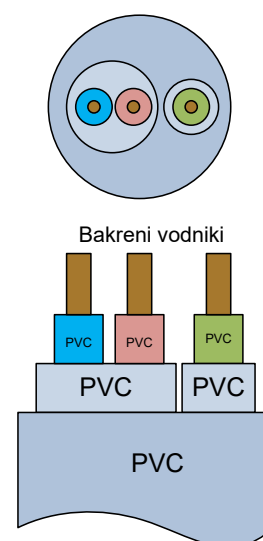
# Nizko napetostne instalacije

Kabli za trajno polaganje in za priključke prenosljivih porabnikov

- Trajno polaganje: nadometni, podometni, polaganje v cevi.
- Ostale naprave: zaščitne sklopke, varovalke, omarice, števc.

## Tipični vodnik

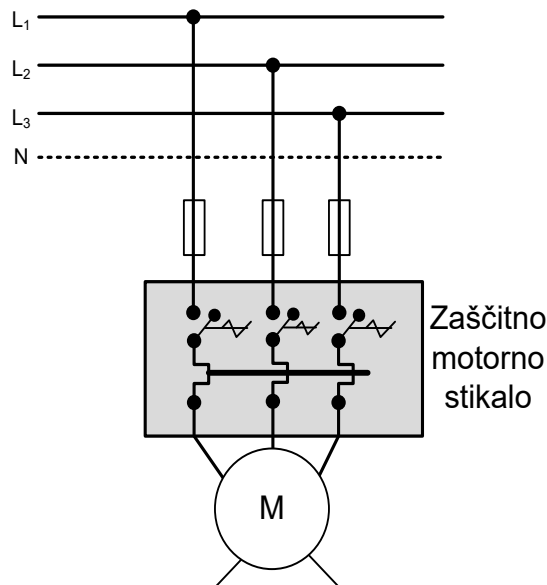
- PP/R vodnik (R – razmaknjene žile)  
je sestavljen iz bakrenih vodnikov obdanih s slojem pvc izolacije. Vodniki so položeni eden poleg drugega – to je ploščati vodnik med vodnik je razmak. So dva in tri žilni v velikosti od 1,5 do 4 mm<sup>2</sup>. za polaganje pod omet v suhih prostorih.



## Primer motorne zaščite

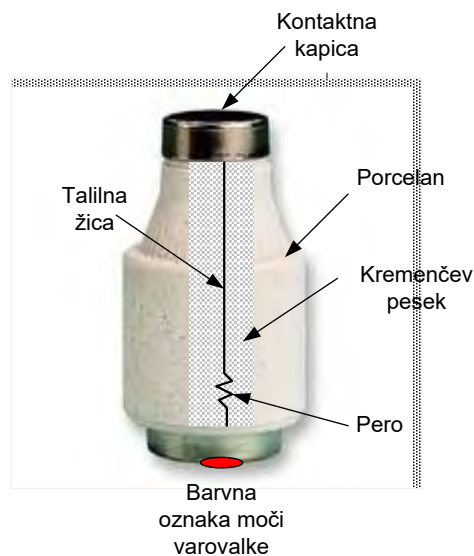
Tripolna zaščita pri asinhronem motorju se nahaja na ohišju motorja in ščiti vse tri faze. Zato v primeru napake v eni fazi izklopi vse tri faze hkrati. To je dodatna zaščita k varovalkam.

Prednost pred klasično varovalko je v tem, da jo lahko po tem, ko ni več preobremenitve, ponovno vklopimo. Ima tudi možnost nastavitve izklopnega toka ali velikosti preobremenitve



## Talilna varovalka

To je element, nujno potreben za zaščito inštalacije in objekta pred prevelikim tokom. Imenujemo ga tudi talilni vložek in deluje na principu Joulove toplote, ki se pri prevelikem toku prične prekomerno segrevati do te mere, da se talilna nitka, ki predstavlja električno povezavo linije, stali in pretrga. Na ta način prekine tokokrog. Pri toku 300% ali več od nazivnega se stali nemudoma, če je tok prevelik za 200% se stali v dveh urah.



# Odklopnik in varovalka

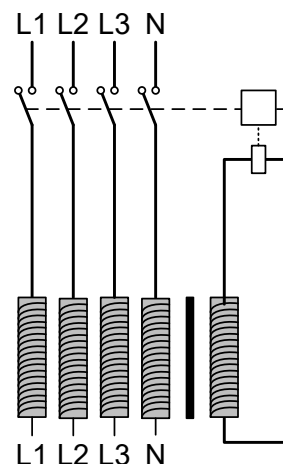
- AVTOMATSKA VAROVALKA  
16A ENOPOLNI ODKLOPNIK

## Nožasta varovalka



# Zaščitno FI stikalo

Ko se pojavi nevarna napetost dotika na vodniku, ki je ozemljen, takrat zaščitno stikalo izklopi celotno vezje v času manjšem od 0,1 s.



## Električne naprave

Električne naprave naj bodo izdelane,  
zasnovane in vzdrževane, tako da:

- nimajo negativnega vpliva na pravilno in varno delovanje drugih električnih naprav, ki bi lahko povzročil nevarnost ali nepravilno delovanje;
- na njihovo pravilno in varno delovanje negativno ne deluje nobena druga električna naprava.

## Senzor ali tipalo

Je naprava, ki zaznava spremembe fizikalnih količin in jih pretvarja v spremembe električnih količin -električni tok, napetost, upornost, ali drugo.

## Senzor ali tipalo

- Tipala lahko razdelimo na
  - proporcionalna in
  - stopenjska (ON-OFF).
- Za regulacijo potrebujemo predvsem proporcionalna tipala. Stopenjska tipala kot so končna stikala, tlačna stikala, nivojska stikala, uporabljamo v različne namene.

## Senzor ali tipalo

- Od stopenjskih tipal najpogosteje pričakujemo zanesljivost preklopov. Ker ponavadi posebnih merilnih pretvornikov ne potrebujejo ali so le-ti sorazmerno enostavni, to zanesljivost tehnološko zlahka dosežemo. Če ta tipala - stikala služijo kot del varnostnega sistema ("blokada"), mora biti njihova zanesljivost zelo visoka.

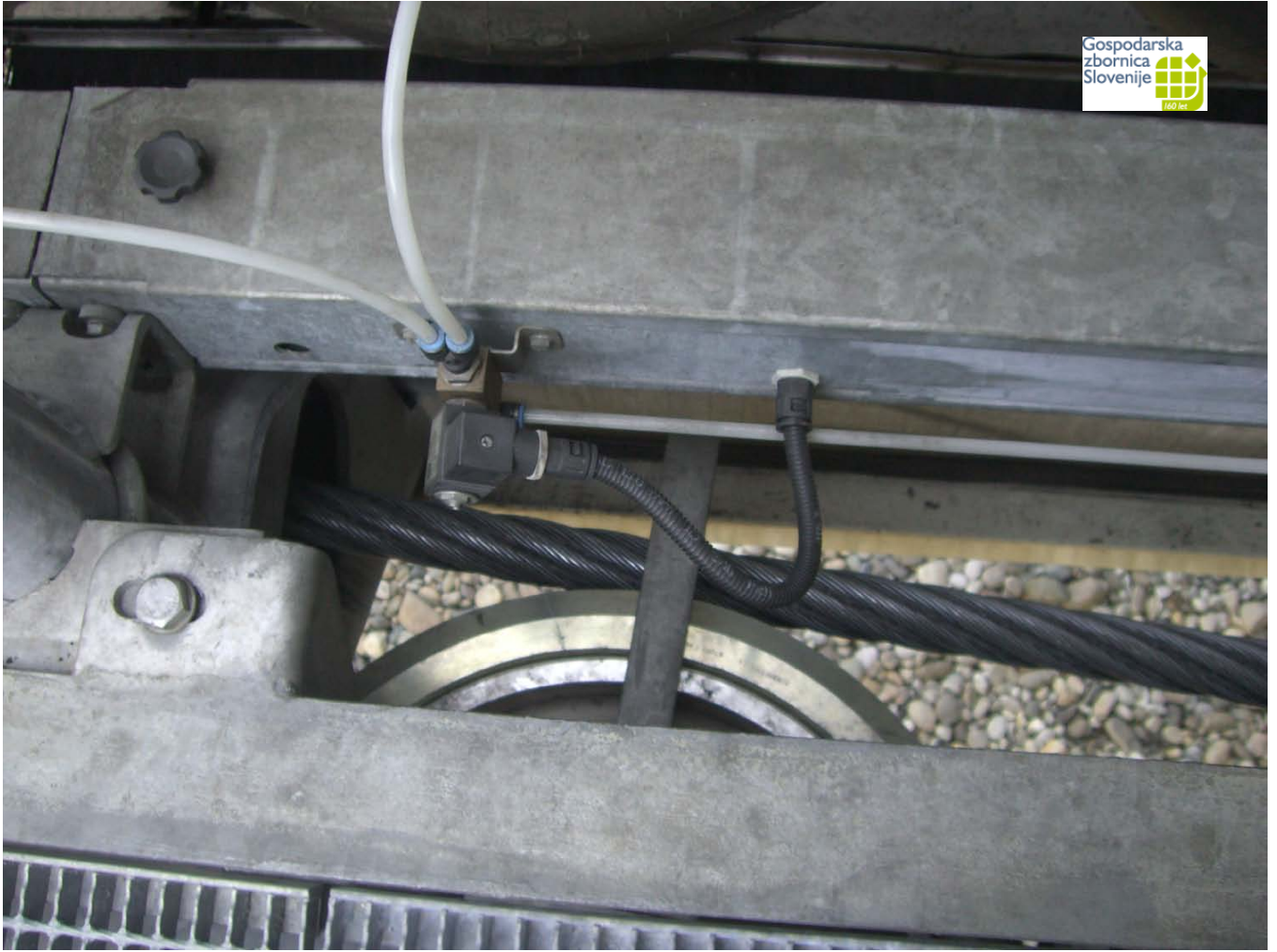


## Senzor ali tipalo

- Od stopenjskih tipal najpogosteje pričakujemo zanesljivost preklapov. Ker ponavadi posebnih merilnih pretvornikov ne potrebujejo ali so le-ti sorazmerno enostavni, to zanesljivost tehnološko zlahka dosežemo. Če ta tipala - stikala služijo kot del varnostnega sistema ("blokada"), mora biti njihova zanesljivost zelo visoka.

## Primeri montaže senzorja







## Tipkala in stikala

- Pri uspešnem in zanesljivem vodenju žičniške naprave igrajo pomembno vlogo:
  - Tipkala
  - Signalne lučke in zvočna signalizacija
  - Specialna ročna stikala
  - Mejna ali končna stikala
  - Releji in kontaktorji

## Tipkala

- So stikala pri katerih sklenemo ali razklenemo kontakt ročno s pritiskom na tipkalo. Namenjena so za zagon oziroma zaustavitev naprave.
- Mnogokrat so obarvana in barva pomeni njihovo funkcijo



## Signalne lučke in zvočna signalizacija

Elementi za optično in zvočno obveščanje o nenormalnih stanjih in dogodkih so sirene in zvočniki –razglasi.

- Barve svetlobne signalizacije (razen v utemeljenih primerih) naj bodo izbrane tako:
  - a) rdeča:                      nujni primer                      nevarne okoliščine, varna zaustavitev;
  - b) rumena:                      izredno stanje                      opozorilo, pokazatelj izrednega stanja;
  - c) zelena:                      normalno, varno                      normalne okoliščine;
  - d) modra:                      obvezno                      zahteva ukrepe;
  - e) belo/sivo/črno                      nevtrarno                      nima posebnega pomena, mejni primeri.



## Ročna stikala

Služijo za ročni vklop in izklop električnih naprav  
Vzdrževalna stikala (varnostna stikala) in stikala za izklop v sili morajo biti nameščena na vidnem in lahko dostopnem mestu in morajo biti označena z napisi.



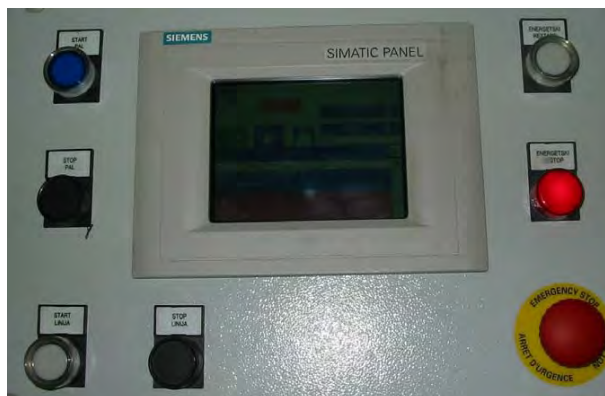
## Komande in stikala stara izvedba

Namestitev in zgled vzdrževalnih in varnostnih stikal in stikal za izklop v sili mora preprečevati zamenjavo z drugo električno opremo ter v kolikor je to mogoče, preprečevati nenamerno sprožitev.



## Komande in stikala nova izvedba

Stikala za izklop v sili in vzdrževalna stikala, naj po sprožitvi ostanejo v tej poziciji in naj se na izhodiščno pozicijo ne vračajo samodejno, razen če je varnostna stopnja ohranjena.



## Komandna plošča sodobne žičnice



# Krmilna omara



# Končna stikala

Uporabljamo za:

- ugotavljanje položajev vozila ali naprave,
- javljanje končnih in začetnih stanj ali položaja naprave,
- Vklp alarmov ob prekoračitvi stanja
- Izklop naprave ob prekoračitvi stanja

Mehanska stikala:



## Končna stikala

vrste mejnih oziroma končnih stikal:

- mehanska,

- induktivna,

- kapacitivna,

- IR;

- Slika Telmak



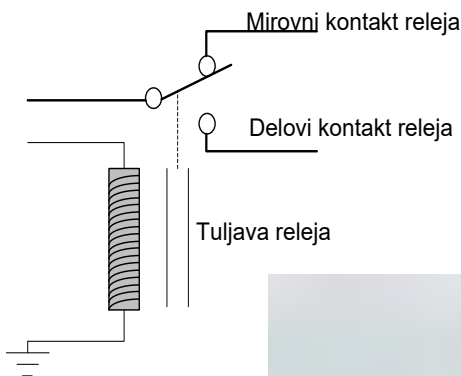
## Releji in kontaktorji

- Rele je naprava, ki na osnovi elektromagnetne sile izvrši preklop, vklop ali izklop naprave tako da prekine ali sklene tokokrog v električni napeljavi ali vezju.



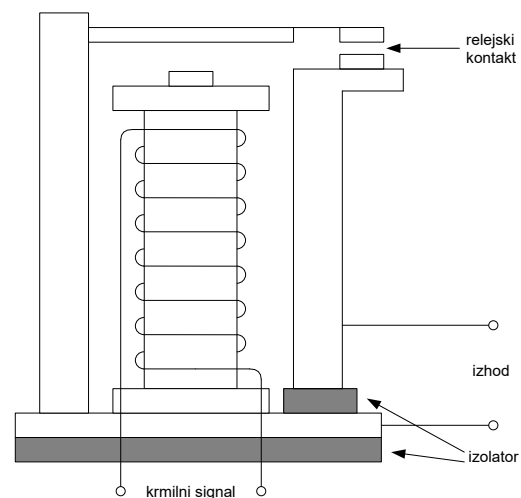


# Releji



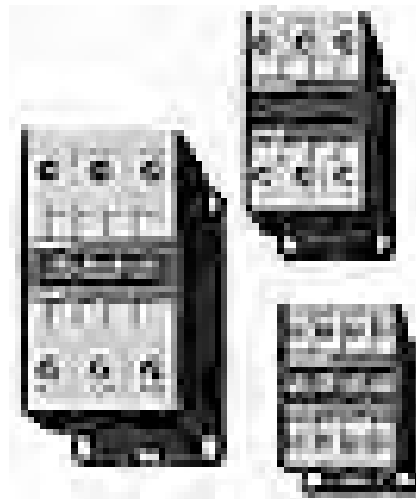
# Stikala in releji

Elektromagnetni releji so električna stikala, ki so namenjena ločitvi dveh tokokrogov. Pri tem ločimo krmilni priključke ter delovne priključke. Elektromagnet znotraj releja vklapljammo ali izklapljammo s pomočjo mehanskega stikala, tranzistorja ipd. Skozi delovne priključke lahko pri tem teče precej večji tok.



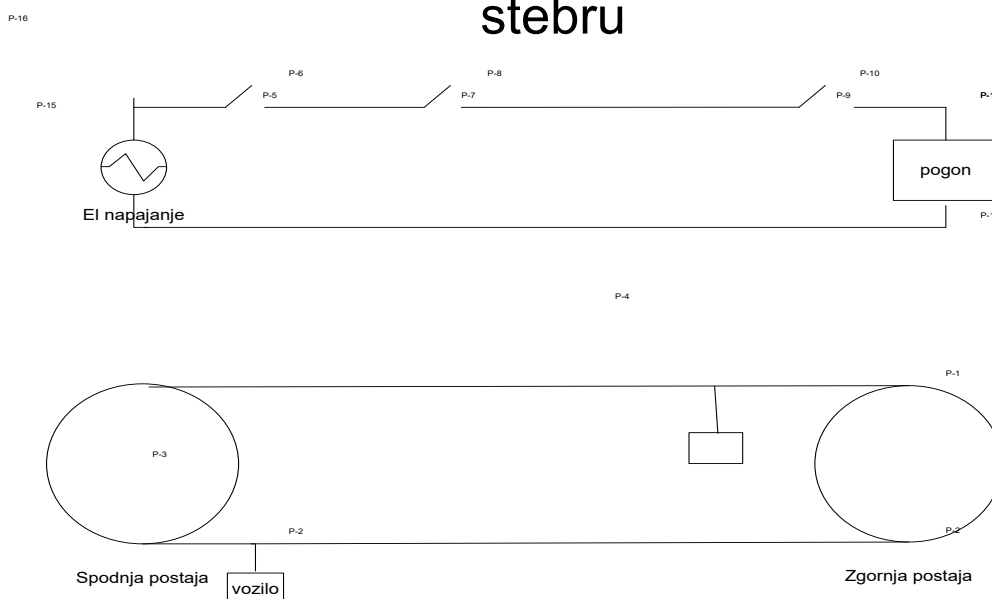
# Kontaktorji

Kontaktor je oblika releja, ki je namenjen mnogo večjim tokovnim obremenitvam - za vklop ali izklop naprav večjih moči.



# Varnostni krog

Stanje se identificira s pomočjo stikal na vsakem stebru



# Električne sheme

- Diagram poteka
- Blokovna shema
- Načrt ožičenja ali vezalna shema
- Enopolna in tripolna
- Signalne povezave
- Krmilna shema
- Tokovna shema
- Pregledna shema vezja
- Načrt električne inštalacije

# Napake električnih naprav

- Tipka vklop-izklop ne reagira,
- Pregorele varovalke ali izklop zaščite ali odkloponika,
- Delovanje zaščite – končnega stikala - aktiviranje senzorja za izklop,
- Delovanje termične zaščite pri motorju, prekinjena povezava – prekinjen vodnik.

# Telefon

Telefon je naprava, ki omogoča pogovor med dvema ali več osebami na večje razdalje. Komunikacije z uporabo telefona delimo na žične in brezžične.

Oče telefonije je Alexander Graham Bell, ki je 1870. leta uvedel prve dvožične govorne komunikacije in je to tudi patentiral.

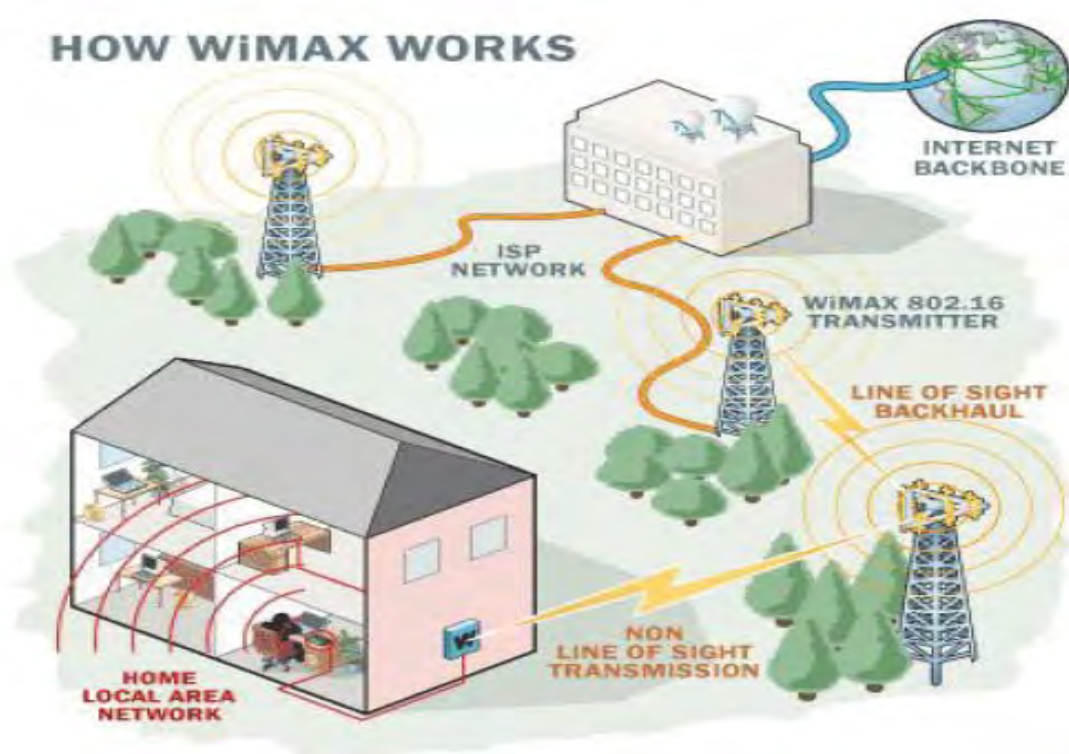
## Aparat mobilnega brezžičnega in navadnega žičnega telefona



# Mobilna telefonija

Ideja za prenosne telefone se je pojavila leta 1970 v Bell Laboratories (ZDA). Do leta 1980 ni bila predstavljena širši javnosti, nato pa je doživela zelo strmo rast v Evropi. Poznana je pod imenom GSM (Global System for Mobile communication)

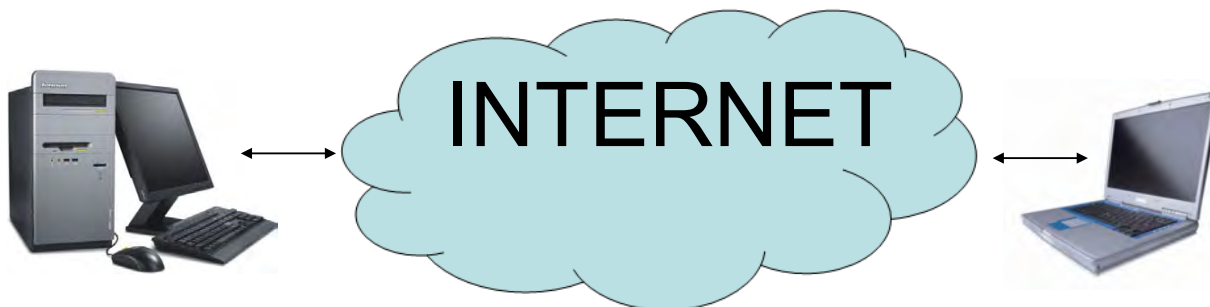
## Brezžična telefonija prihodnosti



Govorni signal se najprej pretvori v digitalno obliko (natančneje, govor se vzorči in kodira) in nato prenaša preko omrežja. Informacija se prenaša kot zaporedje "enic" in "ničel" (visokega in nizkega stanja signala). Velika prednost GSM sistema je gostovanje v tujih omrežjih kar omogoča uporabo mobilnega GSM terminala v državah operaterjev, s katerimi je operater sklenil komercialno pogodbo.

# Internet

Internet je danes takoj za telefonijo druga najbolj razširjena oblika komunikacije. Internetne linije so lahko žične, brezžične in satelitske, ki potekajo po omrežju telefonskih sistemov, kabelskih kanalov in/ali računalniških omrežij.



Internet je v grafični obliki prikazan kot oblak z napisom INTERNET, na katerega so priključeni računalniki.

Internet je svetovno omrežje (WAN - World Area Network), ki povezuje med seboj milijone računalnikov vseh vrst, kar je njegova osnovna naloga.

## Kako do interneta

Dostop do interneta nam ponujajo različni ponudniki "A1, T2, Arnes, Triera.. z različnimi mediji, kot so:

- telefonska linija – telefonski modem
- kabelski sistem – kabelski modem
- optično vlakno – optični modem
- WLAN – brezžični WiFi sprejemnik
- GSM "Global System for Mobile communications" Omrežje
- električno omrežje
- satelitsko omrežje
- lokalno omrežje

Hitrosti internetnih povezav so se od par kilo bitov povečale na giga bitne povezave.



## Pravilo obnašanja na internetu

Zlato pravilo obnašanja na internetu je, da nikoli ne narediš komu nekaj, kar ne želiš, da on tebi naredi.

Pomisli, preden komu nekaj rečeš ali napišeš:  
ali bi mu isto rekel tudi v živo?

**NA INTERNETU KLJUB NAVIDEZNI  
ANONIMNOSTI, NIKOLI NISI SAM**

VELIKI brat te vedno opazuje!!!!

## Krožne žičnice

Dr. Boris Tovornik

Ljubljana 2019



## Izpeljane veličine in enote:

- 1 newton N - enota sile, ki podeli masi 1 kg pospešek  $1 \text{ m/s}^2$  ,
- 1 joule J - enota za delo, ki ga opravimo, če premagujemo silo 1N na poti 1 m;
- 1 Ws ali kWh - enota za porabljeno energijo
- 1 watt W - enota za moč, ki je potrebna, da opravimo delo 1J v 1s;
- 1 volt V - enota za napetost ali potencialno razliko med dvema točkama, kjer za prenos 1As opravimo delo 1J.

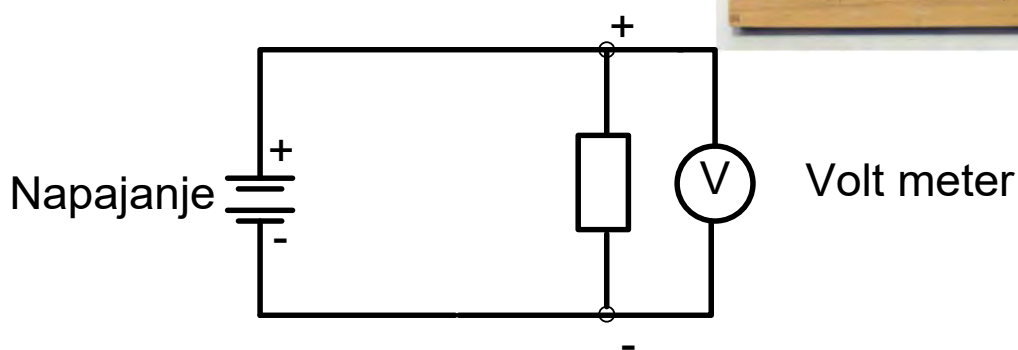
## Električna energija in delo

- Električna energija je definirana kot moč, ki jo razvijemo v času  $t$ . Oznaka za energijo je  $W$
- $W = P \cdot t$  ali  $U \cdot I \cdot t$  enota je Ws - vatsekunda ali kWh kilovatna ura
- Delo, ki ga opravimo je potrošena energija in ima enako enoto kWh.
- Pri potrošnji energije je pomemben tudi izkoristek, ki je v % in vedno manjši od 1

$$\eta = \frac{W_{\text{koristna}}}{W_{\text{proizvedena}}}$$

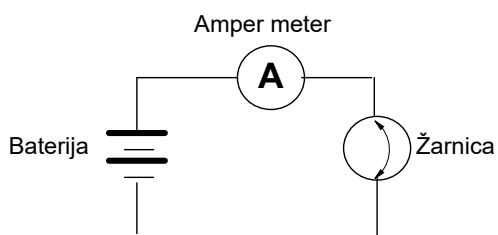
## Merjenje napetosti in vezava V - metra

$$U = I \cdot R$$

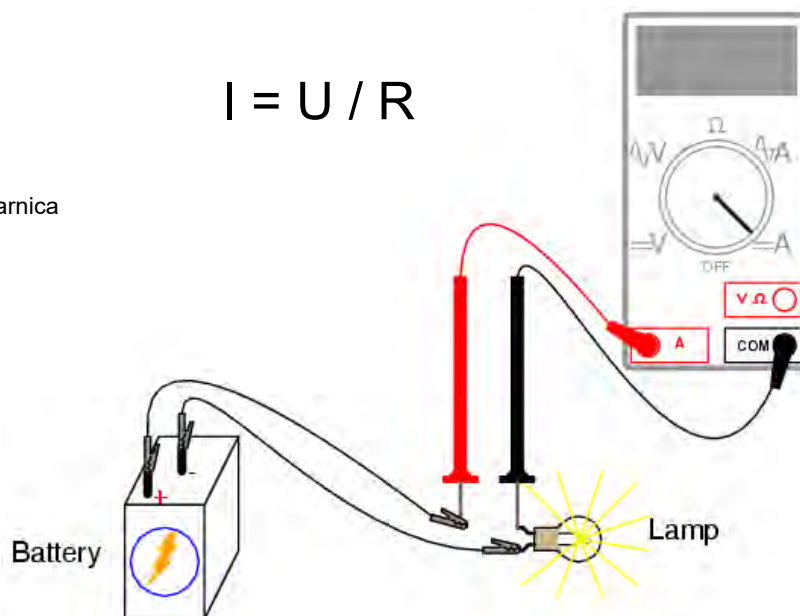


## Merjenje toka in vezava A – metra

sposojena slika

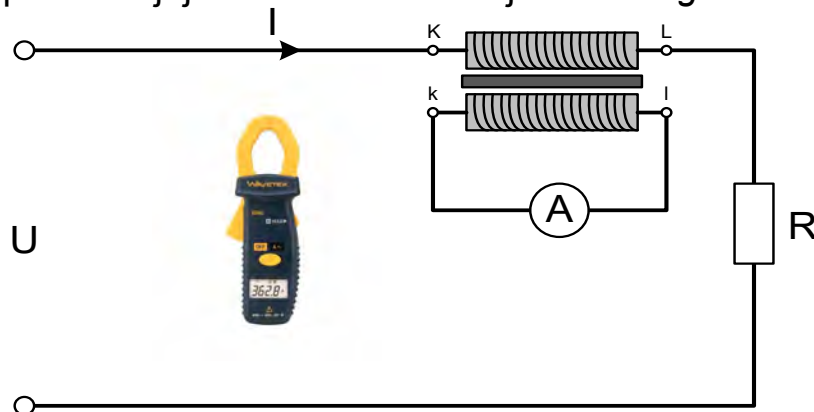


$$I = U / R$$



## Merilni transformator – tokovne klešče

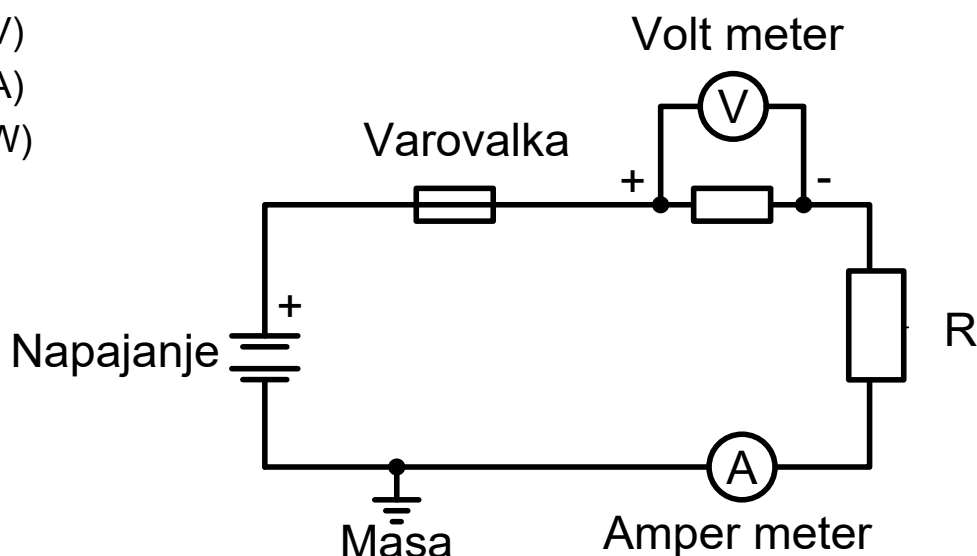
- Tokovni transformator služi za indirektno merjenje velikih tokov tam, kjer direktna meritev ni možna. Prikluči se serijsko direktno v tokokrog.
- Tokovne klešče so merilni transformator za merjenje toka in predstavljajo sekundarno navitje *tokovnega merilnega transformatorja*



## Merjenje toka in napetosti

R je porabnik, ki pretvarja električno energijo v drugo obliko energije

$$U = I \cdot R \quad (\text{V})$$
$$I = U / R \quad (\text{A})$$
$$P = I \cdot U \quad (\text{W})$$



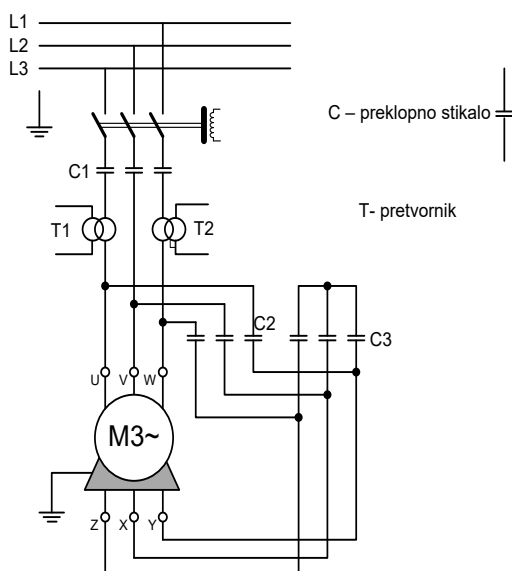
## Zagon motorja - klasični

Zagonski tok je 3 do 10 krat večji od nominalnega in to lahko škodi motorju. Zato lahko direktno zaženemo samo stroje do 1kW.

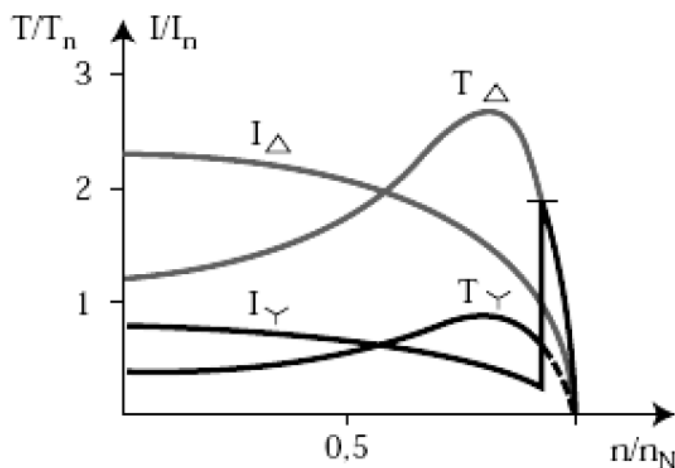
Večje motorje zaganjamo - zaženemo preko zagonskih vezij – na primer: pred uporov v vzbujačnem navitju ali tiristorsim usmernikom, ki omejujejo tok ob zagonu in z naraščanjem vrtljajev tudi manjšajo upornost predupora in dovoljujemo večji tok.

## Zagon zvezda trikot

- Zvezda trikot je najcenejši način zagone asinhronskega motorja. Pri zagonu je navitje vezano v zvezdo in ko se motor zavrti ga preklopimo v trikot vezavo. Zagonski tok lahko doseže od 1,3 do 3 krat večji tok od nazivnega, ker je vztrajnost osi motorja velika.

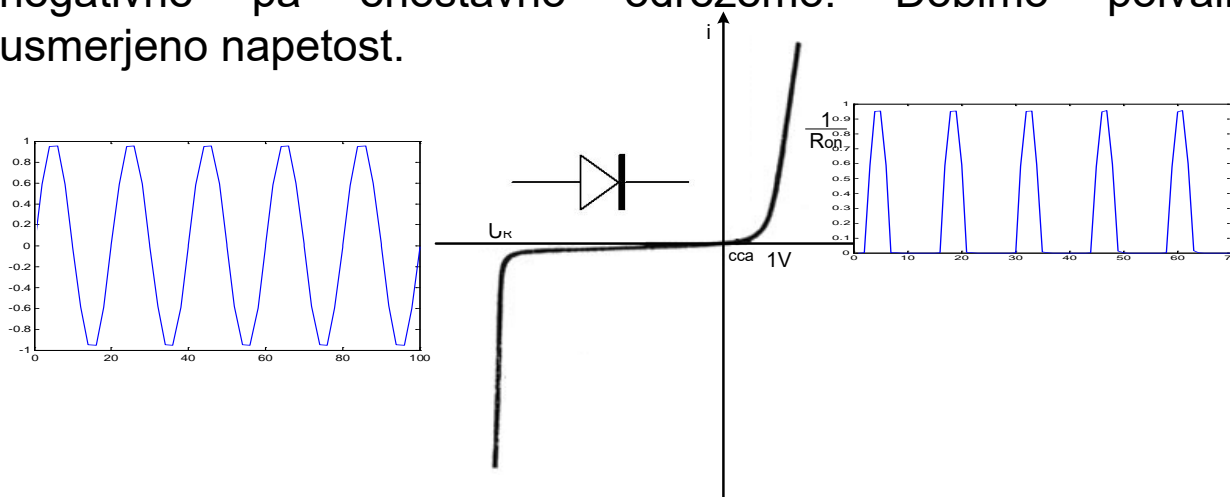


- Čas preklopa je od 1 do 3 sekunde

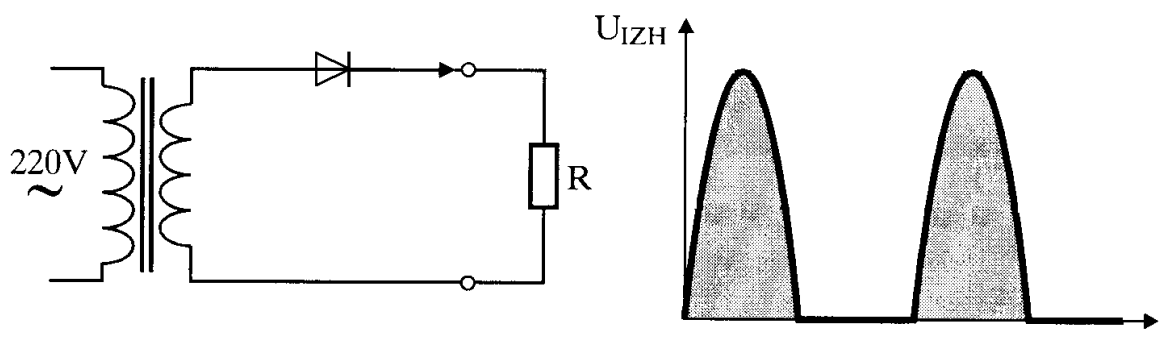


## Dioda, Tiristor in močnostna elektronika

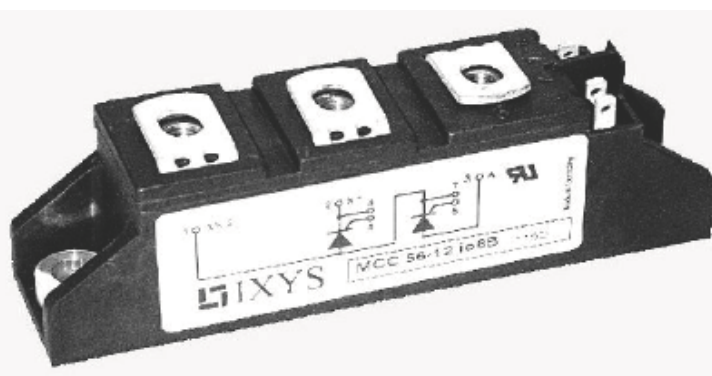
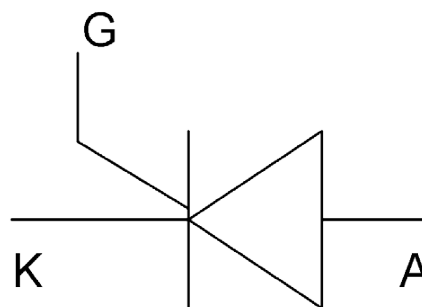
Najpreprostejši element energetske ali močnostne elektronike je dioda. To je osnovni usmerniški element, ki prepušča električni tok samo v prepustni smeri diode, v nasprotni pa ne. Tako napredujejo samo pozitivni polvali izmeničnega toka, negativne pa enostavno odrežemo. Dobimo polvalno usmerjeno napetost.



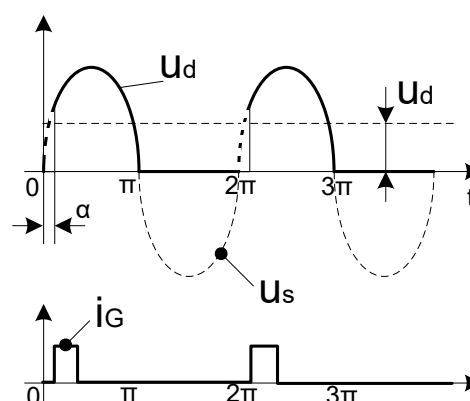
## Enofazni diodni usmernik



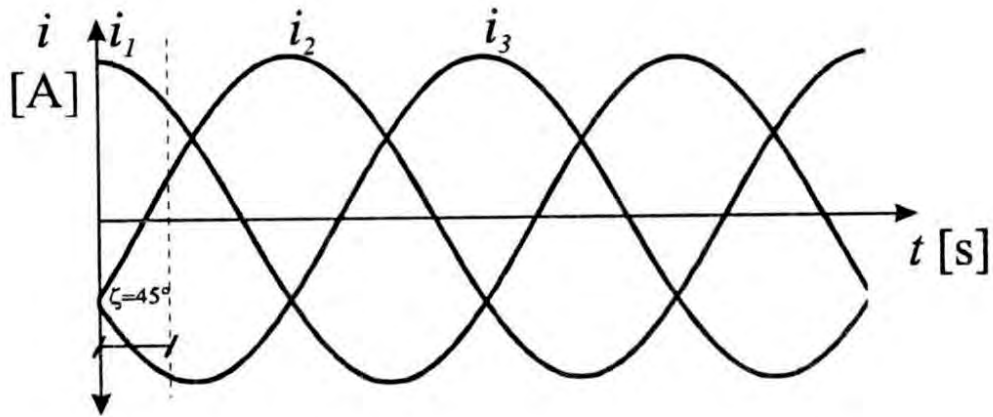
# Tiristor



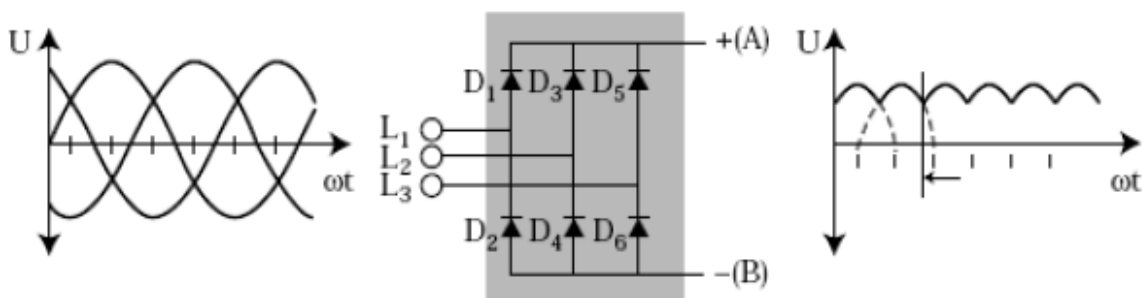
Tiristor je element, ki deluje kot krmiljena dioda. Ima poleg anode in katode še krmilno elektrodo-**gate**, s pomočjo katere določimo točko oziroma čas ko bo tiristor začel prevajati. Na ta način z dolžina krmilnega impulza izbiramo širino pol periode ali pol-vala, ki ga bomo prenašali skozi tiristor. Na ta način izbiramo velikost usmerjenega toka. Z velikostjo, srednjo vrednostjo toka pa določamo hitrost vrtenja motorja.



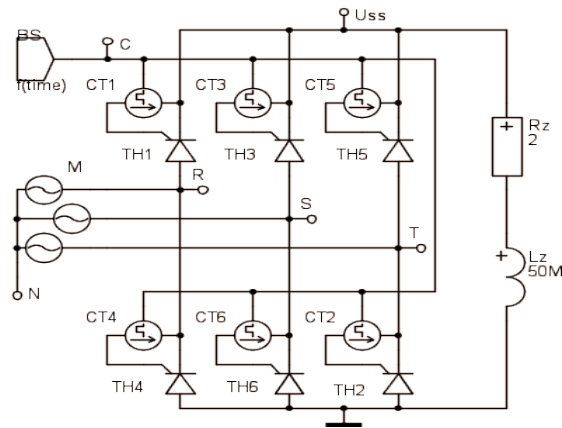
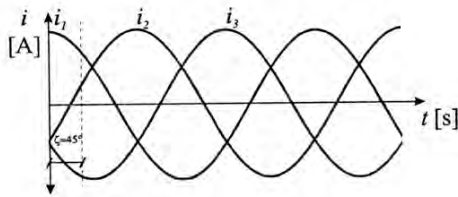
## Oblika izmenične trifazne napetosti



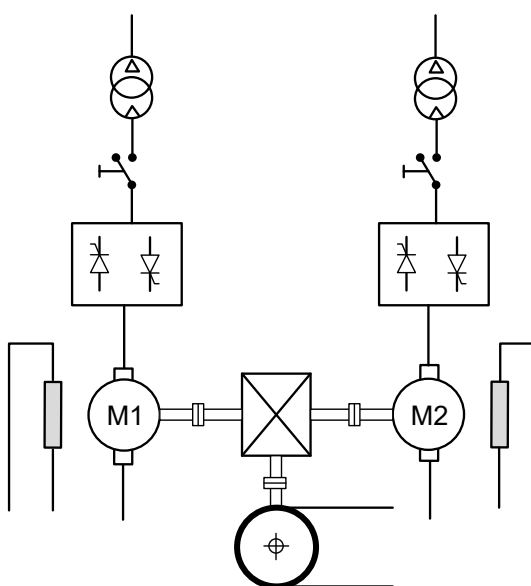
## Usmerjena napetost trifaznega usmernika



## Trifazni tiristorski most z generatorjem vžignih impulzov



## Pogon z dvema motorjema vzporedna vezava



Pri nekaterih žičnicah imamo v uporabi pogon z dvema motorjema. Narejen je tako, da je motor montiran od zadaj in poganja en zobniški pogon ali pa vsak motor posebej poganja po en zobniški pogon. Motorje poganjamo preko dveh ločenih tiristorskih mostov – pogonov. V normalnih razmerah prevzame vsak motor polovico moči in vrtilnega momenta. Razdelitev moči se uravnava preko tiristorskega krmiljenega mostu.

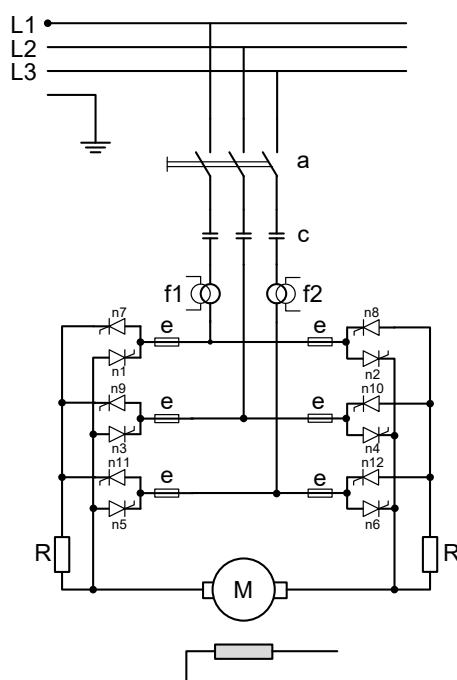
Pogon z dvema motorjema ima prednost pri izpadu enega motorja ali tiristorskega mostu - usmernika. V tem primeru lahko pogon teče dalje s polovično močjo. Vožnja s polovično močjo pomeni polno obremenjeno žičnico in polovično hitrost ali pa je polovično polna žičnica in vozi s polno hitrostjo.



# Zaporedna spojitev dveh motorjev



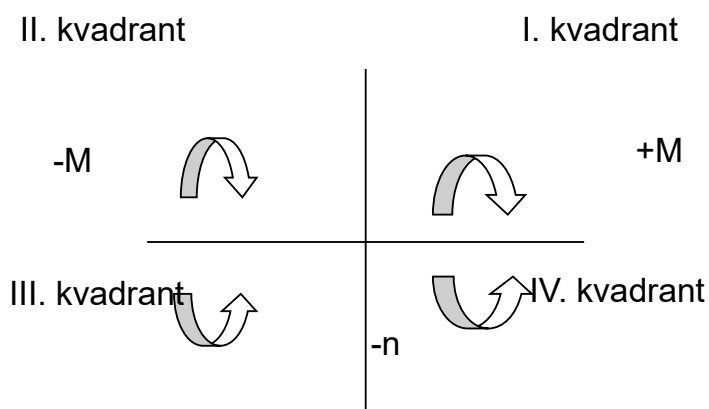
# Tiristorski most – pogon enosmernega motorja



## Enosmerni motorski pogon - štirikvadrantni

Glavno vezje enosmernega motorja s tiristorskim usmernikom je na sliki (tiristorski most). Tok teče preko glavnega stikala in glavne zaščite do tokovnega pretvornika transformatorja skozi varovalke tiristorjev k tiristorjem in od tam k rotorju enosmernega motorja. Izhodi iz tokovnega pretvornika so namenjeni za krmiljenje, zaščiti, in prikazu odvzema porabe toka motorja. Pri motorskem pogonu so aktivirani tiristorji n1 do n6. Če pride do prekoračitve mejnih vrednosti mora motor delovati kot zavora, da bi obdržal konstantno hitrost motorja vrtenja. V ta namen morajo biti vključeni tiristorji n7 do n12. V tem primeru deluje motor kot generator in vrača elektriko v omrežje. Ta tok mora teči skozi upor R. To je pomembno v primeru ko v generatorskem načinu izpade napajanje ali pa glavno stikalo odprto. Energija, ki bo v tem času odprtja stikala (nekaj mili sekund) proizvedena se porabi na upor in pretvori v toploto.

## Štirikvadrantni pogon



- I. kvadrant: krmiljenje motorja pri vrtenju v desno
- II. kvadrant: zaviranje motorja pri vrtenju v desno
- III. kvadrant: krmiljenje motorja pri vrtenju v levo
- IV. kvadrant: zaviranje motorja pri vrtenju v levo

## Pogonski sistem

Pogonski sistem tvorita glavni pogon, ki je elektromotor in zasilni pogon, ki je dizelski ali pa bencinski motor.

Osnovna funkcija pogonskega sistema je poganjanje pogonskega kolesa na katerega je pri nihalki napeljana vlečna vrv, pri ostalih vozniških napravah pa transportna vrv.

Motor na vlečni strani vleče proti zgornji postaji, na drugi strani na povratku navzdol pa deluje zaviralno.

Pogonski sistem nihalka je zahtevnejši od pogonov ostalih tipov žičnic, ker potrebuje močnejši motor in zahtevnejši sistem vodenja žičnice.

## Glavni pogon

Tipičen primer glavnega pogona je:

elektromotor, sklopka med motorjem in reduktorjem, reduktor, sklopka med reduktorjem in pogonskim kolesom, pogonsko kolo ter krmilni sistem( ki je v zadnjem času nadzorovan z računalnikom)

# Glavni pogon

Tipična sestava električnega dela je:

- Transformatorska postaja,
- Elektromotor,
- Tiristorski usmernik pri enosmernem motorju,
- Frekvenčni pretvornik pri asinhronskem motorju,
- Regulator vrtljajev motorja,
- Krmilje, stikala, senzorji, kontaktorji, el. zaščite, akumulator,
- Nadzorna plošča,
- Nadzorni računalnik,

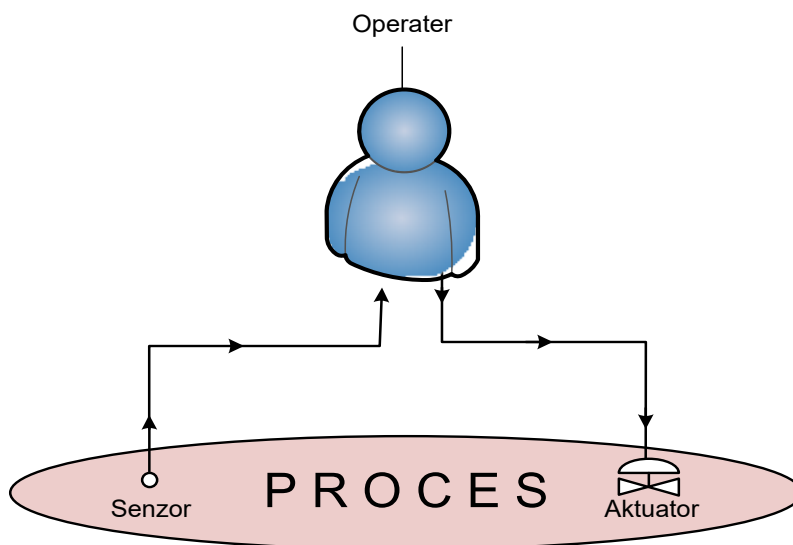
## Regulacija vrtljajev motorja

### Regulacija

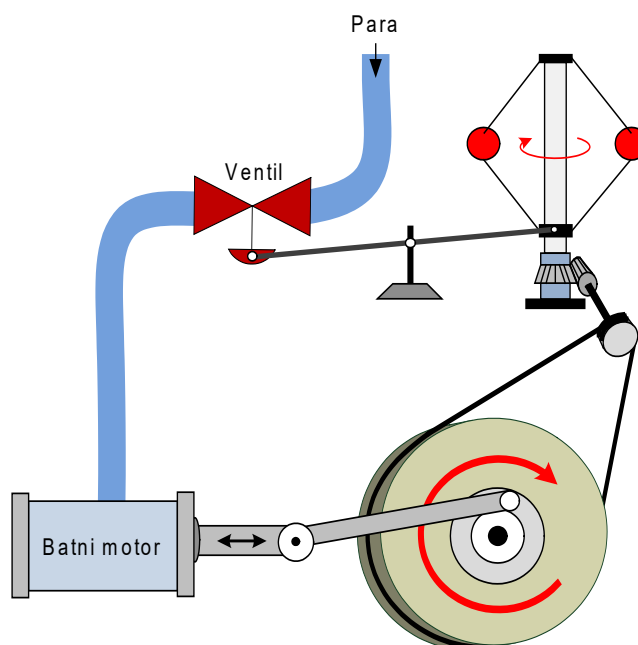
Klasični primer reguliranja procesne veličine je tuširanje s toplo vodo, kjer ročno spreminjamo temperaturo vode. Pri tuširanju predstavlja človek želeno vrednost temperature vode, senzor in regulator hkrati. Želena vrednost je subjektivna ocena človeka kako toplo vodo si želi.



## Regulacija

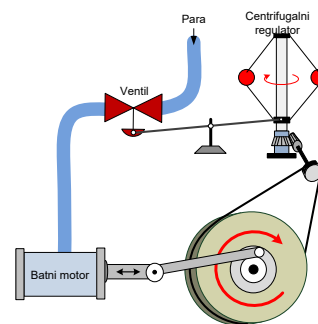


## Prvi regulator centrifugalni regulator na parnem stroju



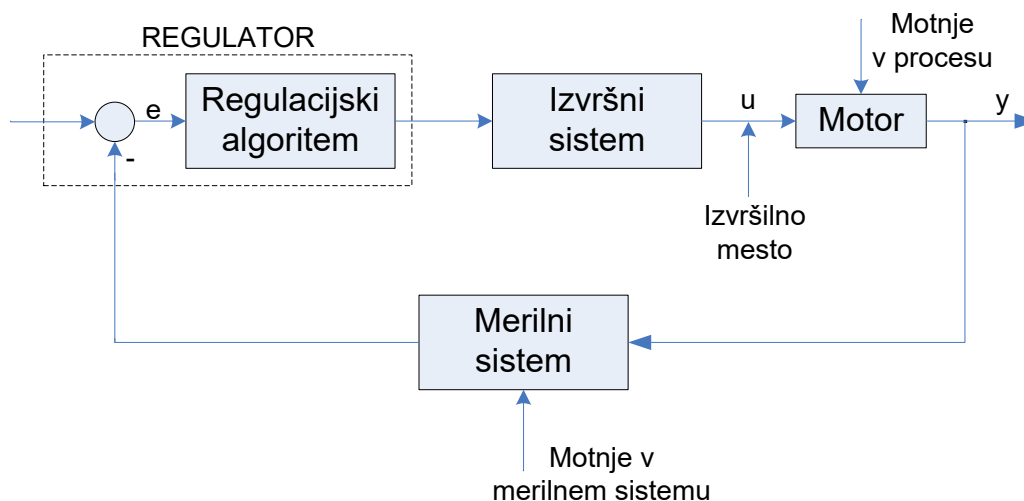
okoli leta 1785

Po prvem parnem stroju v letu 1765 sta James Watt in njegov družabnik Matthew Boulton naredila dosti izboljšav v konstrukciji.



Ena od izboljšav je centrifugalni regulator (okoli 1785), ki je zagotovil povratne informacije za krmiljenje motorja. Regulator je bil sestavljen iz kroglice na koncu ročice pritrjene na vrtečo gred. Ročica je bila povezana z ventilom za paro. Ko se je hitrost vrteče gredi povečala, se je kroglica pomaknila navzven zaradi centrifugalne sile; zaradi tega je ročica zmanjšala odprtost ventila in upočasnila hitrost motorja. Ko se je hitrost vrtenja zmanjšala, sta se kroglica in ročica sprostili, in tako omogočili odpiranje ventila. Ta regulator je eden prvih primerov v inženiringu vodenja s povratno vezavo, pomemben način sistema vodenja – drugi osnovni element avtomatiziranega sistema.

Blokovna shema, ki ponazarja vse elemente, ki nastopajo v regulacijski zanki pri avtomatski regulaciji je prikazana na naslednji sliki.

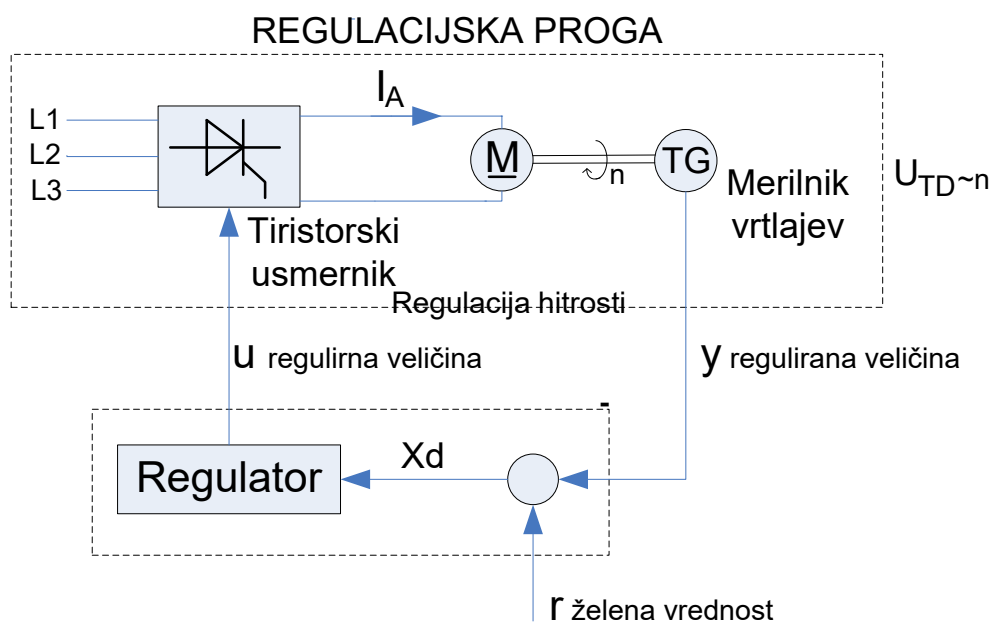


Regulator deluje kot PID regulator in ima nalogo, da formira regulirno veličino, ki krmili aktuator tako, da bo proces – motor dosegel želeno vrednost – želeno število vrtljajev.

Želeno vrednost želimo doseči čim hitreje in s čim manjšimi prenehaji.

Motor se mora vrteti s konstantno hitrostjo ne glede na to ali je bolj ali manj obremenjen in ali na motor deluje nenadna dodatna obremenitev ali razbremenitev, ki ji pravimo motnja.

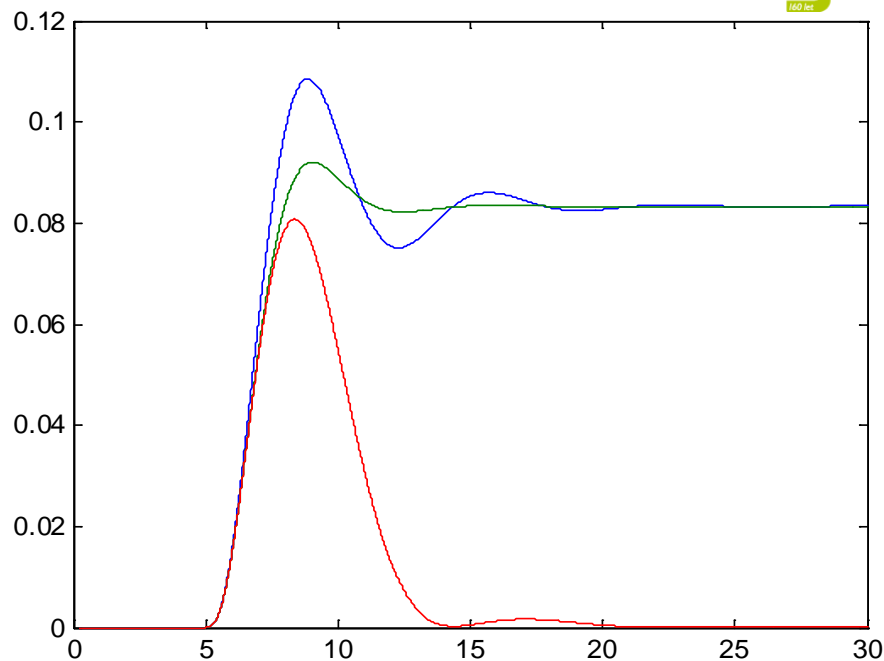
## Regulacija hitrosti vrtenja



Regulacija enosmernega motorja



Merilnik vrtljajev poznamo pod imenom tako generator. Njegova vloga je, da meri število vrtljajev motorja. Novejše naprave imajo digitalni merilnik vrtljajev – inkrementalni dajalnik.



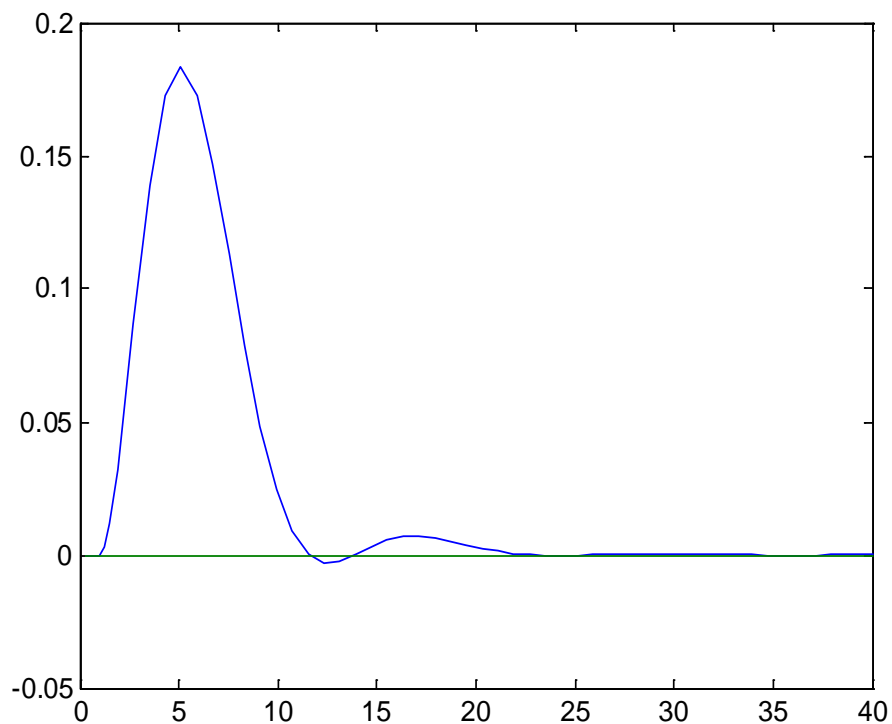
Odziv na motnjo – obremenitev motorja pri različnih tipih regulatorja:

P regulator - zelena črta

PD regulator - modra črta

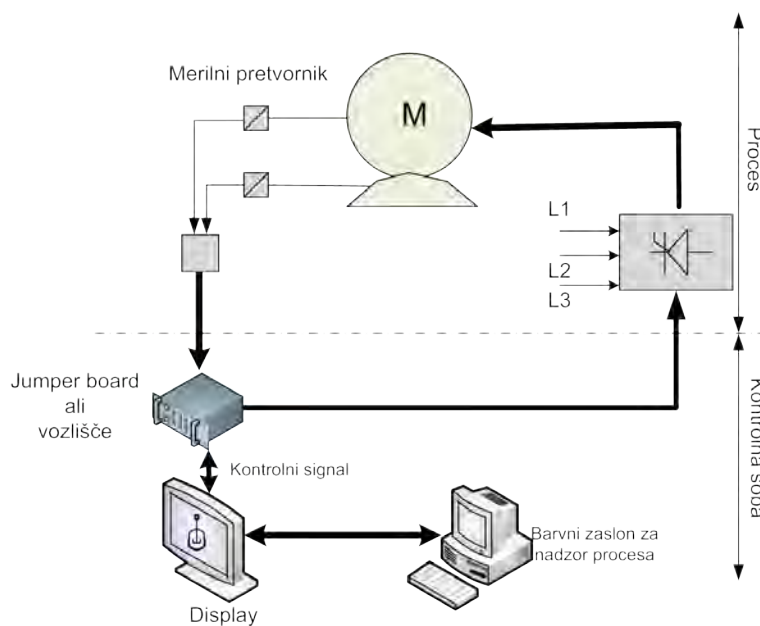
PID regulator - rdeča črta





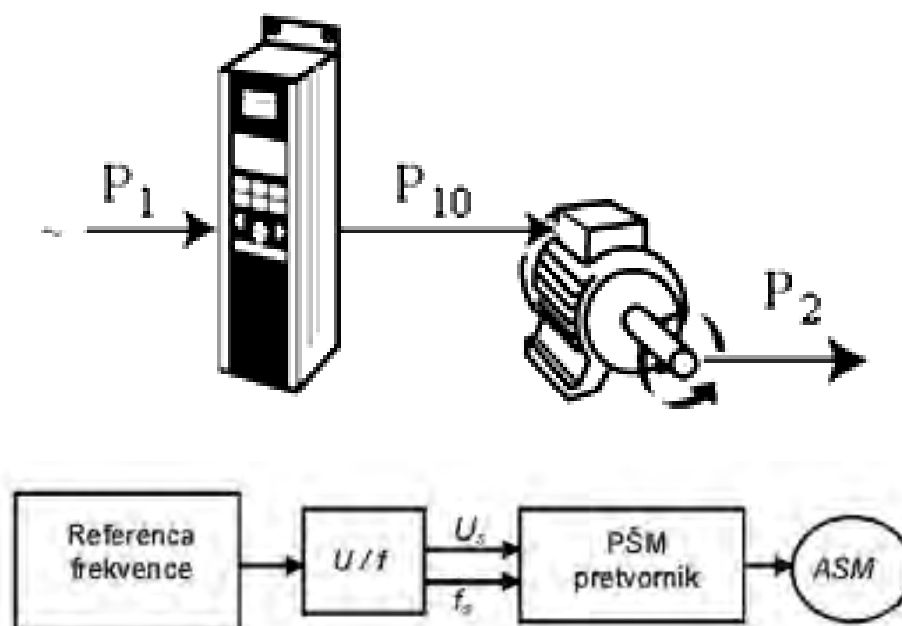
Odziv PID regulatorja na motnjo velikosti 1 – nenadna razbremenitev motorja

## Računalniško vodenje stroja preko komunikacijskih vodov

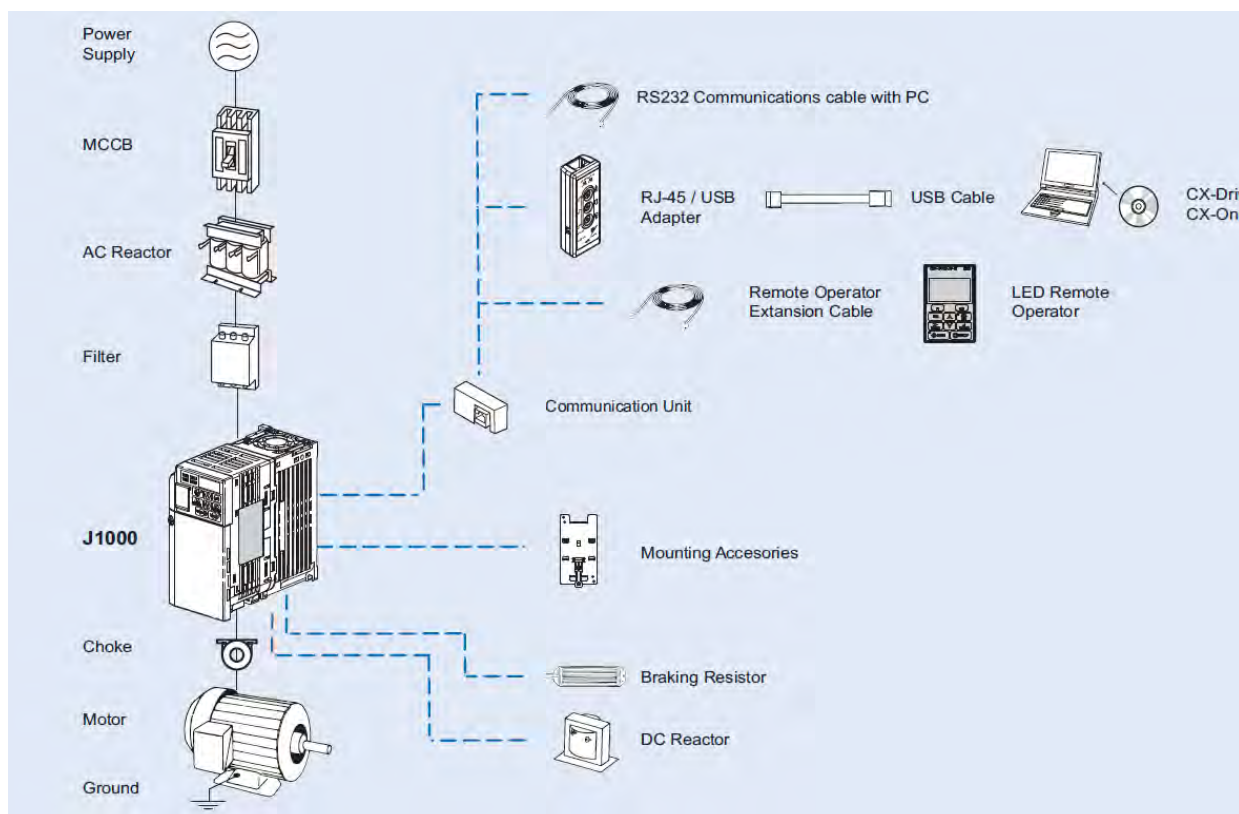


# Frekvenčni pretvornik

Frekvenčni pretvornik omogoča idealni zagon elektromotorja. Pri obratovanju s frekvenčnim pretvornikom, moramo statorska navitja vezati v vezavo za direktni zagon. Zagonski tok elektromotorja lahko omejujemo na vrednost nazivnega toka. Dodatnega segrevanja elektromotorja zaradi pogostih zagonov ni. Števila vklopov in izklopov elektromotorja ne rabimo več omejevati. Integrirane zaščitne funkcije omogočajo popolno motorno zaščito.



Krmiljenje števila vrtljajev asinhronskega motorja s pomočjo frekvenčnega pretvornika



Izmenične (AC) elektromotorje  
je potrebno pri delovanju varovati. V

splošnem lahko določimo tri nivoje varovanja motorja:

- zunanja zaščita pred kratkim stikom v električnih instalacijah,
- zunanja zaščita z motornimi zaščitnimi stikali,
- vgrajena temperaturna zaščita.

## Varovalke (odklopniki)

Najpogostejša je uporaba z integriranim varnostnim stikalom. S stikalom ročno sklenemo in razklenemo el. povezavo. Varovalka pa opravlja funkcijo tokovne zaščite. Izbrane morajo biti tako, da ločijo kratki stik in preobremenitev. Pri kratkem stiku tok v zelo kratkem času naraste. Pri preobremenitvi pa tok narašča počasi v daljšem času. Izbrati moramo varovalke, ki dopuščajo 500 % nazivnega toka v času 10 s, ali večjega v krajšem času. Takšna varovalka bo dobro delovala pri zagonu motorja.

# Elektronske varovalke

Elektronske pametne varovalke izklapljujejo pri točno določenem toku in se pri vnovičnem padcu lahko daljinsko ali ročno vklopijo. Pridobitev so predvsem krajši izpadi v vedno bolj kompleksnih proizvodnih sistemih.



### Motorna zaščitna stikala

Vrednost toka preobremenitve (izklopa) lahko ustrezno nastavljamo. V istem ohišju so lahko integrirani tudi odklopniki. Ponoven vklop je enostaven in je lahko izveden na različne načine, ko napaka ni več prisotna. Z dodatnimi elementi jih je možno povezati na krmilne enote ali centralne nadzorne sisteme. Izbiramo lahko med termalnimi, magnetnimi in elektronskimi izvedbami. Stikalo mora izklopiti pri 600 % nazivnega toka v času 10 s. Elektronska motorna stikala omogočajo dobro zaščito motorja. Nudijo zaščito pred trenutnimi in dolgotrajnimi napakami. Omogočajo spremljanje merjenih veličin, javljanje in analizo napak. Ponavadi že v osnovi omogočajo povezavo v centralne nadzorne sisteme.

### Temperaturna zaščita

Omogoča nadzor počasnega ali hitrega dviga temperature v navitju elektromotorja. Vzrok za dvig temperature je lahko neustrezno hlajenje, visoka temperatura okolice, pogosti zagoni, izpad ene faze, nepravilno obratovanje s frekvenčnim pretvornikom itd. Nudijo dodatno zaščito, ko motorna stikala niso pravilno nastavljena ali so v okvari. V uporabi so temperaturna stikala, termistorji (PTC) in temperaturni senzorji (PT100).

Temperaturna stikala so vgrajena v statorsko navitje. Imajo fiksno nastavljeno temperaturo izklopa. Lahko jih direktno povežemo v krmilni tokokrog zagona elektromotorja.

Termistor (PTC) je temperaturno odvisen upor, ki mu upornost s temperaturo narašča. Vgrajen je v vsako fazno navitje. Vezani so zaporedno. Nudi zaščito pred blokiranjem, preobremenitvijo in previsoko temperaturo okolice. Izdelani so za temperature od 90 do 180 °C, v korakih po 5 °C. Kodiranje je izvedeno z barvami žic na priključnih sponkah.

# Dajalniki končnega položaja

Izhodne enote krmilnika pa imajo nalogo prilagoditi signal iz standardnih internih binarnih nivojev v električni signal, ki bo krmilil izvršni člen – aktuatorje v procesu. Ti so lahko npr. releji, kontaktorji, ventili itd.

V praksi se uporabljajo končna stikala tam, kjer je potrebno iz varnostnih razlogov zagotoviti stoodstotni preklop. Takšne vrste stikal zahtevajo natančno namestitev tako stikal kot preklopnih peres. Problematična so še posebej preklopna peresa, saj se lahko čez čas zrahljajo ali ukrivijo in tako lahko pride do mehanskih poškodb stikal. Ravno zaradi slednjega smo se raje odločili za brezkontaktna stikala, pri katerih takšne vrste problemi odpadejo.

## a) Kontaktni dajalnik končnega položaja

Najbolj klasična metoda ugotavljanja končnega doseženega položaja je uporaba končnih stikal. Ob stiku z opazovanim delom se sklone (delovni kontakt NO – normally open) ali razklone (NC - normally closed) poveza med priključnima sponkama. Slika prikazuje nekatere možne izvedbe. Največje pomanjkljivosti končnih stikal so vezane na staranje mehanskih delov in oksidacijo.



Slika: Nekateri izvedbi končnih stikal

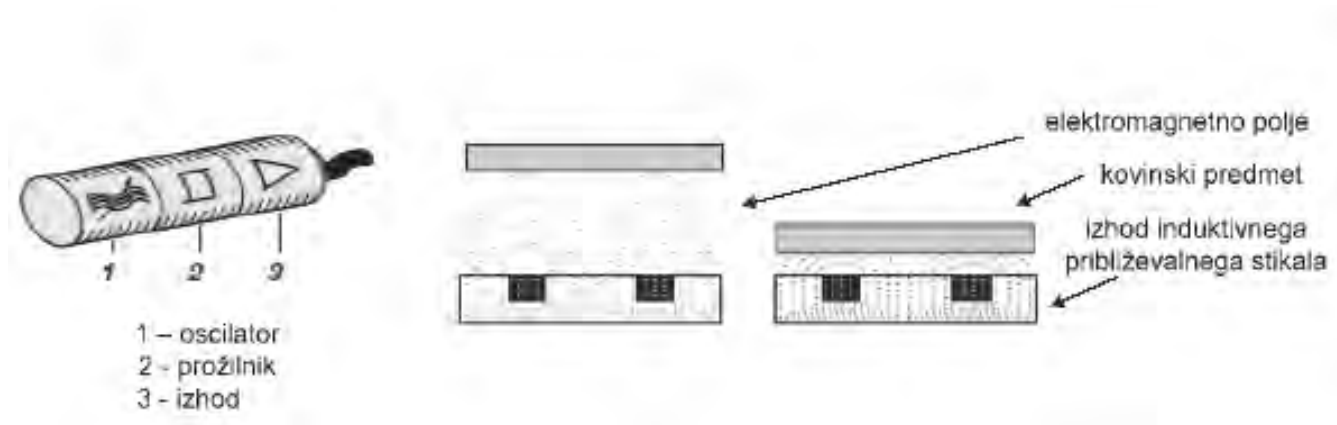
Induktivno približevalno stikalo (slika 3) se najbolj pogosto uporablja kot binarni dajalnik položaja. Do spremembe stanja signala pride, ko se nek opazovani del približa na vnaprej določeno razdaljo. Glede na način delovanja ločimo kapacitivna in induktivna približevalna stikala.



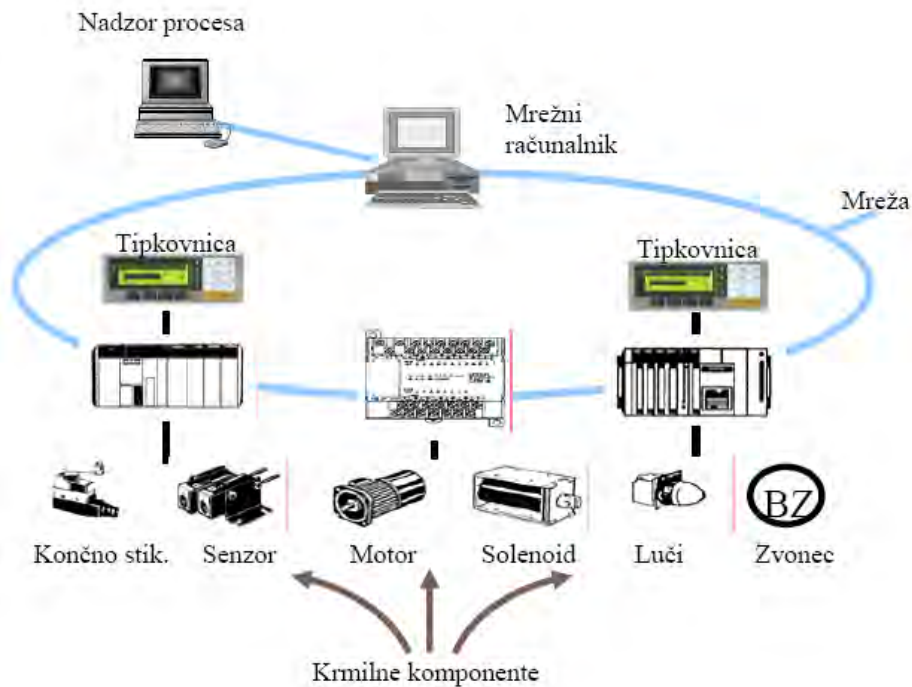
Induktivno približevalno stikalo

Induktivno približevalno stikalo zazna bližino kovinskega predmeta. Delovanje temelji na osnovi transformatorja. Interno vezje generira izmenično navzven usmerjeno elektromagnetno polje (slika 3.1).

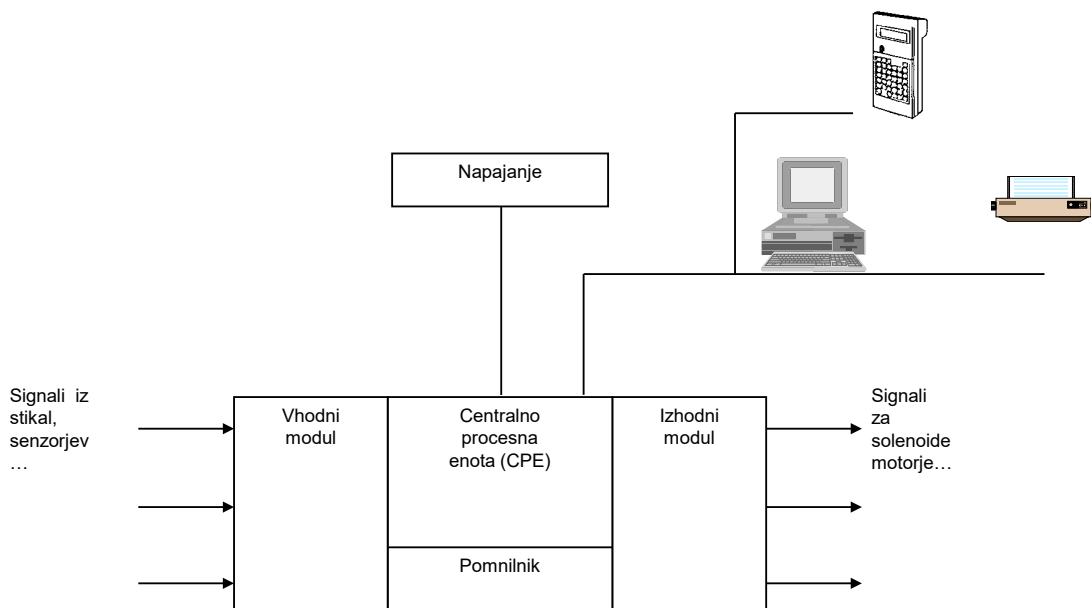
Ko se kovinski predmet ("sekundar transformatorja") nahaja v dosegu polja, se v njem inducira napetost. S tem se poženejo vrtnični toki, ki s tem senzor obremenijo. Primarno polje se na takšen način zmanjša, kar zazna interno prožilno vezje v induktivnem približevalnem stikalu. Ko napetost pade pod določeno vrednost, se stikalo aktivira.



# Programabilni logični krmilniki PLC



# Programabilni logični krmilniki PLC





Programirljivi krmilniki delujejo sekvenčno, kar pomeni, da izvaja centralno procesna enota (CPE) program korak za korakom. Pri tem CPE najprej pogleda vse vhodno izhodne enote in zapiše njihova stanja v pomnilnik. Vhodna stanja predstavljajo signali senzorjev ali stikal, ki so vključena v regulacijsko zanko, izhodna stanja pa so krmilni signali, ki aktivirajo delovanje aktivatorjev v istih regulacijskih zankah. Pregledovanje vhodno izhodnih stanj je kontinuiran proces in vsaka sprememba se takoj vpiše v pomnilnik. Sledi uporabniški program, ki definira operacije nad periferijo. Pri tem lahko izhodne rezultate izpisujemo direktno na periferijo ali pa v izhodni pomnilnik, ki se po zaključku uporabniškega programa preslika na periferijo. Prednost sprotnega izpisa podatkov je v tem, da v splošnem ni potreben izhodni pomnilnik.

Napajalniki omogočajo napajanje PLC-jev z omrežno napetostjo. Ponavadi so narejeni tako, da pretvarjajo izmenično napetost v enosmerno. Ta napajalnik pa nima samo funkcije pretvorbe napetosti, pač pa tudi popraviljanje, filtriranje in regulacijo napetosti in toka, da bi s tem zagotovil brezhibno delovanje PLC-ja. Napajalniki ponavadi pretvarjajo mrežno izmenično napetost 230V v enosmerno (+5V, -15V, +15V).

V manjših PLC-jih, kjer so vse komponente kot so procesor, spomin in vhodno izhodni moduli integrirani v eno ohišje, je tudi napajalnik integriran, lahko pa je tudi ločen.

Z večanjem sistema, ki vsebuje več vhodno izhodnih modulov in modulov za specialne namene, se poveča tudi potreba po energiji, kar lahko zagotovimo z dodatnimi napajalniki. Napajalniki za napajanje PLC-jev so ponavadi narejeni tako, da eliminirajo električne motnje,

# Nadzor vodenja žičnice



<http://www.cablecar.ch/html/seilbahnlexikon.html>

## Nadzor vodenja žičnice

- Vsaka naprava mora imeti vsaj eno kontrolno konzolo. Iz te mora biti možno žičnico nadzirati in ustaviti in nadzirati druge vrste kontrolnih naprav.

## Nadzor vodenja žičnice

- Če je žičnico treba ustaviti, naj se električno napajanje glavnega motorja izklopi avtomatsko
- Če gre za zaustavitev v sili s pomočjo servisne ali varnostne zavore, naj se električno napajanje izklopi takoj ali najkasneje takrat, ko se žičnica ustavi.

## Nadzor vodenja žičnice

- Pri povratnih nihalkah in vzpenjačah mora trenutni položaj vozil biti na kontrolni konzoli ustrezno prikazan z indikatorjem pozicije. Dodatno mora indikator pozicije:
  - a) prepoznati smer vožnje, tudi če se ta med vožnjo spremeni;
  - b) avtomatsko preiti v ničelno pozicijo, ko vozila ustavijo na predvidenem postanku v eni od postaj, tako da je pripravljen na naslednji krog vožnje;
  - c) imeti primerno skalo za meritev razdalje, razen, če je razdalja vozil med seboj prikazana v metrih;
  - d) prikazovati pozicijo linijskih podpornikov, začetek območja zaviranja, stalne nadzorne točke, določene pomembne točke nadzora vstopa v postajo in druge pomembne točke na liniji;
  - e) delovati neodvisno od delujočega pogona;
  - f) delovati tudi ob okvari pozicijskega monitorja.

# Nadzor hitrosti

- Nadzor dajalnikov hitrosti – taho generatorja:
  - Nadzor prave smeri vrtenja- preprečitev vzratne vožnje
  - Nadzor (rele) električnega signala pre male hitrosti min. 0,1m/s
  - Nadzor (rele) premale hitrosti – uporaba zavor pri min 0,25m/s
  - Alarmiranje in posredovanje – izklop oziroma aktiviranje zavor pri prekoračitvi hitrosti

## Funkcije, ki jih nadzorujemo na pogonu:

### Nadzor vrtilnega momenta

- Maksimalni vrtilni moment v motorskem režimu delovanja
  - Maksimalni vrtilni moment v generatorskem režimu delovanja
  - Maksimalni vrtilni moment pri pospeševanju
  - Težnja k pobegu momenta
- Senzorji za temperaturo
  - Razni signali o stanju na motorju: izpad faze, okvara tiristorja, izpad hlajenja tiristorjav ali motorja, napaka na vlečni vrvi, nadzor delovanja zavor....

## Krmiljenje in nadzor zavor

Zavore imajo za žičnico izjemno pomembno vlogo, saj morajo v slučaju okvare takoj zaustaviti pogon. V ta namen imamo več vrst zavor na istem sistemu, ki so krmiljene s pomočjo plc ali drugega krmilnega sistema.

Pri izklopu pogona bo delovala elektromehanska ali mehanska zavora in to po strmi karakteristiki ali v obliki rampe. V primeru, da ta ne deluje bo krmilni sistem(plc) aktiviral naslednjo zavoro po programu. S tem je zagotovljena varnost.

## Krmiljenje in nadzor zavor

- Mehanske zavore so dimenzionirane tako, da v slučaju potrebe ustavi polno obremenjeno žičnico po predvideni zaviralni krivulji.
- Pri tem naj ne preseže zaviralnega pospeška  $2\text{m/s}^2$

## Krmiljenje in nadzor zavor

Razlikujemo več zavornih sistemov, ki se razlikujejo po principu delovanja:

Zavorni sistem	princip delovanja	način delovanja
- motorna zavora	električna	regulirana
- pogonska zavora	mehanska	regulirana
- varnostna zavora	mehanska	regulirana ali direktna
- varnostna dodatna	mehanska	ročna-direktna
- motorna in pogonska	elektromehanska	regulirana

- Motorna in pogonska zavora se nahajata začetku zobniškega prenosa
- Varnostna zavora je pa na vztrajniku – zobniškega prenosa
- Mehanska zavora je lahko krmiljena hidravlično, električno ali pnevmatsko.

## Določanje razdalj med vozili

Pri fiksno montiranih vozilih na vrv se enkrat letno prekontrolira razdaljo med vozili. Razdalja se spreminja glede na vozilo spredaj ali zadaj in zato jo je treba korigirati.

Nominalna razdalja med vozili je odvisna od zmogljivosti žičnice in jo je običajno možno nastaviti z ozirom na potrebe prometa za tri različne kapacitete oz zmogljivosti žičnice. To se stori s stikalom za izbiro gostote prometa.

Možni načini določitve razdalje s pomočjo:

- dajalnika impuzov na motorju ( taho generator)
- štetjem impuzov z neodvisnim števcem
- v okviru vodenja s plc
- elektromehanskim principom

Pri avtomatiziranih sistemih, vodenih s PLCji določamo razdaljo med vozili na dva načina:

z merjenjem /določitvijo časa med dvema voziloma z uporabo števca časa oziroma impulzov. Po preteku nastavljenega časa se dovoli vklop naslednjega vozila.

Z uporabo časovnika za določitev časa zakasnitve med dvema startoma vozil. Na časovniku se nastavi čas zakasnitve naslednjega vklopa vozila za želen fiksni čas.

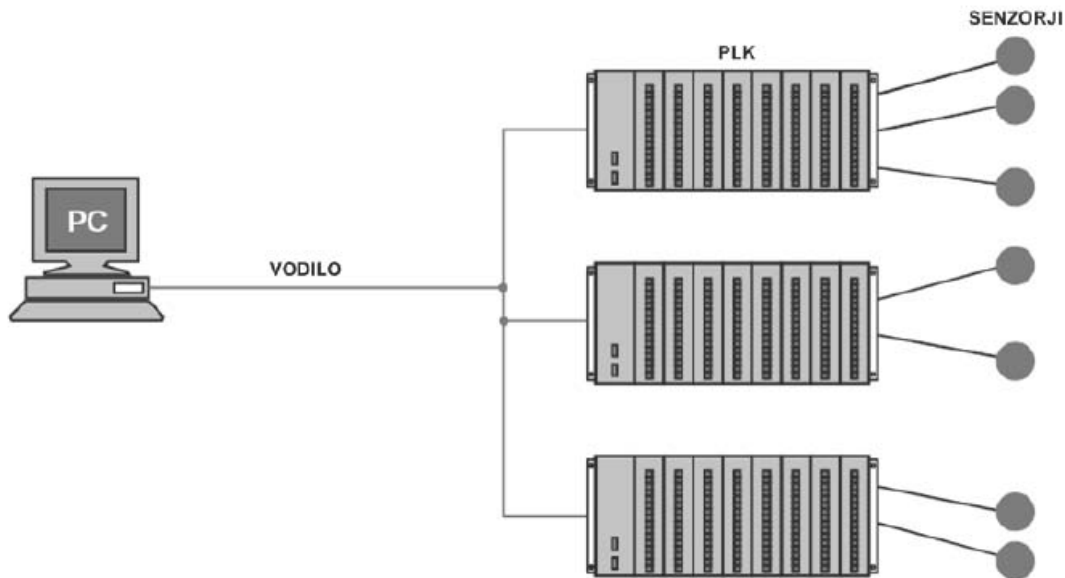
S senzorji za merjenje položaja vozila

## Osnovni principi nadzora žičnic

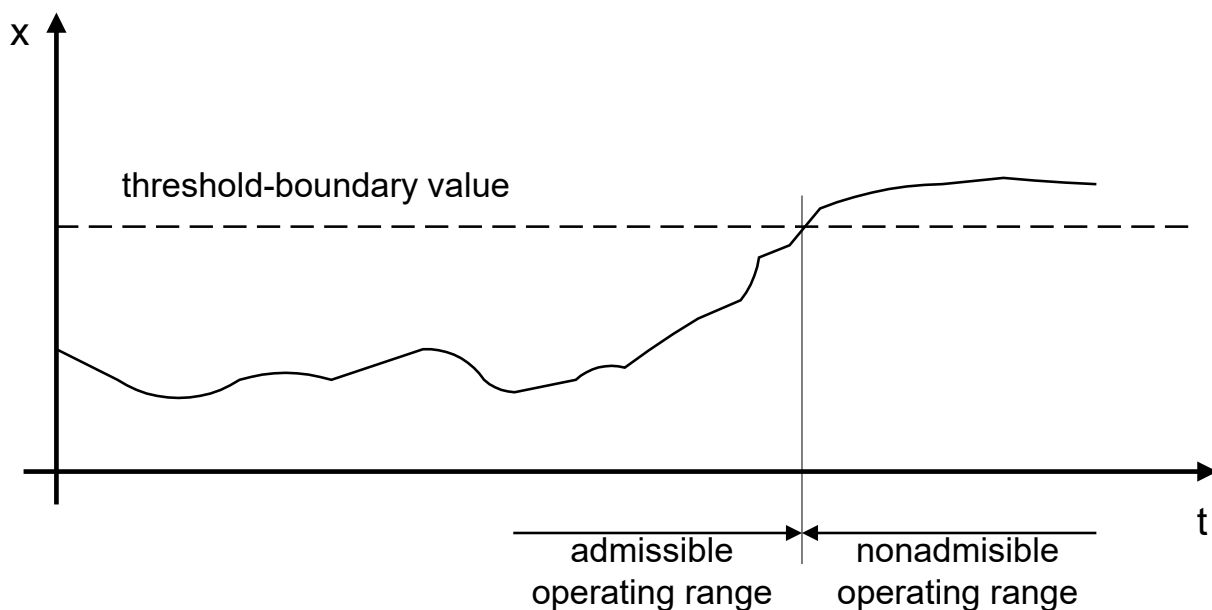
V sodobnih proizvodnih in industrijskih procesih, kjer so industrijska oprema in nadzorni sistem zelo oddaljeni, se pogosto uporablja telemetrija za povezovanje omenjenih sistemov. Sistemi lahko komunicirajo med sabo na oddaljenosti nekaj metrov ali pa nekaj tisoč kilometrov. Telemetrija se uporablja za pošiljanje ukazov in programov kot tudi za sprejemanje informacij o nadzoru iz oddaljenih lokacij. SCADA je prednostno namenjena kombinaciji telemetrije in izmenjave podatkov. SCADA sistem zajema podatke, jih prenese v nadzorni center, kjer podatke obdelava in analizira, nato pa jih prikaže na prikazovalnikih. Zahtevani nadzorni ukazi se pošljejo nazaj v proces, kjer se izvedejo določene aktivnosti.

V zametkih vodenja je bila v uporabi relejska logika za nadzor in upravljanje proizvodnje in proizvodnih sistemov. S pojavom mikroročunalnikov in ostalih elektronskih komponent so proizvajalci povezali le to z relejsko tehniko. PLK (programabilni logični krmilnik) je še vedno najbolj razširjen nadzorni sistem v industriji. Ker se potrebe po nadzoru in upravljanju povečujejo, so tudi PLK-ji bolj razširjeni, hkrati pa bolj inteligentni in manjših dimenzij. PLK-ji in razširjeni nadzorni sistemi so povezani na sledeč način :

## Sistem za nadzor vodenja žičnic (SCADA sistem) je program, naložen na PC

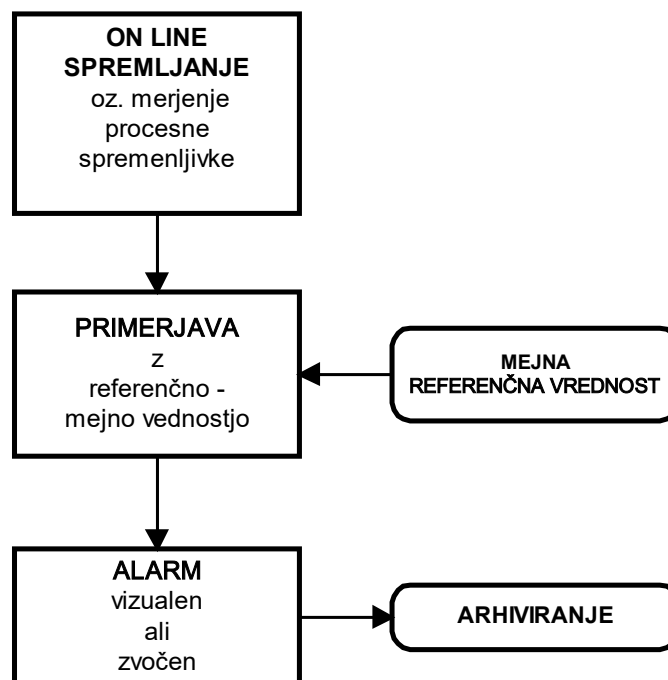


## Alarmi in beleženje nedovoljenih stanj

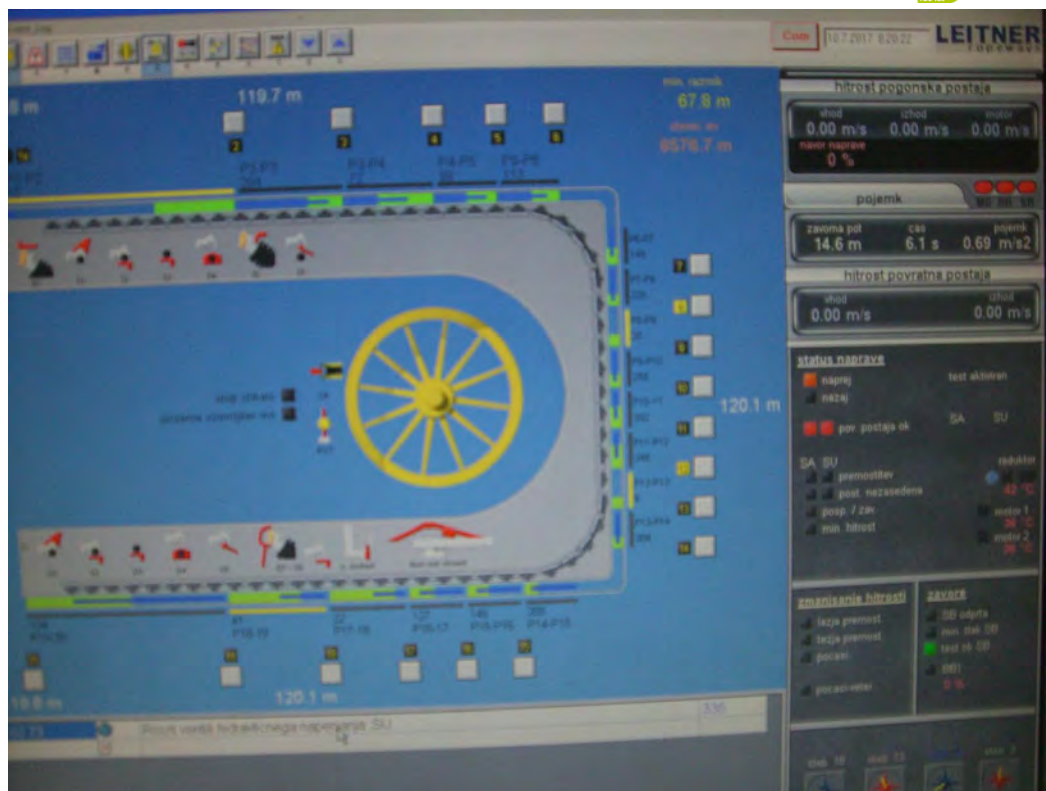




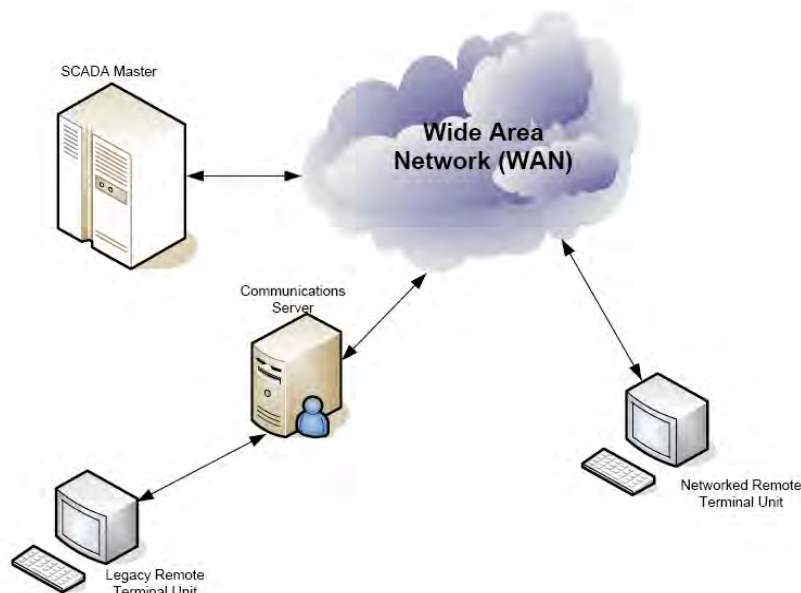
# Alarmi in beleženje nedovoljenih stanj



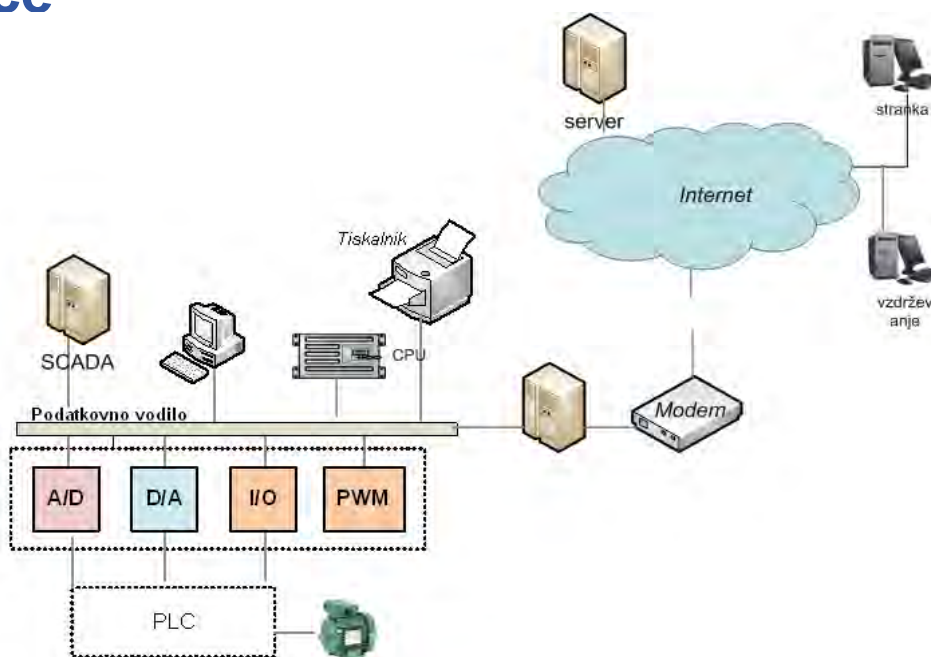
Prikaz  
trenutnega  
stanja  
meritev in  
stanj v  
grafični  
obliki  
Nastavitve  
parametrov  
Alarmiranje  
Trendi



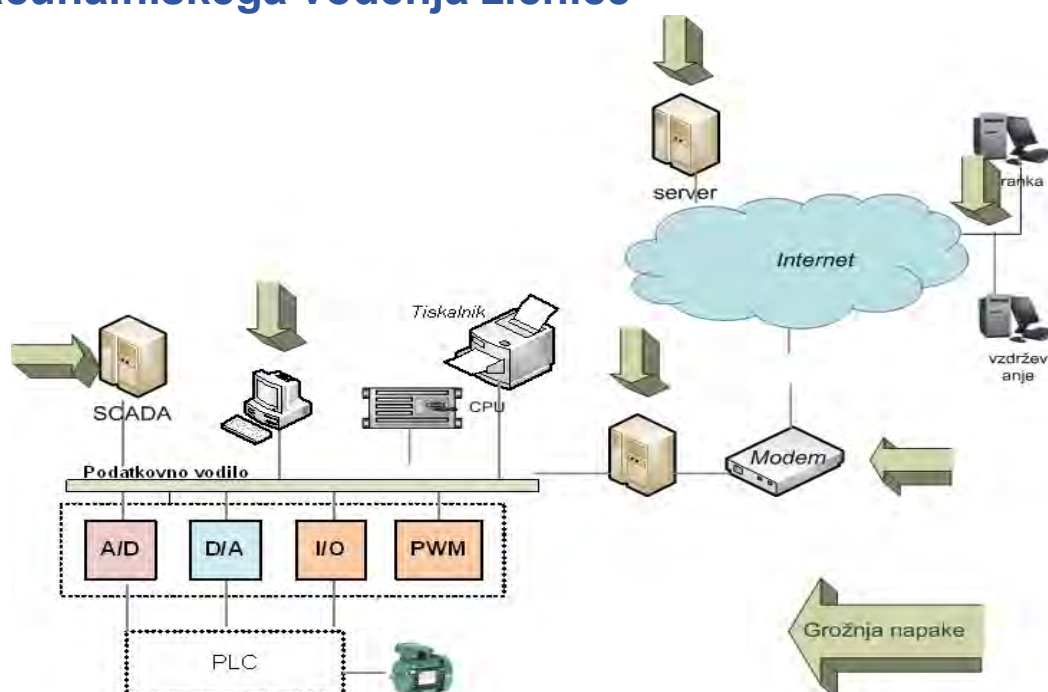
# Prikaz strukture sistema za nadzor vodenja žičnic SCADA



# Sodoben sistem računalniškega vodenja žičnice




## Možne motnje in grožnje napak pri sodobnem sistemu računalniškega vodenja žičnice



### Možni vplivi označenih groženj

- Neodzivnost na daljinsko vzdrževanje vodi v daljšo prekinitev
- Manipuliranje s SCADA pomeni spremembe parametrov in nastavitvev nadzora sistema. Posledica nenormalno delovanje ali celo zaustavitev sistema
- Manipuliranje z nadzorom vodi v zaustavitev sistema ali izigravanje varnosti






**To je delo samo za pooblašene osebe**



**Strokovno usposabljanje za  
strojnike vlečnic in  
strojnike krožnih žičnic**





**OBRATOVANJE, VZDRŽEVANJE in  
UPORABA DOKUMENTACIJE**

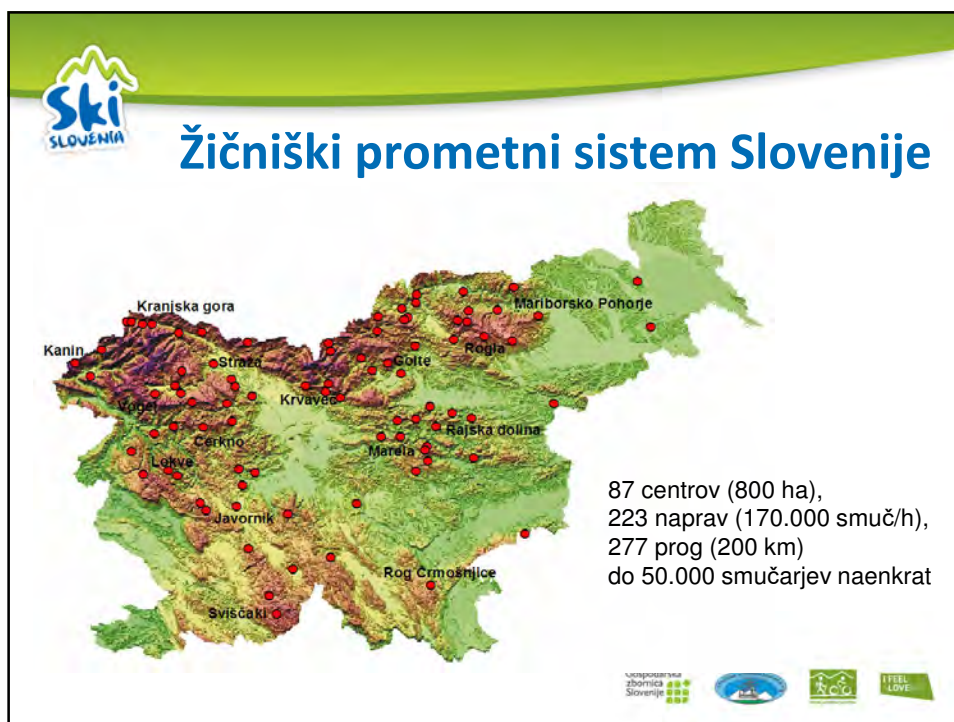
dr. Drago Sever

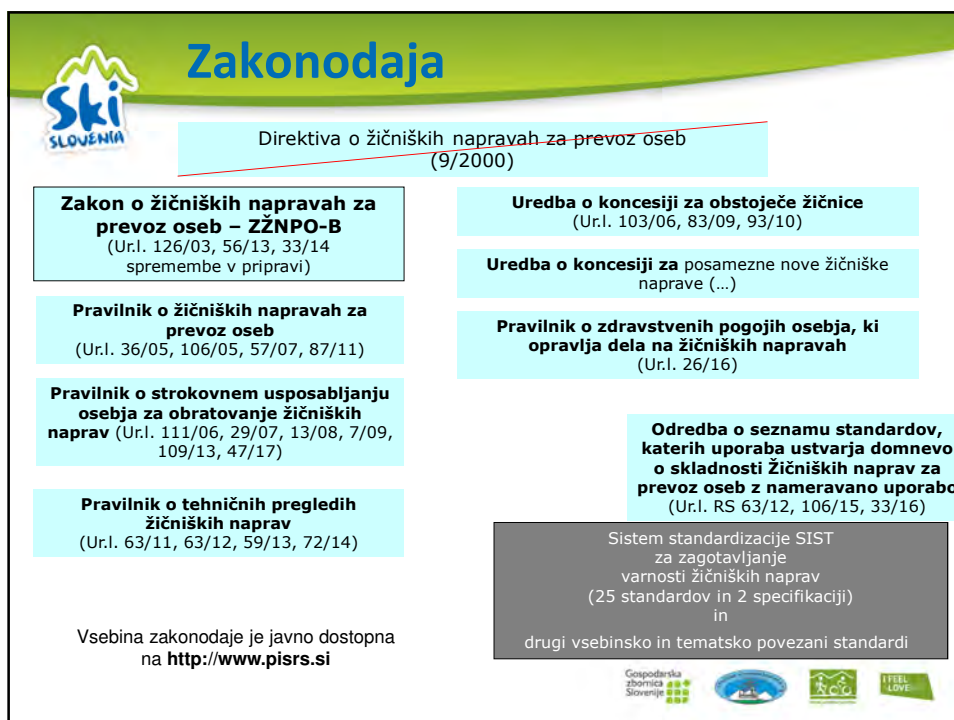
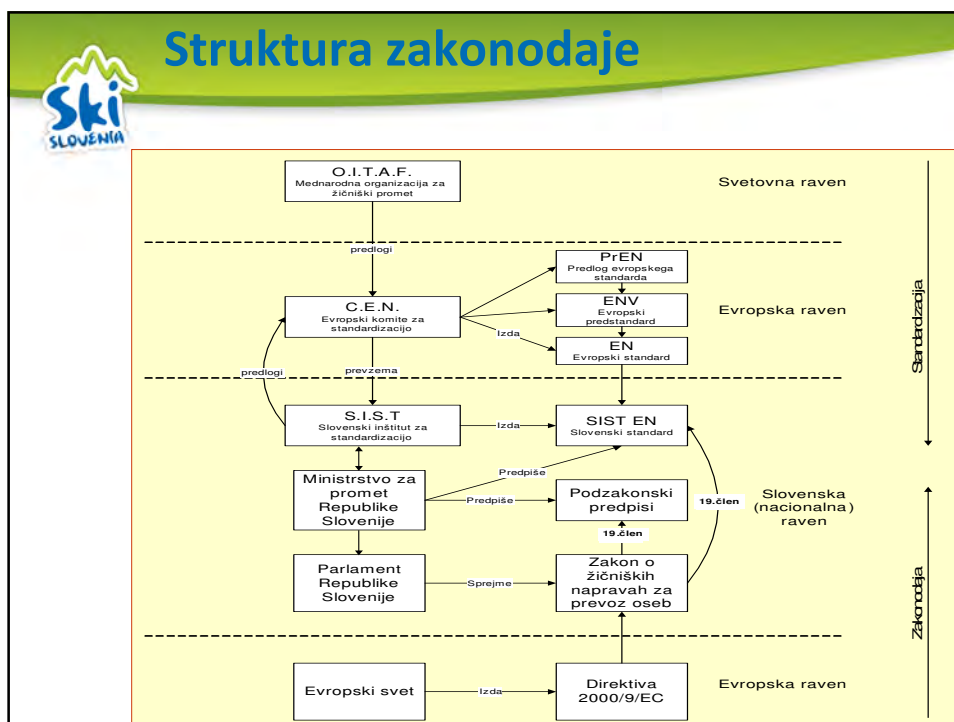


**Vsebina**

- Splošno
- Struktura zakonodaje
- Vloga strojnika pri izvajanju obratovalnih dokumentov
- Strojnik in obratovanje žičniške naprave
- Strojnik in vzdrževanje žičniške naprave
- Naloge strojnika pri izvajanju obratovanja in vzdrževanja žičniške naprave







**Zakonodaja (2019)**

**Uredba o žičniških napravah za prevoz oseb**  
(424/2016)

**Zakon o žičniških napravah za prevoz oseb – ZŽNPO?**  
(Ur.l. 126/03, 56/13, 33/14)  
*spremembe v pripravi*

**Uredba o koncesiji za obstoječe žičnice**  
(Ur.l. 103/06, 83/09, 93/10)

**Pravilnik o žičniških napravah za prevoz oseb**  
(Ur.l. 36/05, 106/05, 57/07, 87/11)

**Uredba o koncesiji za posamezne nove žičniške naprave (...)**

**Pravilnik o strokovnem usposabljanju osebja za obratovanje žičniških naprav**  
(Ur.l. 111/06, 29/07, 13/08, 7/09, 109/13, 47/17)

**Pravilnik o zdravstvenih pogojih osebja, ki opravlja dela na žičniških napravah**  
(Ur.l. 26/16)

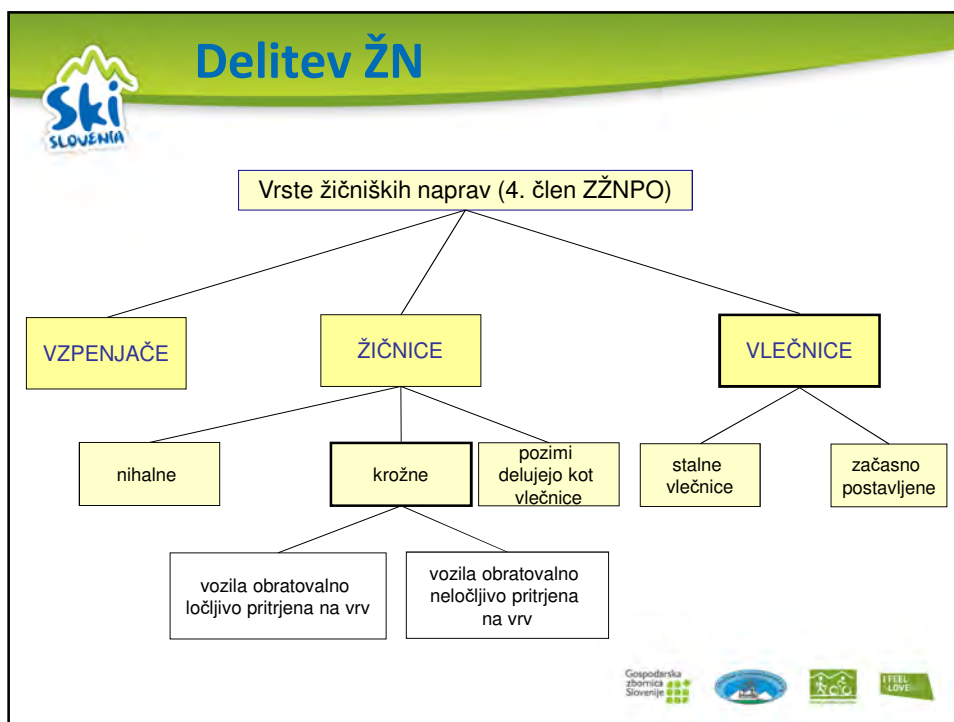
**Pravilnik o tehničnih pregledih žičniških naprav**  
(Ur.l. 63/11, 63/12, 59/13, 72/14)

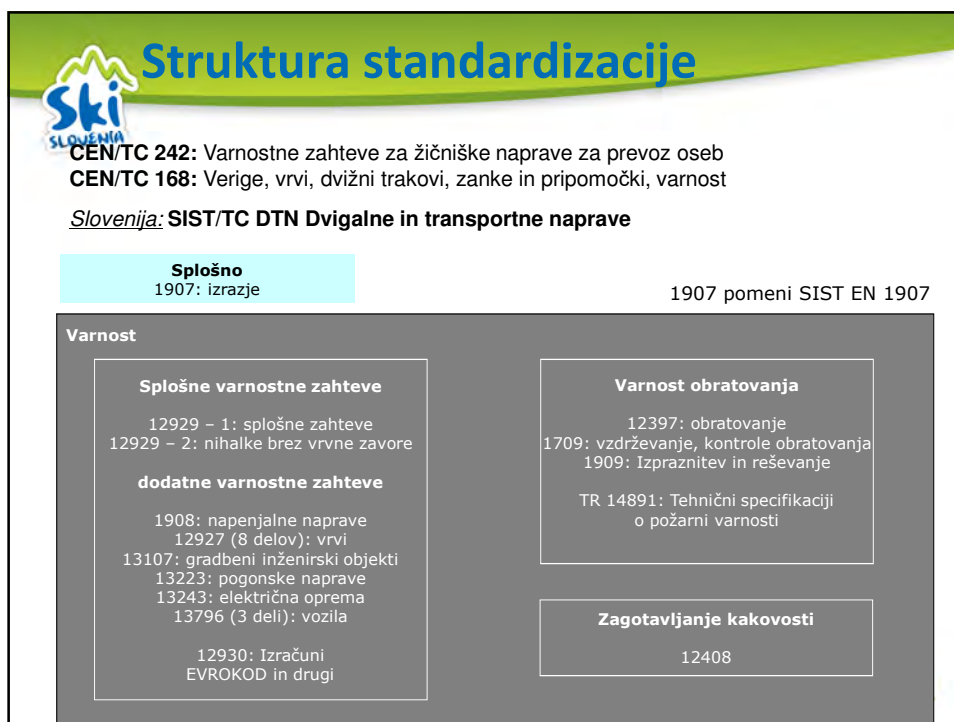
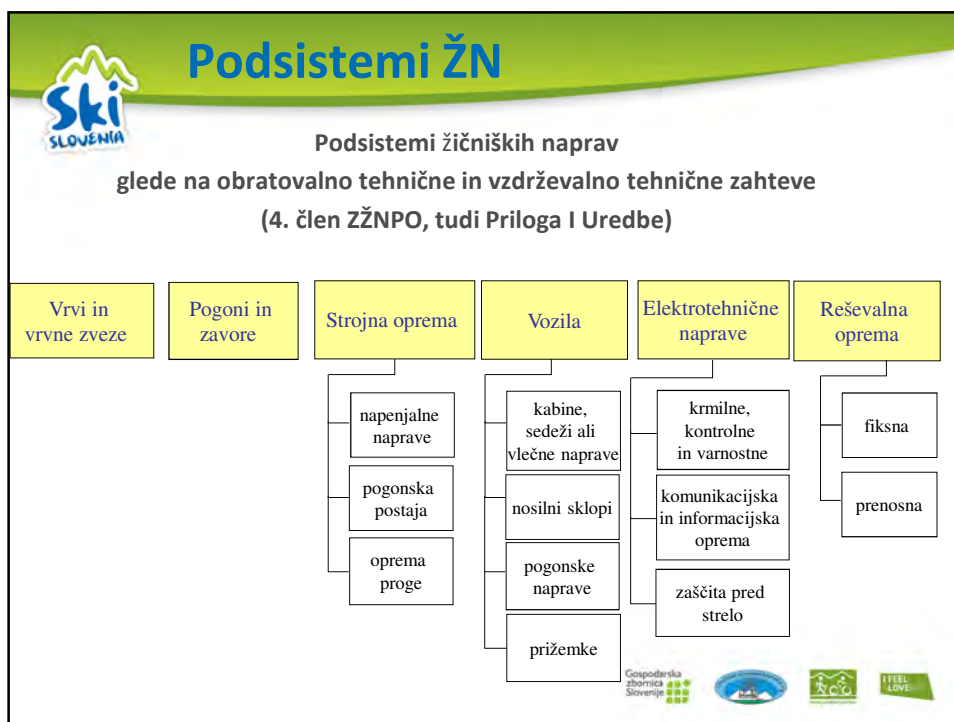
**Odredba o seznamu standardov, katerih uporaba ustvarja domnevo o skladnosti žičniških naprav za prevoz oseb z nameravano uporabo**  
(Ur.l. RS 63/12, 106/15, 33/16)

Sistem standardizacije SIST za zagotavljanje varnosti žičniških naprav (25 standardov in 2 specifikaciji) in drugi vsebinsko in tematsko povezani standardi


Vsebina zakonodaje je javno dostopna na <http://www.pisrs.si>


Gospodarska zbornica Slovenije










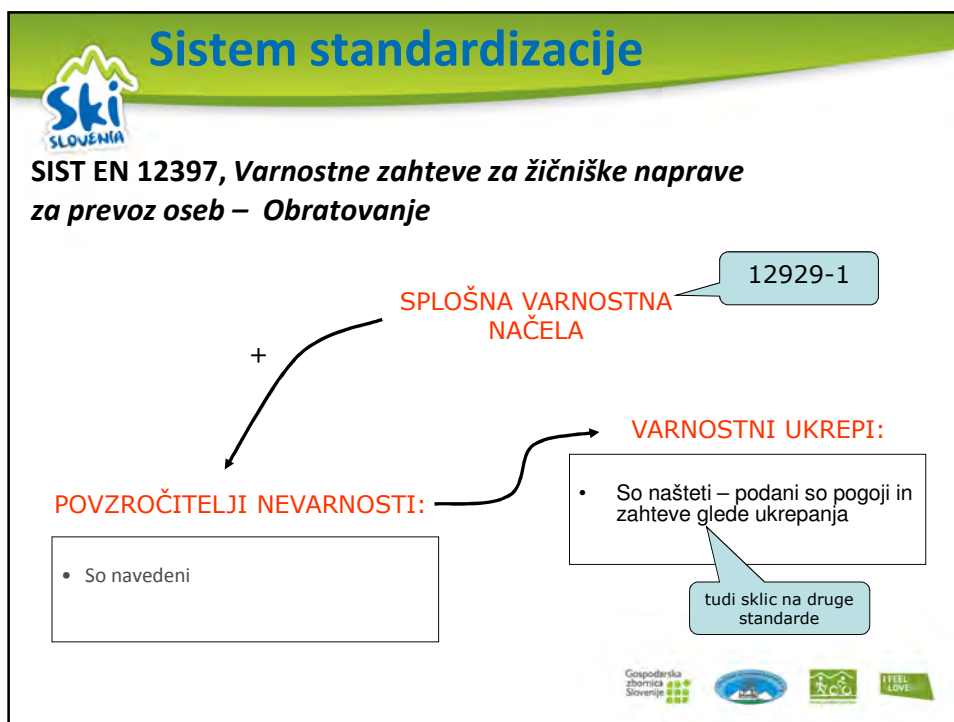



 <h2 style="display: inline;">Standardi</h2>		
CEN/TC 242: Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb CEN/TC 168: Verige, vrvi, dvižni trakovi, zanke in pripomočki, varnost <u>Slovenija:</u> SIST/TC DTN Dvигalne in transportne naprave		
Delovna skupina	Dokument	Naslov dokumenta
Terminologija	SIST ENV 1907:2000	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Izrazje
Splošne zahteve	SIST EN 12929-1:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb - Splošne določbe – 1. del: Zahteve za žičniške naprave
	SIST EN 12929-2:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb - Splošne določbe – 2. del: Dodatne zahteve za dvovrvene nihalne žičnice brez vrvne zavore
	SIST EN 12930:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Izračuni
Vrvi	SIST EN 12927-1:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 1. del: Izbirni kriteriji za vrvi in konce vrvi
	SIST EN 12927-2:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 2. del: Varnostni faktorji
	SIST EN 12927-3:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 3. del: Dolgi splet 6 delnih vlečnih in transportnih vrvi
	SIST EN 12927-4:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 4. del: Pritrditev konca vrvi

 <h2 style="display: inline;">Standardi</h2>		
Vrvi	SIST EN 12927-5:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 5. del: Shranjevanje, transport, namestitve in napenjanje
	SIST EN 12927-6:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 6. del: Kriteriji za zavrnitev
	SIST EN 12927-7:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 7. del: Preračunavanje, popravljanje in vzdrževanje
	SIST EN 12927-8:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vrvi – 8. del: Neporušno preskušanje
	SIST EN 12385-8:2003	Jeklene žične vrvi– 8.del: Vlečne in transportne pramenaste vrvi za žičniške naprave za prevoz oseb
	SIST EN 12385-9:2003	Jeklene žične vrvi– 9.del: Zaprte spiralne nosilne vrvi za žičniške naprave za prevoz oseb
Napenjalne in mehanske naprave	SIST EN 1908:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Napenjalne naprave
	SIST EN 13223:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Mehanske naprave





 <h2>Standardi</h2>		
Vozila	prEN 13796-1	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vozila – 1.del: Splošne zahteve
	prEN 13796-2	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vozila – 2.del: Preskušanje prižemk
	prEN 13796-3	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Vozila – 3.del: Preskušanje utrujenosti
Električna oprema	SIST EN13243:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Električna oprema
Gradbena dela	SIST EN 13107:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Gradbeni elementi
Preskušanje, vzdrževanje in nadzor	SIST EN 1709:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Prezemni preskus, vzdrževanje in kontrole obratovanja
Reševanje	SIST EN 1909:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Izpraznitev in reševanje
Obratovanje	SIST EN 12397:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Obratovanje
Zagotavljanje kakovosti	SIST EN 12408:2005	Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Zagotavljanje kakovosti
Požarna varnost	SIST CEN/TR 14819-1:2004	Varnostna priporočila za žičniške naprave za prevoz oseb – Preprečevanje in gašenje požara, 1. del: Vzpenjače v predorih
	prTR 14819-2	Varnostna priporočila za žičniške naprave za prevoz oseb – Preprečevanje in gašenje požara, 2. del




 ... in ZŽNPO (1)

*v fazi spreminjanja*





- (48 čl.) Upravljavce žičniške naprave mora organizirati njeno obratovanje in vzdrževanje tako, da je zagotovljena varnost prevoza oseb, varnost ljudi in premoženja v vplivnem območju žičniške naprave kot tudi varnost osebja, zaposlenega pri obratovanju. Obratovanje in vzdrževanje morata biti prilagojena velikosti, tehničnim lastnostim, kakor tudi tveganjem lokacije, kjer se nahaja žičniška naprava.\*\*
- (53 čl.) Upravljavce žičniške naprave mora izdati **navodilo za obratovanje žičniške naprave**. Navodilo za obratovanje mora biti v skladu s priručnikom z navodili za uporabo, ki ga izda proizvajalec.\*
  - Upravljavce žičniške naprave mora **zagotavljati dnevno izvajanje notranjega nadzora** nad izvrševanjem navodila za obratovanje in izpolnjevanjem pogojev, od katerih je odvisna varnost obratovanja žičniške naprave.\*
  - Notranji nadzor opravljajo strokovno usposobljene osebe, ki jih za to pooblasti upravljavec žičniške naprave ter določi njihove pravice in dolžnosti.
  - Opremljenost z opozorilnimi napisi glede vedenja in gibanja oseb
  - Upravljavce žičniške naprave mora voditi dnevnik obratovanja.


   

 ... in ZŽNPO (2)

*v fazi spreminjanja*






- (57 čl.) **Dovoljenje za obratovanje** izda ministrstvo pristojno za promet, če je med ostalim organizirano in pripravljeno obratovanje in vzdrževanje, organizirano reševanje in zagotovljeno strokovno usposobljeno osebje.\*\*
- (76. čl.) Lastniki žičniških naprav z veljavnim obratovalnim dovoljenjem morajo pridobiti koncesiji brez javnega razpisa v 2 letih. ...



## Obratovalno osebje - ZŽNPO





- (49.čl.) Osebje, ki izvaja obratovanje in vzdrževanje žičniških naprav, mora **imeti strokovno izobrazbo**, biti **strokovno usposobljeno za delo**, ki ga opravlja ter izpolnjevati **posebne zdravstvene in psihofizične pogoje**, skladno z določbami tega zakona in na njegovi podlagi izdanimi predpisi, s katerimi se zagotavlja varno obratovanje žičniške naprave. \*\*
- Število osebja mora biti tolikšno, da se lahko zagotovi varno obratovanje in vzdrževanje v skladu s predpisi.
- Strokovno usposabljanje osebja za obratovanje žičniških naprav izvaja GZS po programu usposabljanja, ki ga na predlog strokovnega združenja žičničarjev pri GZS predpiše minister.
- Posebne zdravstvene, psihofizične in druge pogoje in pogoje ugotavljanja zdravstvenega stanja osebja predpiše minister, pristojen za zdravje.
- Zdravstvena sposobnost osebja se mora preverjati z rednimi in izrednimi zdravstvenimi pregledi. Psihofizično stanje delavcev se ugotavlja dnevno.

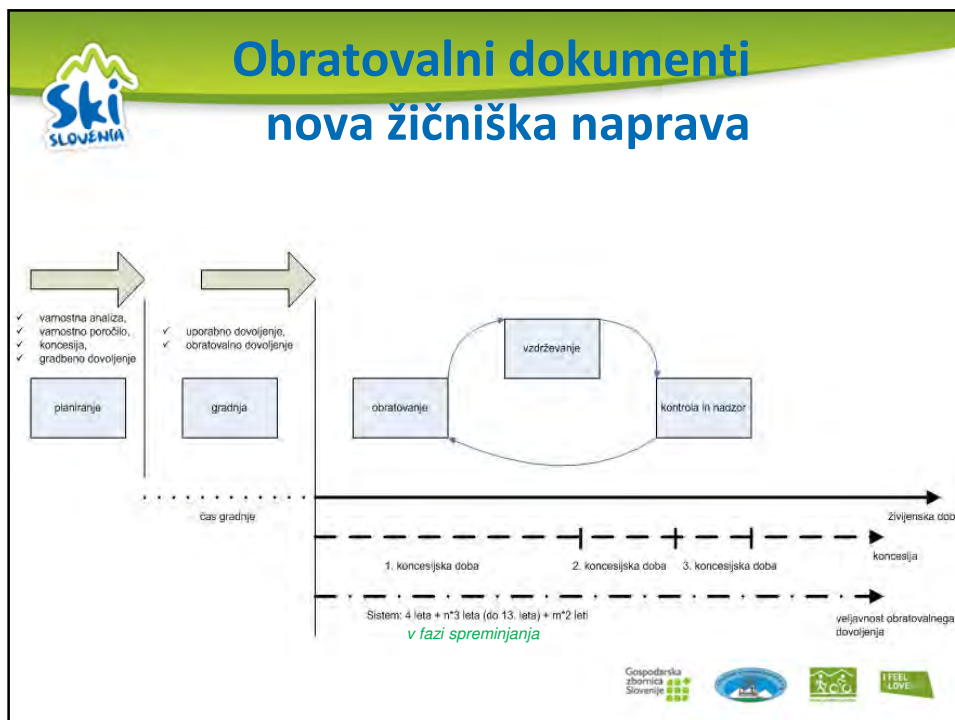
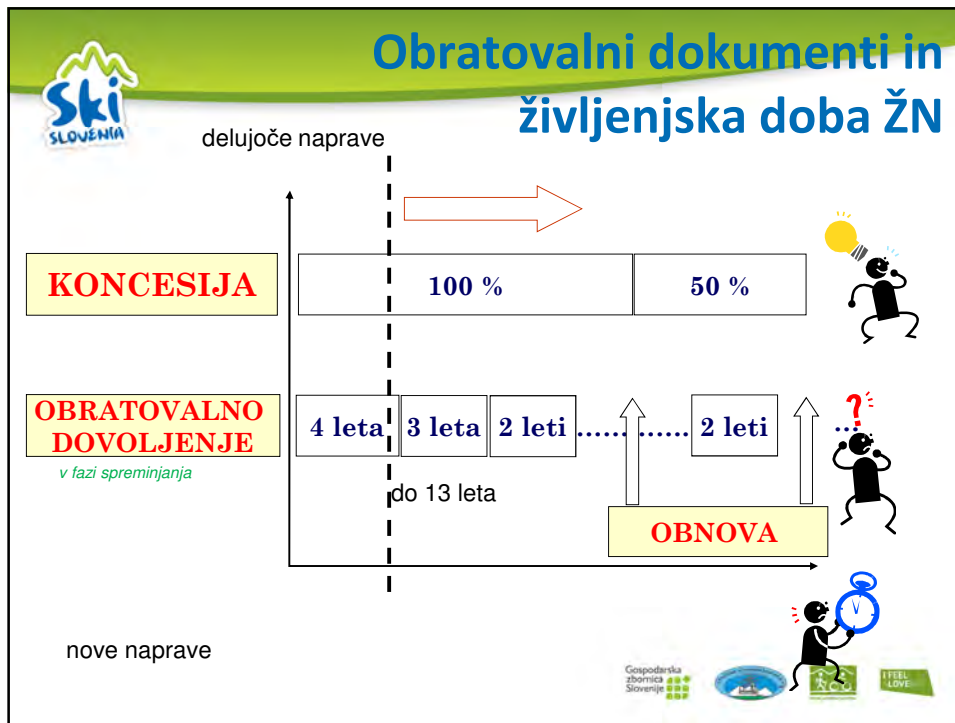






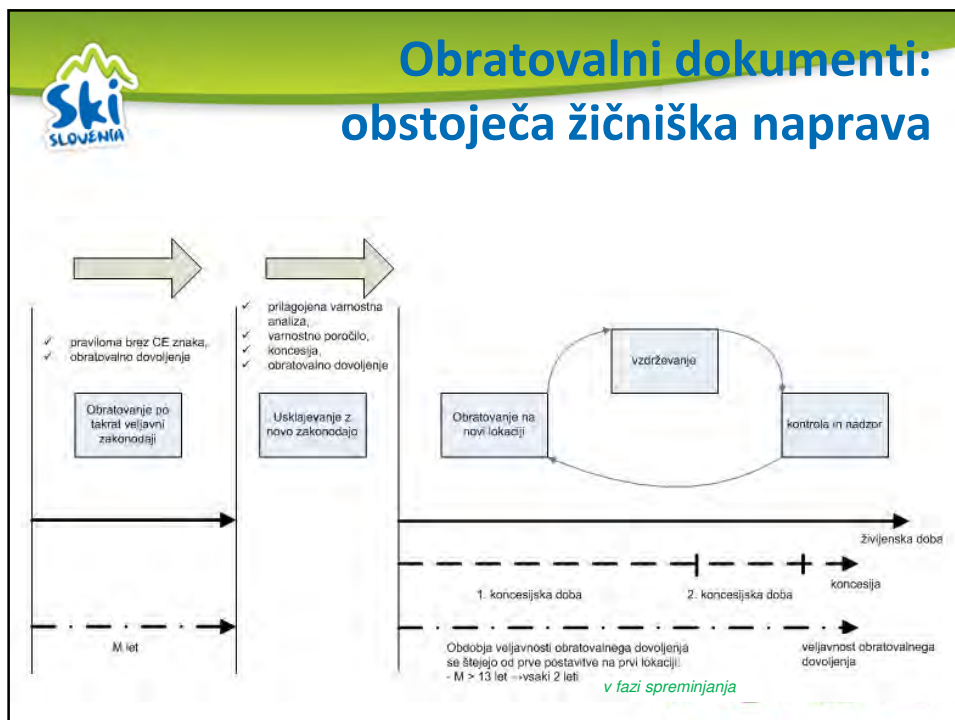
## Vodja obratovanja (VO)

ZŽNPO – VI. Varnost obratovanja ŽN; 2. Osebje odgovorno za obratovanje ŽN (50. in 51. člen):

- Upravljavec mora imenovati VO in namestnika
- Oba sta odgovorna za varno obratovanje in vzdrževanje
- V izrednih razmerah odredi ustrezne ukrepe
- Skrbita za dnevno izvajanje nadzora
- Skrbita za usposobljenost osebja
- Morata imeti pooblastilo ministra (ga lahko tudi izgubita) – po uspešnem usposabljanju
- Strokovno usposabljanje na GZS po verificiranem programu















## Dovoljenje za obratovanje (57 čl. ZŽNPO)

v fazi spreminjanja



- ŽN lahko obratuje le z DO, ki je stalno na napravi
- DO se izda po dokončnosti uporabnega dovoljenja (GZ)
- Izda ga MzI če:
  - Je opravljen strokovno tehnični pregled,
  - So izpolnjeni pogoji skladno s koncesijo,
  - Je priloženo varnostno poročilo in
  - Je organizirani in pripravljeno obratovanje in vzdrževanje, organizirano reševanje in zagotovljeno strokovno usposobljeno osebje
- Velja:
  - 4 leta od dokončnosti uporabnega dovoljenja na prvi lokaciji,
  - 3 leta za vsako naslednje (do 13 leta od upor. dov. na prvi lokaciji)
  - 2 leti
- Vloga za novo vsaj 3 mesece pred iztekom roka
- MzI ga lahko vzame, če obratovanje ni skladno s predpisi (PIRS )
- Evidenca se vodi na MzI
- Datum veljavnosti novega DO je datum izteka veljavnosti zadnjega DO, če je STP opravljen največ 3 mesece pred iztekom veljavnosti zadnjega STP


## Strokovno tehnični pregled (55 in 56 čl. ZŽNPO)

v fazi spreminjanja




- Upravljevec mora naročiti **STP**:
  - pred izdajo DO,
  - po vzdrževalnih delih v javno korist,
  - po rekonstrukciji ŽN,
  - po vsaki poškodbi ali drugem dogodku, ki vpliva na varnost
- Odredi ga lahko tudi izdajatelj DO in inšpektor
- Stroške nosi upravljevec razen v primeru, ko ga naroči drug subjekt in se ugotovi, da je ŽN brez pomanjkljivosti, ki bi vplivale na varnost
- Upravljevec mora pregledniku omogočiti dostop do ŽN in vpogled v dokumentacijo.
- Upravljevec pri STP aktivno sodeluje.

- **STP** je treba opraviti pred tehničnim pregledom in v drugih primerih
- S STP se ugotavlja, da je ŽN ustrezno opremljena in vzdrževana
- Izdela se zapisnik, ki je dokazilo o zanesljivosti objekta
- O ugotovitvah morajo biti obveščeni pooblaščen oseba naročnika, upravljevec in inšpekcija
- Podani so pogoji za pridobitev pooblastila ministra za izvajanje STP













## Strokovno tehnični pregled (kdo jih opravlja?)

- Opravljajo jih lahko **pregledniki** – pooblaščen organizacije ali podjetniki posamezniki, ki izpolnjujejo splošna merila za delovanje preglednikov – SIST EN ISO/IEC 17020,
- Preglednik mora razpolagati z opremo in osebjem za:
  - Pregled vrvi z magnetno induktivno metodo in neporušno metodo,
  - Pregled reševalne opreme,
  - Meritve zavornih učinkov,
  - Preizkus sunkovnih tokovnih relejev,
  - Meritve ozemljitvenih naprav,
  - Oceno korozijskih poškodb vrvi,
  - ugotavljanje pravilnosti delovanja merilnikov hitrosti (vrtljajev vravnega koluta) in
  - Ugotavljanje pravilnosti delovanja merilnikov sile na terenu.
- Pregledniki ne smejo biti načrtovalci, proizvajalci, monterji ali dobavitelji ŽN. Možna je izmenjava tehničnih informacij.
- Imajo pooblastilo ministra. Lahko ga izgubi.
- Ima zavarovano odgovornost.
- Cenik javno dostopen in potrjen s strani ministra.
- Preglednik se lahko zamenja, ko so uresničene vse zahteve zadnjega STP.










2. Poglavlje Pravilnika o tehničnih pregledih žičniških naprav – Ur.l. 63/2011



## Strokovno tehnični pregled (vsebina)

- Pregled sprememb ŽN
  - Obravnavati vse spremembe, objekte in infrastrukturo v vplivnem območju, ki lahko vplivajo na varnost obratovanja
- Pregled podsistemov ŽN
  - Vizualni pregled (pregled iz neposredne bližine – 0,6 m) naprav in sklopov ŽN v sestavljenem stanju
- Funkcionalni preizkus ŽN
  - Preizkus delovanja podsistemov ali sklopov ŽN in preizkusi medsebojno usklajenega delovanja vseh podsistemov in sklopov ŽN ter naprave kot celote
- Pregled dokumentacije ŽN
  - Zahteve in realizacija zahtev zadnjega STP
  - Poročila o posebnih pregledih
  - Dokumentacijo o inšpekcijskih pregledih
  - Dnevnik vzdrževanja,
  - Načrt reševanja

2. Poglavlje Pravilnika o tehničnih pregledih žičniških naprav in Priloga 1 – Ur.l. 63/2011





## Strokovno tehnični pregled (roki in poročilo o pregledu)

- Roki za izvajanje skladno z ŽŽNPO
- STP se mora opraviti, če ŽN ni obratovala 1 leto.
- **Pisno poročilo** se posreduje upravljavcu in PIRS vsaj 15 dni po STP
- K poročilu se priložijo poročila posebnih pregledov
- Na ugotovitve poročila je možna pisna pripomba v roku 15 dni od izdaje poročila. Če se upošteva se pisno poročilo popravi.
- Vsa poročila o STO se hranijo do razgraditve ŽN.
- V vsakem poročilo se navedejo pomanjkljivosti. Če ne vplivajo na varnost obratovanja se določijo roki in način odprave.
- Če posebni pregledi niso bili opravljeni kljub pretečenem roku, se obratovanje naprave ustavi in STP se ne more izvesti
- Vse pomanjkljivosti, ki vplivajo na varnost obratovanja se posredujejo upravljavcu in PIRS. Obratovanje ŽN se mora ustaviti takoj. Pogoj za ponovno obratovanje je odprava pomanjkljivosti in pisna izjava preglednika.

Gospodarska  
zbornica  
Slovenije



2. Poglavlje Pravilnika o tehničnih pregledih žičniških naprav in Priloga 1 – Ur.l. 63/2011



## Obratovalni predpis

**OBRATOVALNI PREDPIS**  
Krožno kabinske žičnice z obratovalno ločljivimi prijemkami

Žičnica (line) \_\_\_\_\_

Upravljavec: \_\_\_\_\_

**Vsebina**

Obratovalni predpis sestavlja iz \_\_\_\_\_ strani in prilog:

A) \_\_\_\_\_

B) \_\_\_\_\_

C) \_\_\_\_\_

ODGOVORNI OSEBA UPRAVLJAVCA

\_\_\_\_\_  
(ig in podpis)

VODIA OBRATOVANJA

\_\_\_\_\_  
(podpis) \_\_\_\_\_ (datum)

OBRATOVALNI PREDPIS, vsebuje naprave:

VSEBINA

<u>OBRATOVALNEGA PREDPISA</u> <u>KROŽNO KABINSKE ŽIČNICE Z OBRATOVALNO LOČLJIVIMI PRIJEMKAMI</u>	
<b>SPLÖŠNE DOLÖCBE</b> .....	3
<b>I. DEL: OSEBE IN NjihOVE NALOGE</b> .....	3
1. Osebe .....	3
2. Naloge in dolžnosti vodje obratovanja .....	5
3. Naloge in dolžnosti strojnika .....	12
4. Naloge in dolžnosti varuha na postajah .....	12
5. Obvezanje osebja do posilov .....	17
6. Dolžnosti upravljalca žičniške naprave .....	17
7. Zavarovanje oseb .....	18
<b>II. DEL: DOLÖCBE ZA VARNOST IN PROMET</b> .....	19
1. Obratovanje v normalnih pogojih .....	19
2. Obratovanje v izrednih pogojih .....	23
3. Redenja .....	23
4. Varnost pri delu .....	26
5. Zbiranje pism .....	27
6. Zadržanje pred postajami .....	28
<b>III. DEL: VDRÖEVANJE NAPRAVE - PERIODIČNI PREGLEDI IN PRESKUSI</b> .....	30
1. Splošno .....	30
2. Zbiranje pregledov in preskusov .....	33
3. Tedenski pregledi in preskus .....	33
4. Šestmesečni pregledi in preskus .....	34
5. Letni pregledi in preskus ter preskus ob posebnem zagoru .....	34
6. Izredni pregledi in preskus .....	34
7. Vrednotenje .....	35
8. Dnevnik obratovanja .....	36
<b>IV. DEL: DOLÖCBE ZA POTNIKE</b> .....	37
<b>V. DEL: POSEBNE DOLÖCBE</b> .....	40
1. Razmere za naprave .....	40
2. Osebe za obratovanje .....	41
3. Signalizacija .....	42
4. Krmiljenje in regulacija .....	42
5. Pravila za sprejemovanje in signala .....	42
6. Posebne dolžnosti za vodjo obratovanja .....	43
7. Posebne dolžnosti za strojnika .....	43
8. Posebne dolžnosti za varuha na postajah .....	47
9. Varnost na dolžnosti sprejemovanje in signalne naprave .....	49
10. Čistotnost .....	49
11. Potni vožnje .....	49
12. Vožnja na vidni terasah in prevoznih terasah .....	51
13. Vožnja v nesnadno ogroženo postajo .....	51
14. Redenja .....	51
15. Transformacijska postaja .....	54
<b>VI. DEL: PREHODNE DOLÖCBE</b> .....	54

## Obratovalni predpis

### OBRATOVALNI PREDPIS

vlečnice

Vlečnica: \_\_\_\_\_  
(ime)

Upravitelj: \_\_\_\_\_

Vsebina

Obratovalni predpis sestavlja iz \_\_\_\_\_ strani in prilog:

A) \_\_\_\_\_  
B) \_\_\_\_\_  
C) \_\_\_\_\_

ODGOVORNI OSEBA UPRAVLJAVCA

\_\_\_\_\_ (sig in podpis)

VODIA OBRATOVANJA

\_\_\_\_\_ (podpis) \_\_\_\_\_ (datum)

OBRATOVALNI PREDPIS - Glebo tehnika

VSEBINA

**OBRATOVALNEGA PREDPISA**  
**VLEČNICE**

**SPLOŠNE DOLOČBE** ..... 2

**I. DEL: OSEBE IN Njihove NALOGE** ..... 3

1. Osebe ..... 3

2. Naloga in dolžnosti vodje obratovanja ..... 4

3. Naloga in dolžnosti varnika ..... 11

4. Naloga in dolžnosti osebja na postajah ..... 13

5. Obvezanje osebja do potnikov ..... 14

6. Dolžnosti upravitelja vlečnice ..... 14

7. Preprečitve nesreč ..... 14

**II. DEL: DOLOČBE ZA VOŽNJO IN PROMET** ..... 15

1. Obratovanje ..... 15

2. Način pri delu ..... 15

3. Ziva pomoč ..... 19

4. Zadržanje pred postajo ..... 20

**III. DEL: VDRITVANJE NAPRAVE - PERIODIČNI PREGLEDI IN PRESKUSI** ..... 21

1. Splošno ..... 21

2. Dnevni pregledi in preskusi ..... 21

3. Tedeniški pregledi in preskusi ..... 22

4. Mesniški pregledi in preskusi ..... 23

5. Letni pregledi in preskusi ..... 23

6. Zgodnji pregledi in preskusi ..... 24

7. Vidstevanje ..... 24

8. Zbirniki obratovanja ..... 25

**IV. DEL: DOLOČBE ZA POTNIŠKE** ..... 26

**V. DEL: POSEBNE DOLOČBE** ..... 28

1. Način pri napravi ..... 28

2. Osebe na obratovanju ..... 29

3. Mirni vožnje ..... 29

4. Krmiljenje in regulacija ..... 29

5. Pravila za spornost in ugotovitve ..... 30

6. Posebne določbe za vožnjo obratovanja ..... 31

7. Posebne določbe za varnost ..... 31

8. Posebne določbe za osebje na postajah ..... 32

9. Naprave za dejavnika spornost in ugotovitve ..... 32

10. Preizkušnje pri delu ..... 33

11. Preizkušnje pri delu ..... 33

12. Transformatorna postaja ..... 34

**VI. DEL: PREHODNE DOLOČBE** ..... 34

## Obratovanje - splošno

12397

- osnova za pripravo OP je SIST EN 12397 – Obratovanje
- OP vsebuje ukrepe med obratovanjem za zagotavljanje varnosti prevoza, ki jih mora pripraviti upravitelj:
- upoštevati je potrebno zahteve za varnost pri delu,
- prilagojen mora biti konkretni napravi in načinu njenega obratovanja,
- besedilo mora biti pripravljeno v osebju razumljivem jeziku,
- osebje se mora z njim seznaniti

**DOLOČILA ZA**  
**OBRATOVANJE**

## Obratovanje

12397



**SIST EN 12397, Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Obratovanje**

12929-1

+


**POVZROČITELJI NEVARNOSTI:**

- neustrezno obnašanje potnikov, osebja in tretjih oseb;
- neprimernost potnikov;
- pomanjkljivo osebje, pomanjkanje ali neustreznost predpisov za obratovanje;
- neučinkovita ali neustrezna signalizacija, navodila, informacije in sredstva za komuniciranje;
- neupoštevanje opozorilne signalizacije, navodil in predpisov za obratovanje;
- vpliv ledu, megle, vetra, neviht

**SPLOŠNA VARNOSTNA NAČELA**

**VARNOSTNI UKREPI:**


- uporabljati kvalificirano in usposobljeno osebje;
- priprava **ustreznih obratovalnih predpisov** za obratovanje pod normalnimi pogoji in za obratovanje pod izrednimi pogoji;
- določitev in objava ukrepov za dostop in prevoz potnikov.






## Povezanost z drugimi standardi

12397



celoten CEN 242 in še posebej:

OBRATOVANJE

PREGLEDI IN PRESKUSI

1709





DOLOČILA ZA POTNIKE


12929-1

PRAZNIENJE IN REŠEVANJE

1909

12397








## Vsebina OP

12397

**OBVEZNA VSEBINA**

- ime in tehnične podatke o napravi;
- obratovalno osebje in njihove naloge;
- dokumente;
- potek obratovanja v normalnih pogojih;
- potek obratovanja v izrednih pogojih;
- vzdrževanje in kontrole obratovanja;
- izredne dogodke in nesreče;
- načrt reševanja.



## Obratovalno osebje in njihove naloge





12397


**SPLOŠNE ZAHTEVE**

- določijo se specifične naloge obratovalnega osebja za posamezno vrsto naprave (skladno z navodili proizvajalca),
- pripadajoče najmanjše potrebno število osebja (skladno z navodili proizvajalca),
- predvideti je naslednje osebje: **vodjo obratovanja** (po potrebi namestnika), **strojnika**, **drugo osebje** (sprevodnik, strežnik v postajah itd.)
- določiti pogoje stalne prisotnosti strojnika in/ali drugih uslužbencev

**Seznam (usposobljenega) osebja** vsebuje zadostno število nadomestnega osebja (upoštevati odsotnost zaradi praznikov, bolezni in prostih dni ali njihovo prerazporeditev). Seznam je narejen v obliki tabele in je podpisan s strani upravljavca in vodje obratovanja. Pooblaščen oseba upravljavca mora skrbeti, da je seznam osebja vedno popoln in aktualiziran ter priložen OP.

*Glej tudi ZŽNPO 49. čl. – usposobljenost osebja in 50. čl. – vodja obratovanja in njegov namestnik*



## Zahteve za osebje





12397


Osebje mora biti ustrezno usposobljeno (spretnosti, znanje, zanesljivost) za naloge, ki so jim zaupane.

**KRITERIJI ZA DOLOČITEV USPOSABLJENOSTI**

- zdravstvena primernost: delo na višini (npr. stebrih), delo na večji nadmorski višini, posebni klimatski pogoji
- poklicna primernost: obnašanje do potnikov, samodisciplina, sposobnost dela v skupini
- poklicna znanja: posebno šolanje, poznavanje obratovalnega predpisa, poznavanje določb za potnike, poznavanje navodil in zahtev, poznavanje zahtev za reševanje.

*Glej tudi ZŽNPO 49. čl. – usposobljenost osebja*







## Vodja obratovanja (VO)


12397

**Mesto delovanja:**  
Vedno se mora med obratovanjem nahajati v bližini žičniške naprave za katero je odgovoren.  
V tem času mora biti nenehno dosegljiv.

**ODGOVOREN JE ZA:**

- varnost obratovanja;
- zagotavljanje tehničnih zahtev in pogojev;
- dodeljevanje potrebnega osebja za obratovanje;
- tehnično organiziranje obratovanja ob upoštevanju njenega okolja.













Naloge VO (1)

12397

- odločati o **začetku in zaključku javnega prevoza** potnikov ob upoštevanju voznega reda in pogojev obratovanja;
- uporabljati in **izvajati navodila in zahteve za obratovanje in vzdrževanje** različnih naprav; sprejemati ustrezne ukrepe in jih dopolnjevati ali spreminjati;
- **usposobiti** ustrezno osebje za obratovanje;
- zagotoviti, da so strojniki in strežniki ustrezno usposobljeni, da imajo ustrezne pristojnosti in znanje za izvajanje njim dodeljenih nalog;
- dodeliti zaposlenim delovno mesto in naloge skladno z njihovimi pristojnosti za obratovanje ter njihovo delo nadzorovati;
- skrbeti za stalno izobraževanje in izpopolnjevanje osebja;
- zagotoviti ustrezne ukrepe za zaščito pri delu;







Naloge VO (2)

12397


- v primeru izrednih dogodkov, ki lahko vplivajo na varnost obratovanja naprave in v primeru nesreče o tem nemudoma obvestiti pristojne organe;
- ob daljši prekinitvi obratovanja žičniške naprave odločati o potrebnih ukrepih,
- skrbeti, da je na zalogi zadostna količina rezervnih delov in drugega potrošnega materiala;
- sprejeti vse potrebne ukrepe za izvajanje obratovanja pod izrednimi pogoji, ki so določeni z obratovalnim predpisom;
- preverjati ustreznost izpolnjevanja dnevnika obratovanja;
- nenehno obnavlja dokumente.

*Glej tudi ZŽNPO 50. čl. – vodja obratovanja in njegov namestnik*

## Naloge strojnika

12397







na svojem delovnem mestu mora izvajati tiste naloge, za katere ga je zadolžil vodja obratovanja in vsa navodila in zahteve, ki so s tem povezana.

Preverjati mora ustreznost stanja njemu dodeljene naprave, skrbeti za njeno varno obratovanje in dajati strežnikom te naprave potrebna navodila.

1709


- izvajati oz. poskrbeti za izvajanje kontrol obratovanja;
- dnevno voditi dnevnik obratovanja;
- vse motnje in nepravilnosti delovanja nemudoma sporočiti vodji obratovanja, počakati na ustrezna navodila in, v nujnih primerih, samostojno izvesti ustrezne ukrepe.

**POSEBEJ MORA:**

## Naloge ostalega osebja





12397




Biti morajo na svojih delovnih mestih ter izpolnjevati navodila vodje obratovanja in strojnika.

**POSEBEJ MORAJO:**





- vzdrževati vstopno in izstopno področje v dobrem stanju;
- nadzorovati vstop in izstop potnikov na/iz naprave ter, če je potrebno, pomagati potnikom;
- urejati prevozni proces potnikov in tovora skladno z navodili za obratovanje kot tudi določili za potnike.

## Izobraževanje osebja



- VO pripravi programi in strokovne vsebine za posamezno vrsto osebja;
- VO organizira izobraževanje (teoretični del – seznanjanje z OP, praktični del – konkretna dela na napravi)
- VO organizira preskus znanja - potrdilo
- Rezultati se zavedejo in hranijo v dokumentaciji osebja

## Dokumenti

12397



1709

### DNEVNIK OBRATOVANJA

- **poročilo o preskusih;**
- **dovoljenje za obratovanje;**
- **navodila za obratovanje in vzdrževanje od proizvajalca naprave;**
- **navodila** za upravljanje;
- **obratovalni predpis;**
- **načrt za reševanje** v prilogi obratovalnega predpisa;
- **navodila** za posebna preverjanja;
- **določila za potnike;**
- **dokumente** potrebne za dokazovanje ustreznosti osebja za obratovanja;
- **konstruktivske načrte, načrte vezij in posodobljene zapiske izračunov;**
- **dnevnik obratovanja.**

- imena članov osebja za obratovanje naprave, ki so prisotni;
- čas začetka in zaključka javnega prevoza potnikov;
- stanje števca obratovalnih ur ali opravljene poti;
- število potnikov;
- kontrole obratovanja in njihove rezultate;
- poročilo o različnih dogodkih, nesrečah in drugo z navedbo vzroka in njihovega vpliva;
- poročilo o izvedenih vzdrževalnih delih;
- obratovalne hitrosti;
- atmosferske razmere ob začetku obratovanja za potnike in katerekoli spremembe, ki vplivajo na pogoje obratovanja.








## Obratovanje pod normalnimi pogoji 12397

**Obratovanje pod normalnimi pogoji** pomeni obratovanje:

- glavnim ali pomožnim pogonom;
- z žičniško napravo, ki je pripravljena za obratovanje;
- ob vremenskih razmerah in vidljivosti, ki ne zahtevajo posebnih ukrepov.

Po izvedbi **rednega dnevnega pregleda** in **redne dnevne preskusne vožnje** se lahko v skladu z voznim redom javni prevoz potnikov prične in se odvija dokler:

- je potrebno osebje na svojih delovnih mestih;
- so izpolnjeni ostali organizacijski in varnostni pogoji na napravi.

Med obratovanjem mora osebje **nadzirati pravilnost delovanja naprave** (kontrole obratovanja) in izvajati njim zaupane naloge.

Določa se **način uporabe signalov** in pravila za sporazumevanje


Zahtevani so posebni **ukrepi za obratovanje v temi** – zagotavljanje varnosti.

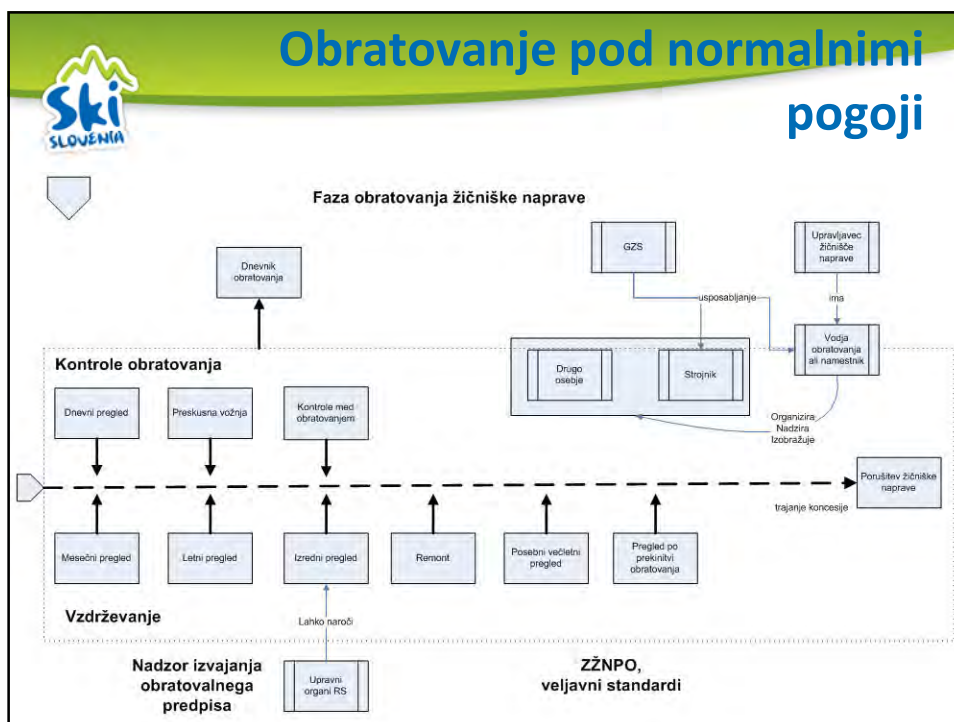
Ob **zaključku javnega prevoza** je treba preveriti traso in vstopna področja, dostope zapreti.

Pri **prevozu tovora** je treba nadzirati nalaganje in zavarovanje tovora. **Nosilnost!**

Zahtevani so posebni **ukrepi pri prevozu tovora večjih dimenzij ali nevarnega tovora**.

*Glej tudi ZŽNPO 52. – način obratovanja*








## Redni dnevni pregled

1709

- a) delovanje varnostnih tokokrogov v postaji in varnostnih tokokrogov na trasi, ki direktno aktivirajo naprave za zasilni izklop, nadzornih naprav za kontrolo uvoza in izvoza vozil pri vstopanju in izstopanju iz postaje;
- b) preskus nadzornih tokokrogov za ozemljitev, ob kratkem stiku in ob prekinitvah;
- c) preveritev, da so vse prikazane vrednosti v dopustnih mejah;
- d) preskus delovanja električnega ustavljanja iz maksimalne hitrosti vožnje;
- e) preskus delovanja naprave za regulacijo hitrosti;
- f) preskus delovanja mehanskih zavornih sistemov pogona;
- g) preskus delovanja internih naprav za komuniciranje;
- h) dostopnost vseh izklopnih naprav;
- i) kontrola lege vrvi na kolutih, na tekalnih kolesih in vrvnih čevljih in delovanje odstranjevalcev ledu na kolutih;
- j) kontrola lege in prostega gibanja napenjalnih uteži oz napenjalnih vozičkov;
- k) kontrola tesnjenja in delovnega tlaka v hidravličnih ali pnevmatskih sistemih in tesnjenja reduktorja;
- l) pregled stanja in lege tekalne in vodilne tirnice na območju izvoza in uvoza v postaje (npr. V primeru nabiranja snega ali leda);
- m) delovanje naprave za nadzor vklopljivih prižemk pri izvozu in uvozu v postaje;
- n) pregled stanja vstopnih in izstopnih mest kakor tudi dohodnih in odhodnih poti za potnike;
- o) pregled stanja vozil in vlačil









## Redna dnevna preskusna vožnja

1709

- a) pravilnost delovanja vrvnih podpor, nastavitve in vrtenje kolotov;
- b) da je prehod vozil ali vlačil preko stebrov neoviran brez zadrževanja;
- c) da led, sneg ali druge ovire na trasi ne ogrožajo vozil ali vlačil pri obratovanju;
- d) da merilnik vetra pravilno deluje;
- e) da na vrveh ni vidnih nepravilnosti (lega, stanje);
- f) skladnost stanja s potrebnimi varnostnimi razdaljami (svetli profil naprave, razdalja do tal);
- g) da na vozilih in vlačilih, ki so predvidena za obratovanja, ni opaznih vidnih nepravilnosti ali poškodb;
- h) da je zagotovljena prehodnost poti, planiranih za evakuacijo potnikov;
- i) da je vlečna pot na vlečnici v dobrem stanju;
- j) da so zaščitne naprave (blazine, varovalne mreže, lovilna korita) in ograje v dobrem stanju;
- k) da so nameščene in čitljive zahtevane označbe;
- l) da naravni dogodki kot npr. padajoče kamenje, plazovi ali premiki zemlje ne ogrožajo varnosti naprave.



## Zahteve za izvedbo redne dnevne preskusne vožnje

1709

a) prevoz potnikov je prepovedan;

b) med osebjem, ki preskusno vožnjo izvaja, mora biti vzpostavljena stalna brezžična povezava, razen na vlečnicah, kjer je trasa naprave vidna v celotni dolžini;


c) praviloma mora biti komandno mesto v pogonski postaji zasedeno. V kolikor temu ni tako, mora biti strojnik v drugi postaji in potrebno je izvesti še en popoln cikel, pri katerem mora biti v pogonski postaji ustrezno osebje;

d) če nameten sneg ali led ovirata vstop v postajo, je potrebno prazna vozila ustaviti izven vstopa v postajo.

**Po izrednih dogodkih (npr. neurje, nevihta, žled, plazovi, udarci strele) je potrebno pred ponovnim zagonom izvesti okoliščinam ustrezne preskuse in preskusno vožnjo.**









## Varnost oseb ob zagonu žičniške naprave


12397

**NAVODILA:**

- Zagon je možen le s pooblaščenim osebjem po tem, ko se prepriča, da se lahko obratovanje varno izvaja.
- Zagon lahko ogroža osebe, ki se nahajajo v pogonski ali povratni postaji, v jaških napenjalnih uteži, v območju vozil, na linijskih podporah ali v vozilih za vzdrževanje in podobno.
- Zahteva je izpolnjena, če so o zagonu obveščeni vsi zaposleni, ki bi lahko bili ogroženi.
- Zahteva ni izpolnjena, če je bil v naprej dogovorjen le čas zagona.

- Za zagon naprave med izvajanjem obratovalnih kontrol in vzdrževalnih del morajo biti izdelana posebna pisna navodila (v OP).
- Pri tem je potrebno ločiti dva primera:
  - prisotnost pooblaščenega osebja na nadzornem mestu je zagotovljena. Dana so natančna navodila in potrebna komunikacijska sredstva. V kolikor dolžina ali način del to zahtevajo, je potrebno izvesti vse potrebne ukrepe, da se celotna naprava ali njen pripadajoči sklop zavaruje pred **nepooblaščenim** zagonom;
  - prisotnost pooblaščenega osebja na nadzornem mestu ni zagotovljena. Izvedeni morajo biti vsi potrebni ukrepi, da se prepreči nepooblaščen zagon žičniške naprave ali njenega sklopa. Ponovni zagon naprave lahko izvede samo oseba, ki varuje napravo pred nepooblaščenim zagonom ali pooblaščen pomočnik.
- Vzdrževalna dela se lahko izvajajo med obratovanjem le takrat, ko osebje ni ogroženo.
- Če izvedba vzdrževalnih del zahteva mirovanje naprave, jo je potrebno zavarovati pred nepooblaščenim zagonom.







## Kontrole med obratovanjem


1709

Posebno pozornost je potrebno posvetiti vsem situacijam, ki ne dovoljujejo normalnega obratovanja.

Med obratovanjem je potrebno kontrolirati:

- a) prikazane vrednosti napetosti in toka električnega pogona;
- b) druge indikatorje in signalno opremo;
- c) tek pogonskega mehanizma, kolutov in tekalnih koles v postajah;
- d) stanje vstopnega in izstopnega mesta ter vlečne poti;
- e) gibanje vozil ali vlačil v postajah in njihovi bližini;
- f) stanje vozil in vlačil.



## Signali in sporazumevanje

### SIGNALI ZA VOŽNJO





Signali za vožnjo	Ob izpadu	Ob izpadu
Pozor (zahteva po sig. KONČANO)	Tipka ..... (2 kratka tona)	Ustno daljinsko
KONČANO	Tipka KONČANO	Ustno daljinsko
ODHOD	Tipka ODHOD (1 kratek ton)	Ustno daljinsko
POČASNEJE	Tip. POČASNEJE	Ustno daljinsko
USTAVITEV	Tipka STOJ Tipka V SILI Tip. NEVARNOST	Ustno daljinsko


### POMOŽNI SIGNALI

Optični	roka
vozi naprej	nihanje spodaj
vozi nazaj	nihanje zgoraj
ustavi	kroženje
Akustični	
pozor	2 tona
odhod	1 ton
ustavi	stalni ton
Znamenja	zastavica, tabla
izločiti vozilo	Rdeče znam. Rumeno znam.

### SIGNALI ZA SPORAZUMEVANJE

Potrebno jih je namestiti na **daljinske naprave** za sporazumevanje; izvajanje privatnih pogovorov je prepevedano. Pri normalnih telefonih je potrebno namestiti sezname s pozivnimi številkami pomembnejših oseb.



## Vzdrževanje in kontrole obratovanja

12397


VARNOST PRI DELU:

- Predpisati **nabor potrebnih zaščitnih ukrepov**.
- S posebnimi navodili je potrebno **urediti pogoje prevažanja oseb na napravi** vključno z uporabo osebne zaščitne opreme in komunikacijskih naprav.
- Med prevozom in delom se mora osebe zaščititi pred padcem z višine z osebno zaščitno opremo in pri tem upoštevati potrebne varnostne razdalje. V posebnih primerih morajo biti opremljeni z opremo za samostojno spuščanje po vrvi.
- Osebe, ki se prevažata, mora uporabljati v ta namen predvideno posebno opremo in se med vožnjo obnašati skladno s predhodno podanimi navodili za tovrstno prevažanje.
- Te zahteve so izpolnjene, na primer, če se delavci povezani z radijsko zvezo, če stojijo ali sedijo na varnem mestu, če so zavarovani pred padcem z višine tako da uporabljajo osebna zaščitna sredstva in so na takšnih mestih, da niso ogroženi zaradi delovanja žičniške naprave.
- Osebe lahko prevozi kolesa naprav na vozilih za vzdrževanje samo, če je to odobreno. Pogoji tega postopka morajo biti navedeni v obratovalnem predpisu.
- Zahtevano je natančno sporazumevanje. Podrobnosti postopka morajo biti navedene v obratovalnem predpisu.

POSTOPEK:

- Organizira ga vodja obratovanja ob upoštevanju navodil za vzdrževanje in kontrole (proizvajalec) in drugih predpisov.
- OP mora vsebovati **stalna navodila za vzdrževanje in kontrole (plan vzdrževanja)**, ki določajo intervale in podrobnosti glede izvedbe vzdrževanja in kontrol obratovanja, še posebej:
  - postopek in podrobnosti za izvedbo dejavnosti ob zagonu žičniške naprave pod različnimi pogoji obratovanja;
  - nabor delov žičniške naprave, ki jih je potrebno očistiti in namazati, navedba mazalnih mest in materiala, ki ga je potrebno uporabiti ter posamezne nastavitvene vrednosti;
  - Vrvi. 12927-7
- Rezultate kontrol obratovanja je potrebno vnesti v dnevnik obratovanja.

1709








## Vzdrževanje

1709

Potrebno je izdelati in obnavljati **plan vzdrževanja**, pri čemer se upoštevajo zahtevani periodični pregledi.

Potrebno je izdelati **kontrolne sezname**, ki morajo vsebovati izhodiščne vrednosti z dovoljenimi odstopanji kakor tudi pogostnost zamenjave posameznih sklopov. Sezname je opremiti s specifikacijami in dovoljenimi vrednostmi odstopanja pri vizualnih pregledih in pri preskušanju z neporušnimi metodami.

Poročilo mora biti potrjeno s podpisom izvajalca. Izvedbo **vzdrževalnih del varnostnih sklopov** in po razporedu predvidenih vzdrževalnih del mora pregledati ter s svojim podpisom potrditi druga, s strani vodje obratovanja pooblaščen oseba.

Razpolagati je potrebno z **ustreznim orodjem in drugimi napravami**. 12929

Imeti je potrebno zadostno količino **rezervnih delov**, ki morajo biti v dobrem stanju, skladiščeni pod ustreznimi pogoji ter na lokaciji v neposredni bližini žičniške naprave.

**Potrebna dvigala, vrvi in drugo opremo** je potrebno ohranjati v dobrem stanju.

Zagotovljena **oprema za vzdrževanje trase naprave in za zaščito osebja** pri delu.


Posebna **dela na vrvem** 12927-6, -7  
13796-1

Vsa redna vzdrževalna dela izvajati skladno z navodili za redno vzdrževanje, ki jih mora zagotoviti proizvajalec žičniške naprave. Po zaključku izvesti predpisane preglede.

Obseg vzdrževalnih del na gradbenih objektih je odvisen od rezultatov pregleda.





## Pregledi

1709

Pregledi obsegajo meritve, preskuse in ocene dejanskega stanja naprave.

Periodični pregledi se izvajajo v **mesečnih, letnih in večletnih** intervalih.





Pri izvedbi je potrebno upoštevati **navodila proizvajalca**. Rezultate pregledov je potrebno **zabeležiti v pisni obliki**, poročilo izdela s strani vodje obratovanja pooblaščen oseba in arhivirati.

Predpišejo se lahko tudi **krajši intervali ali dodatni pregledi**. Če so ugotovljena določena odstopanja od dovoljenih vrednosti - nemudoma ukrepati.

V življenjski dobi posameznega elementa naprave je potrebno **zagotoviti nenehni nadzor** nad popolnostjo izvedbe vseh zahtevanih vzdrževalnih del.

Periodični pregledi morajo pokazati, da stanje, obnašanje in uporabnost posameznih sklopov ustreza načrtovanim pogojem.

Izjemni dogodki kot na primer nesreče, močna neurja, plazovi in večji premiki terena po potrebi **zahtevajo takojšnje preglede**.



## Mesečni pregledi

1709

- a) vse vrvi na delih, kjer so bili ugotovljeni lomi žičk in druge zunanje poškodbe;
- b) nosilne in napenjalne vrvi na območju odklonov in poškodb;
- c) vrvene zveze (npr. spleti) in pritrditve koncev vrvi;
- d) medsebojno lego vrvi in tirov v območju vklopa in izklopa;
- e) zunanje stanje, lego in pritrditev koles, vodil vrvi in vrvnih čevljev;
- f) naprave za nadzor uvoza, vožnje skozi in izvoza vozil iz postaje;
- g) uvoz, izvoz in tek vozil oz. vlačil v postajah;
- h) zavore in zavorne obloge;
- i) zavorne sisteme (merjenjem zavornih poti) in/ali časov zaviranja s praznimi vozili oz. vlačili kakor tudi delovni tlak v regulatorjih zavorne sile;
- j) ročno sprožitev vrvene zavore v mirovanju in pravilnost delovanja stikala;
- k) vožnjo z vsemi pogonskimi sistemi;
- l) delovanje kontrole proti prehitevanju, povratne zapore ali povratnega nadzora;
- m) stanje vozil (vlačil), zapiral in zaklepov vrat, kontrola zapiranja/odpiranja vrat;
- n) električne akumulatorje;
- o) skladiščenje pogonskih sredstev in rezervnih delov;
- p) varnostne naprave (naprava za nadzor prižemk, nadzor zastoja, proženje zavore)








## Letni pregledi

1709

Vsaj enkrat letno je potrebno celotno napravo podrobno pregledati in preveriti izvajanje ukrepov za zaščito osebja na delu.


Pri tem je potrebno **zraven obsega mesečnega pregleda** izvesti še izbrane preglede:

- Gradbenih objektov (prvi pregled konstrukcije, temelji, sidra),
- Mehanskih naprav (stroji, zavore, kolesa, naprav za praznjenje + vaja reševanja),
- Vrvi (neporušni pregled vrvi, pritrditev koncev vrvi, signalna vrvi)
- Električnih naprav (delovanje, ozemljitev),
- Varnostnih, nadzornih in signalnih naprav (varnostni tokokrogi, izolacija, merilniki),
- **Vozila in vlačila**
- Drugo (objekti za zaščito pred plazovi, lovilne mreže, rezervne dele, zaščita pred ognjem, prva pomoč, orodja)






12927-7, -8



## Letni pregledi vozil / vlačil

1709

a) **vizualni pregled stanja vsakega vozila** oz. vlačila vključno s prižemkami, obešali, tekalnim mehanizmom in spoji obešal. Vsaj 20% vseh prižemk je potrebno vizualno pregledati v razstavljenem stanju. Izbira prižemk za pregled se izvaja tako, da se zagotovi, da časovni interval med naključnim pregledom vsake prižemke ni daljši od 5 let. Pregledi in preskusi delovanja prižemk se izvajajo po navodilih proizvajalca;

b) pregled in preskusi delovanja in nastavitvev naprav za nadzor prižemk in naprav za preverjanje prižemne sile na vklopljivih prižemkah;





c) na vsaj 10% prižemk je potrebno preskusiti odpornost na zdrs ob minimalni zahtevani prižemni sili, to ne velja za prižemke na vlečnicah;

d) meritve prižemne sile vseh prižemk, ki delujejo na principu gravitacije;

e) preskusi delovanja vrat, njihovih zapiralnih naprav in zaklepov;


f) pregled naprave za merjenje obremenitve vozila ali naprave za štetje potnikov;

g) pregled sprožitve vrвне zavore na vozilu z meritvijo ostanka sile in odpornosti na zdrs.










## Pregledi ob daljših prekinitev

1709




> 1 mesec	mesečni pregled + nekatero vsebine letnega pregleda (vrvi, vozila in vlačila )
> 1/2 leta	letni pregled

## Posebni pregledi

1709



nav. proiz.

Upravljalavec ŽN mora zagotoviti izvajanje posebnih pregledov skladno z določenimi roki – ni jih potrebno izvajati na vlečnicah z nizko vodeno vrvi.





Posebne preglede izvajajo usposobljene organizacije ali posamezniki. Izdajo poročilo z navedbo pregledanih delov, metodo in rezultati pregleda ter pogoje za nadaljevanje obratovanja dela.

**Podsistemi in sklopi za katere niso bili izvedeni postopki ugotavljanja skladnosti**  
Praviloma skladno z navodili proizvajalca, če jih ni smiselno uporabljajo določbe na podobnih napravah (podani so roki in nabor ukrepov)

pog. 6.3.7.1; 1709


**Varnostni sklopi in podsistemi, za katere je potreben postopek ugotavljanja skladnosti**  
Skladno z navodili proizvajalca. Če določene preglede iz gornjega nabora proizvajalec ne zahteva, se morajo izvesti.

**Elektrotehnične naprave** 50110-1  
Pregledi vsakih 5 let  
metode TSG-N-002

3. Poglavlje Pravilnika o tehničnih pregledih žičniških naprav in Priloga 2





## Posebni pregledi

1709





nav. proiz.

Varnostne sklope, ki so trajnostno obremenjeni je potrebno pregledati z neporušnimi metodami.

Gradbene konstrukcije, ki so izpostavljene visokim napetostim utrujanja, je potrebno pregledati z neporušnimi metodami. Napetosti utrujanja so visoke takrat, ko obseg nazivne napetosti, pomnožen z delnim faktorjem vpliva obtežbe utrujanja in z korekcijskim faktorjem, preseže 80 % odpornosti za utrujanje, pri čemer se upošteva delni faktor vpliva odpornosti za utrujanje.

Intervali pregledov so **(ne velja za prižemke)**: 13107

- a) prvi izredni pregled: najpozneje po 22.500 obratovalnih urah po prvem prevzemu, vendar ne pozneje kot po 15 letih;
- b) drugi izredni pregled: najpozneje po 15.000 obratovalnih urah po prvem izrednem pregledu vendar ne pozneje kot po 10 letih;
- c) tretji izredni pregled in kasnejši: najpozneje po 7.500 obratovalnih urah po prejšnjem izrednem pregledu vendar ne pozneje kot po 5 letih;
- d) za gradbene konstrukcije se izredni pregledi izvajajo vsakih 15 let oziroma po 22.500 obratovalnih urah.



## Posebni pregledi prižemk

1709

nav. proiz.

**Vizualni pregled v razstavljenem stanju**





Prižemke je potrebno v razstavljenem stanju pregledovati po programu, ki ga izdela proizvajalec. Ta program mora zajeti najmanj 50 % prižemk kot sledi:


- a) vklopljive prižemk, po 3.000 obratovalnih urah, vendar ne pozneje kot po 2 letih. Interval se lahko podaljša na 4.500 obratovalnih ur ali 3 leta če gre za prižemke, pri katerih so bistveni nosilni in obratovalni sklopi dostopni od zunaj;
- b) fiksne prižemke, po 4.500 obratovalnih urah vendar ne kasneje kot po 3 letih.

**Neporušni preskus**

Prižemke je potrebno na neporušno preskušanje poslati po programu, ki ga izdela proizvajalec. Ta program mora zajeti najmanj 25 % prižemk kot sledi:

- a) vklopljive prižemke, po 9.000 obratovalnih urah, vendar ne pozneje kot po 6 letih;
- b) fiksne prižemke, prvič po 18.000 obratovalnih urah, vendar ne kasneje kot po 12 letih, po tem vsakih 9.000 obratovalnih ur, vendar ne kasneje kot po vsakih 6 letih.



## Popravila (remonti)

1709





Popravila je potrebno **pisno dokumentirati in arhivirati**. Izvajalec popravil mora potrditi, da so bila le-ta izvedena skladno z podanimi zahtevami ter o njihovi izvedbi obvestiti vodjo obratovanja.


Za **zamenjavo** posameznih sklopov se lahko uporabljajo **samo rezervni deli**, ki so po materialu, obliki in delovanju vsaj enakovredni originalnim delom. Potrebno je dokazovanje skladnosti rezervnih delov za varnostne sklope.

12408

Pri **konstrukcijah** je obseg in postopek popravil odvisen od rezultatov pregledov. Popravila obsegajo popravljanje večjih poškodb zaradi staranja, vpliva vremena in obrabe, kot na primer: obnova proti korozijski zaščite, nastavitve ali zamenjava ležišč mostov, zamenjava ali povečanje zemeljskih sider, polnjenje razpok v betonu. Pred popravilom poškodbe na gradbeni konstrukciji je potrebno **pojasniti vzrok**, ki naj bo, če je le mogoče, odpravljen; če odprava vzroka ni mogoča, je potrebno ukrepati.

Po **izrednih dogodkih**, prekomerni obrabi in zaradi bistvenega povečanja kapacitete žičniške naprave je potrebno izvesti **obnovo gradbenih konstrukcij ali njihovih delov**.



## Prekinitve obratovanja

12397

Vsaka neobičajna situacija ali nesreča lahko povzroči potrebo po posredovanju osebja, in če je potrebno po zaustavitvi naprave.

NESREČE:

1909

- Pri nesrečah ima prednost zdravniška oskrba ponesrečenec.
- Seznam oseb in služb**, ki jih je potrebno alarmirati vključno z njihovimi telefonskimi številkami mora biti priložen obratovalnemu predpisu ali načrtu za reševanje.

NADALJEVANJE OBRATOVANJA





še le po ugotovitvi in odpravi vzrokov


NENADNA USTAVITEV:

Nepredvidena ustavitev - strojnik mora vzrok raziskati. Po potrebi obvesti vodjo obratovanja in si pridobiti dodatna navodila.

DALJŠA USTAVITEV:

- Ob sumu na daljšo ustavitev mora vodja obratovanja o tem prvo obvestiti potnike.
- Če je potrebno, začne z vračanjem v postaje.
- Obratovalni predpis mora vsebovati določila o obveščanju potnikov in o načinu vračanje vozil v postaje
- V primeru reševanja, ga mora vodja obratovanja izvajati po načrtu za reševanje - **Načrt za reševanje** je v prilogi obratovalnega predpisu.



## Obratovanje pod izrednimi pogoji

12397

Obratovanje je možno, če le-to ne predstavlja nevarnosti za ljudi ali napravo.

Opredeliti je **ukrepe**, ki jih mora izvajati osebje **v primeru opozorilnega signala ali izpada** nadzorne ali komunikacijske naprave.





Nadaljevanje obratovanja je dovoljeno le, če je zagotovljena varnost, ki je enaka varnosti obratovanja pod normalnimi pogoji.


V nasprotnem primeru je potrebno pričeti **z vračanjem vozil** ali **z reševanjem potnikov**. Pri tem se lahko uporabljajo nadomestne nadzorne ali komunikacijske naprave ali neposredni nadzor s strani osebja.

Ob vetru, ki še dopušča obratovanje, pričakovati pa je sunke ali povečanje moči vetra, mora osebje **zmanjšati hitrost vožnje** in traso naprave pogosteje nadzirati z daljnogledom tako, da lahko strojniku posredujejo ustrezne informacije.

Ko hitrost vetra **preseže določeno največjo vrednost** ali ko prihaja do nevarnega nihanja vozil, je potrebno obratovanje prekiniti po tem, ko so vozila ob upoštevanju vseh potrebnih previdnostnih ukrepov z zmanjšano hitrostjo vrnjena v postaje.

*Glej tudi ZŽNPO 52. – način obratovanja*



## Načrt reševanja

1909





Pri izbiri metode reševanje je potrebno upoštevati:

- **tip in značilnosti naprave** in njeno obratovanje;
- **okolje** naprave (teren pod napravo, nevarnost plazov, vremenski pogoji);
- **osebje**, ki ga lahko mobiliziramo v določenem času;
- **tehnične možnosti reševalne opreme**.

Dokončna organizacije postopkov reševanja vodi do izdelave **načrta reševanja** v pisni obliki; **za njeno izvajanje je odgovoren vodja obratovanja**.

Podrobnosti načrta se lahko prilagajajo, še posebej na osnovi sprememb načina obratovanja, razvoja opreme in organizacije reševalnih ekip; **za obnavljanje načrta reševanja je odgovoren vodja obratovanja**.

*Glej tudi ZŽNPO 52. – način obratovanja\*\**



## Informacije in sporočila za potnike

12397

**Informacija o žičniški napravi za potnike** morajo biti prosto dostopne, nameščena na vidnem mestu pred dostopom k žičniški napravi ter morajo vsebovati vsaj:

- ime žičniške naprave;
- določila za potnike;
- obratovalni čas;
- obvestilne znake.

12929-1





Ta informacija se lahko tudi razširi z informacijami o smučarskih progah, sprehajalnih poteh...

**Ograje ali dobro vidne označbe**, naj označujejo druga nevarna območja.

Obratovalni predpis **mora vsebovati** vrsto in namestitev obvestilnih znakov (še posebej predpisanih). Uporaba piktogramov!

Zaključek obratovanja naprave za potniški promet je potrebno objaviti. Dostopne poti je potrebno zapreti.

*Glej tudi ŽŽNPO 53. – obratovalni dokumenti\**



## Obvestilni znaki za usmerjanje potnikov

12929

Za usmerjanje potnikov morajo biti nameščene **ustrezna opozorila in usmerjevalni znaki**. Za obratovanje pomembna območja (npr.: vstopno – izstopne površine, površine za čakanje, mejne črte prometnega profila vozila na prihodu in odhodu) je potrebno posebej označiti.


S ustreznimi gradbenimi in organizacijskimi ukrepi je potrebno poskrbeti, da so dostopne poti uporabne za potnike in osebje v vseh vremenskih razmerah.

Uporabiti je **ustrezne označbe** (piktogrami).

	<b>vstop</b>	<b>izstop</b>
<b>sedežnice</b>	vstopite tukaj; zaprite zapiralo; ne skačite iz sedeža; ne zibajte sedeža.	dvignite konice smuči; odprite zapiralo; tukaj izstopite in zapustite izstopno območje.
<b>vlečnice</b>	ostani v smučini; ob padcu takoj zapusti smučino; vstop in izstop na trasi prepovedan; primi smučarske palice z eno roko; vijuganje prepovedano.	opozorilo za približevanje izstopu; izpusti vlačilo; takoj zapusti izstopno mesto.





## Določila za potnike

12397

### VSTOP IN PREVOZ

- Prevoz se izvaja na osnovi prevozne pogodbe = vozovnica.
- Prevozni pogoji prevoza so sestavni del te pogodbe;
- potnik pa se s tem obveže, da jih bo izpolnjeval.
- Veljavnost pogojev prevoza je od vstopa potnika v območje naprave do trenutka, ko jo zapusti.
- Prevoz se lahko izvaja samo takrat, ko je naprava pripravljena za prevoz potnikov, sicer je dostop do naprave prepovedan.
- Potniki morajo uporabljati opremo primerno pogojem obratovanja.

### OSEBE S POSEBNIMI POTREBAMI




- Posebna določila
- Upoštevati značilnosti naprave


### OPREMA, PRTLJAGA, ŽIVALI

- Dovoljen 1 kos prtljage + smuči
- Živali DA, če ne motijo drugih

### IZLOČITEV

- osebe, ki se ne držijo predpisov in določil za prevoz potnikov;
- osebe, ki ne izpolnjujejo sprejetih določil upravljavca ali osebja;
- osebam, ki kršijo javni red.



## Druge določbe v OP

12397

### Varstvo pred požarom in gašenje

Pri načrtovanju, postavitvi in obratovanju žičniških naprav je potrebno zagotoviti vse potrebne ukrepe za zaščito pred požarom in za gašenje v skladu z veljavnimi lokalnimi predpisi - upoštevati tudi nevarnost širjenja požara.





Ukrepi naj upoštevajo dejstvo, da lahko vrvi in pritrditve vrvi kljubujejo učinkom vročine le kratek čas.


### Zaščita pred strelo

Na zgradbah, objektih na trasi in opremi žičniške naprave je potrebno upoštevati ukrepe za zaščito pred strelo v skladu z veljavnimi lokalnimi predpisi.

### Naprave za merjenje vetra

Na vseh območjih trase žičnice, kjer se pričakuje močnejši veter, je potrebno namestiti naprave za merjenje hitrosti in smeri vetra. Prikazovalniki ter optično in zvočno opozorilo v primeru presegeganja opozorilne vrednosti mora biti nameščeno vsaj v pogonski postaji.



## Varstvo pred požarom

14819-2

**Cilj:**

- preprečiti ali otežiti; nastanek in širitev požara
- preprečiti izbruh požara v vozilu, da lahko vozilo zapusti postajo in se lahko istočasno začne reševanje potnikov.





V primeru požara:


a) v vozilu vzpenjače je potrebno

- prednostno reševanje iz vozila se mora začeti v manj kot 5 minutah – če to ni mogoče vračanje vozila (izpraznitev);
- če je možno reševanje peš je potrebno predvideti tehnične in organizacijske ukrepe (OP).

b) prednostno je potrebno **izprazniti vzpenjačo** - naprava se ne sme zaustaviti. V primeru nepričakovane zaustavitve naprave jo je potrebno čim hitreje spet pognati;

c) predvideti potrebne ukrepe za reševanje v postaji ali območju trase žičnice, na kateri se nahajajo potniki (OP)



## Varstvo pred požarom (2)

14819-2





Posebna pozornost varovanju in reševanju oseb v postajah.


**Varnostna študija** naprave mora upoštevati nevarnost požara in ukrepe za izpolnjevanje varnostnih zahtev (koncept varstva pred požarom).

Pri izpraznitvi – posebej paziti na funkcionalnost naslednjih sklopov:

- vozila;
- vrvi in pritrditev koncev vrvi;
- napajalnih naprave;
- pogonskih kolutov, posebej še polnilo pogonskega koluta;
- elektrotehniških naprav (oskrba z energijo, krmilne in komunikacijske naprave, kontrolne naprave);
- objektov na trasi in objektov postaj;
- reševalnih poti v postajah;
- komunikacijskih naprav med potniki, sprevodnikom in komandnim mestom.

Ne glede na že prevzete tehnične ukrepe je potrebno **požaru na vrveh** posvečati še posebno pozornost. Zagotovljeno mora tudi biti, da vrvi do konca izpraznitve niso ogrožene z zaradi požara padajočimi drugimi sklopi.



## Ukrepi za varstvo pred požarom na vozilih

14819-2

Prepoved kajenja, odprtega plamena in prevoza vnetljivih snovi

- namestitvev tabel za prepoved kajenja in prepoved uporabe odprtega plamena.
- prepoved prevoza vnetljivih snovi med prevozom potnikov - tudi izven obratovanja za potnike, razen v z OP predvidenih primerih.



**SIST EN 3**

Gasilni aparati in druga sredstva za boj proti požaru

Če je izpraznitev prednostna, se priporoča namestitvev vsaj enega prenosnega gasilnega aparata v vsak oddelek za potnike ali več v skladu z nacionalnimi standardi – opozorilni napisi.

Če je v vozilu sprevodnik, mora razpolagati z gasilno sredstvo.

V vozilih brez sprevodnika in v kabinah za več kot 30 oseb mora biti na razpolago primerno gasilno sredstvo.

## Ukrepi za varstvo pred požarom pri vzdrževanju

14819-2


Obratovalni predpis določa ukrepe za vzdrževanje čistoče:


- sistematično **odstranjevanje gorljivih snovi**, ki niso potrebne za obratovanje naprave;
- periodično **čiščenje naprave** za preprečevanje nabiranja maščob in prahu, pri čemer je potrebno na vzpenjačah preveriti čistost vrvi in njihovih pritrditev pod vozilom.

Za **mazanje** uporabljati olja, ki imajo najvišje možno vnetišče, ki so za uporabo primerna in je njihov elektrostatični naboj zanemarljiv.

Mazanje se lahko izvaja samo izven obratovanja za potnike.

Vse naprave za boj proti požaru je potrebno periodično pregledati.









**Strokovno usposabljanje za  
strojnike vlečnic in  
strojnike krožnih žičnic**

**OBRATOVANJE in UPORABA  
DOKUMENTACIJE  
Reševanje**





dr. Drago Sever

**Vsebina**

- Povzročitelji nevarnosti – varnostni ukrepi
- Splošne zahteve – obveščanje potnikov
- Izpraznitev naprave
- Pogoji za metode reševanja
  - Reševanje s spuščanjem po vrvi (pogoji, oprema)
  - Reševanje vzdolž vrvi
  - Druge metode reševanja
- Izbira metode reševanja
  - Vsebina načrta za reševanje
  - Uporaba helikopterja
- Izdelava načrta za reševanje
- Usposabljanje reševalnega osebja



1909

**SIST EN 1909**

**Varnostne zahteve za žičniške naprave za prevoz oseb – Izpraznitev in reševanje**

+ SPLOŠNA VARNOSTNA NAČELA 12929-1

**POVZROČITELJI NEVARNOSTI:**

- dolgotrajno izpostavljanje oseb slabim vremenskim razmeram kot na primer veter, mraz in podobno;
- dolgotrajno mirovanje;
- nesposobnost, neprimernost, nepazljivost ali odpoved dela osebja za reševanje;
- pomanjkljiva ali nezadostna organizacija;
- neprilagojena, nezadostna ali nepravilno uporabljena oprema;
- nespametno obnašanje potnikov;
- pomanjkanje samostojnosti potnikov.

**VARNOSTNI UKREPI:**


- žičnica mora biti načrtovana, grajena in mora obratovati tako, da je mogoče, v primeru daljše ustavitve naprave, potnike o tem hitro informirati in jim v primernem času zagotoviti povratek na varno mesto, ne da bi bila pri tem ogrožena njihova varnost ali varnost reševalnega osebja.
- prednostno je potrebno pristopiti k vračanju vozil – izpraznitvi naprave. V kolikor to ni mogoče, je potrebno pristopiti k reševanju, pri katerem je potrebno upoštevati ukrepe skladno s predhodno izdelanim **načrtom reševanja**.

1909

**Splošne zahteve**

ob zaustavitvi mora VO potnike prvo o tem obvestiti in jih pomiriti.

- v prve pol ure ustavitve žičnice mora VO:
  - ali pričeti z vračanjem vozil – izpraznitvijo;
  - ali sprožiti reševanje potnikov.
- VO lahko tudi:
  - odloži začetek reševanja potnikov, če je prepričan, da lahko pod trenutnimi okoliščinami izvede vračanje vozil;
  - nadaljuje s pripravami za vračanje vozil medtem ko teče reševanje potnikov, ki ga prekine takrat, ko je vračanje vozil mogoče.
- skupno trajanje vseh postopkov določenih v načrtu reševanja ne sme preseči 3 ½ ure. V odvisnosti od stanja in vrste naprave je potrebno določiti tudi krajši čas.
  - skupno trajanje vseh postopkov je čas od ustavitve naprave do prihoda zadnjega reševanega potnika na varno mesto. V kolikor je to potrebno, mora upravljavec na tem mestu nuditi potnikom pomoč, dokler si le ti ne opomorejo. Natančna navodila v načrt reševanja.
- če število osebja za obratovanje naprave je zadošča zahtevam reševanja – skleniti **ustrezne pogoje** s posamezniki ali organizacijami kot so gasilci, GRS ipd.




## Obveščanje potnikov

1909

- Obveščanje potnikov pomeni:
  - vzpostavitev stika, da se jih čimprej pomiriti;
  - obveščanje o poteku izvajanja postopkov za odpravo nastale situacije;
  - podajanje ustreznih navodil, kaj naj naredijo.
- Obvestilo lahko vsebuje tudi predviden čas zastoja na osnovi ocene VO glede na nastalo situacijo. Potrebno ga je ponavljati tako pogosto, kot je to potrebno.
- Način informiranja potnikov:
  - s tal s strani zadolženega osebja z megafoni;
  - preko zvočnikov na linijskih podporah;
  - preko zvočnih sistemov v vozilih;
  - preko sprevalnika v vozilih s spremstvom (zagotovljena povratna govorna zveza).
- Izbrani postopki morajo zagotoviti jase in razumljiv prenos informacij tudi v najneugodnejših vremenskih razmerah in ne glede na položaj vozil.
- Pritrjena oprema mora biti posebno oblikovana in nameščena tako, da kljubujejo vsem vremenskim stanjem. Omogočati mora obveščanje iz nadzorne točke ali iz nadzorne postaje.
- Če govorna zveza z nadzorno postajo ne obstaja, se mora vzpostaviti.
- Delovanje naprav za omogočanje prenosa informacij je potrebno periodično preskušati.

EN 60268-5




## Izpraznitev naprave

1909

- izvajati se mora čim bolj enostavno tako, da je reševanje potnikov potrebno le v izrednih primerih – slednje mora biti rešeno že pri gradnji, da se upoštevajo lokalne razmere. Omogočena mora biti izpraznitev naprave v 1 ½ ure od ustavitve naprave.
  - napaka na vlečni opremi vozila (pri vklopljivih prižemkah) ne sme preprečiti izpraznitve - enostavni nadomestni ukrepi.
- izpraznitev je izvesti z glavnim, pomožnim ali zasilnim pogonom ali z uporabo gravitacije ali drugih dodatnih naprav (odvisno od sprejetih ukrepov in stanja).
  - navodilo mora natančno določati vse potrebne postopke in ukrepe za preprečevanje prekoračitve hitrosti.
- Izpraznitev se izvaja ob delovanju varnostnih nadzornih naprav. Vračanje je možno tudi v primeru njihovega izpada. V tem primeru se morajo upoštevati nadomestni ukrepi za nadomeščanje delnega ali popolnega izpada varnostnih nadzornih naprav (pogoji obratovanja v izrednih razmerah).
- Izpraznitev se lahko prične, ko je zagotovljeno, da niso ogroženi niti potniki niti osebje naprave.
  - Pri prekinitvi reševanja je potrebno pri vračanju vozil še posebej paziti na potnike in osebje, za katere reševanje še poteka.
  - Pri vzpenjačah je pri tem potrebno pregledati celotno traso reševalne poti vzdolž trase vzpenjače.

12397








## Reševanje - splošni pogoji za vse metode

1909

13796-1

- **Ustrezna oprema linijskih podpor in vozil** (da je omogočeno enostavno in varno izvajanje reševanja - dostop do stebrov in vrvi, prevoz reševalnih vozil, pripravljene reševalne poti in drugo;
- **Odprtine za reševanje** potnikov iz zaprtih vozil morajo biti:
  - dovolj velike, da omogočajo prehod potnikov;
  - prilagojene uporabljeni reševalni opremi;
  - omejene ali opremljene z določeno vrsto zaščite tako, da potniki, ki čakajo na reševanje, niso izpostavljeni nevarnosti.
- Zagotovljeno **mirovanje** žičnice med reševanjem;
- Osebe – reševalci mora potnikom pri uporabi reševalne opreme pomagati;
- Za **reševanja v temi** mora biti omogočena hitra zagotovitev potrebne razsvetljave.













## Reševanje - splošni pogoji za vse metode (2)

1909

- Reševanje enega potnika ne sme ogroziti varnosti preostalih potnikov.
- Med vsemi fazami reševanja je potrebno nenehno upoštevati **možnost napake potnika ali osebj**a in preprečevati nevarnosti (padec). Posebno pozornost posvetiti zagotavljanju varnosti osebj a in potnikov, ko ti zapustijo varovalno opremo ali vrv.
- Reševalci morajo biti sposobni za **lastno reševanje** (alpinistična pravila varnosti).
- Metode reševanja in reševalna oprema morajo biti takšna, da ne zahteva sodelovanja potnikov.
- **Njihovo sodelovanje** je lahko dovoljeno le, če s tem ni ogrožena njihova varnost in načrt reševanja.
- Če je žičnica urejena za **prevoz oseb s posebnimi potrebami** in ponesrečencev mora biti predvideno temu primerno reševanje.







## Posebnosti za druge naprave

12929

- **Vlečnice:** potnikom je potrebno na vsakem mestu trase omogočiti da zapustijo vlečno pot in da varno pridejo na varno mesto (npr. smučišče).
- **Vzpenjače:** če je na predvideno reševanje po reševalni poti, mora biti le-ta širine najmanj 0,6 m, če obstaja nevarnost padca, je potrebno predvideti:
  - stopniščno oprijemalo na nasprotni strani od osi trase naprave, če je možna višina padca nad 0,5 m;
  - ograjo vzdolž roba, če je možna višina padca več kot 1,0 m.

13107

Stopnice je potrebno opremiti s stopniščnim oprijemalom in podesti za počitek.



## Reševanje s spuščanjem po vrvi

1909

- Pogoji:
  - da višina spuščanja ne presega 100 m;
  - da je teren primeren ali ustrezno pripravljen.
- Izvaja ga ena ali več ekip, ki so zadolžene za enega ali več odsekov trase
  - odsek je določen na osnovi števila vozil in največjega možnega števila oseb, ki se na odseku lahko nahaja, pri čemer je potrebno upoštevati zahtevano opremo, težavnost dostopa ekip in terenske razmere.
- Pri vozilih s spremstvom ima običajno sprevodnik nalogo reševanja iz kabine.
- Pri vozilih brez spremstva, reševalne ekipe dostopajo do vozila ali s tal ali vzdolž vrvi.
  - med gibanjem po vrvi mora biti zagotovljeno dvojno varovanje na vrvi. Reševalci morajo biti za lastno reševanje stalno varovani na stebre ali na vrv. Za uporabo lestev je potrebno upoštevati posebne ukrepe.
- Omogočeno mora biti stalno sporazumevanje z ekipo na tleh, lahko tudi radijska zveza.








## Oprema za spuščanje po vrvi – splošne zahteve

1909





- Skladno z njeno uporabo mora biti **odporna** na obrabo, koroziji in staranje - vpliv vročine.
- **Ergonomsko oblikovana** - njena uporaba naj ne predstavlja nevarnosti ter da se omeji fizični napor reševalcev na najmanjšo možno mero.
- **Uporaba ustrezne osebne zaščitne opreme** za zaščito pred padcem z višine (v katerem koli delu postopka reševanja).
- Zagotavljati mora **varno in hitro uporabo** (z njo rokujejo praviloma reševalci).
  - preprečevati mora nevarnost pred nenadzorovanim padcem tudi pri nerodnostih – preprosti pripenjanje, zaklopni mehanizem zavarovan proti nenamernemu odpiranju.
- Uporabnost opreme, vključno s pritrilnimi mesti, mora biti **preskušena** na konkretni napravi. Oprema mora biti uporabljena, skladiščena, vzdrževana, preverjena, preskušana in zamenjana v skladu s standardi, priporočili proizvajalca in NR. Periodično je potrebno izvajati preskuse uporabe na konkretni lokaciji.
  - Ustreznost vseh zamenjanih ali rezervnih delov je potrebno preveriti.
- Reševalna oprema mora biti nedvoumno **prepoznavna** in opremljene z **navodilom za uporabo** (jasno in trajno čitljivo).










## Posebne zahteve oprema za dostop do vozil s tal

1909



- Palice in lestve morajo biti pritrjene na vrvi ali na vozila s primernimi pritrditvami tako, da je zagotovljena stabilnost med uporabo.
  - oprema je primerna samo za reševanje na manjših višinah.
- Stabilnost premične hidravlične ploščadi (delovno dvigalo) mora biti zagotovljena, ploščadi morajo biti opremljene tako, da je omogočeno udobno in varno reševanje potnikov iz vozil na tla.



## Posebne zahteve – oprema za dostop do vozil iz stebrov ali vrvi

1909


- **Uporaba opreme mora biti enostavna in hitra** - postopki za prečkanje stebrov čim bolj enostavni, oprema mora omogočati, da lahko samo ena oseba upravlja z njo pri vožnji ob vozilih.
  - tekalno vozilo mora biti zavarovano pred iztirjenjem in nenamernemu odklopu. Možnost zagodenja ali zapletanja reševalca je potrebno zmanjšati na čim manjšo možno mero.
  - hitrost gibanja mora biti enakomerna; ustavljanje omogočeno na vsakem mestu.
  - oprema za vožnjo po vrvi mora biti opremljena s pritrditvami za jermenje reševalca.
  
- Osebe mora biti **zavarovano** pred nevarnostjo padca ali zdrsa po vrvi (izpad opreme ali zaradi lastne napake).
  - pred zdrsom po vrvi se lahko zaščitimo z uporabo vitla ali varnostne vrvi ali varnostne zavore na vozilu. Posebno pozornost je posvetiti varnosti pri prehodih iz linijske podpore na vrvi ali iz vrvi na vozilo.
  - reševalci morajo biti opremljeni z opremo za lastno reševanje.















## Posebne zahteve oprema za sestop iz vozil na tla

1909

- Med sestopom po lestvi morajo biti osebe varovane pred nevarnostjo padca.
  
- Lastnosti naprav za sestopanje iz vozil morajo ustrezati posebnim žičniške naprave in zahtevam načrta reševanja.
  
- Če so naprave za sestopanje shranjene v vozilu, jih je potrebno **vzdrževati** v dobrem stanju.



## Standardi za varovalno opremo

1909

SIST EN 341, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Naprave za spuščanje

SIST EN 353-1, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - 1. del: Drseče naprave za zaustavljanje na togem vodilu

SIST EN 353-2, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - 2. del: Drseče naprave za zaustavljanje na gibljivem vodilu

SIST EN 354, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Vrvi z zaključno zanko

SIST EN 355, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Blažilniki padca

SIST EN 358, Osebna varovalna oprema za namestitvev pri delu in zaščito pred padci z višine - Pasovi za namestitvev pri delu, pozicijski trakovi in zanke

SIST EN 360, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Samonavijalna zaustavitvena naprava

SIST EN 361, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Varovalni pas

SIST EN 362, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine – Spojni elementi

SIST EN 363, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Lovilni sistemi

SIST EN 364, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Preskusne metode

SIST EN 365, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Splošne zahteve za navodila za uporabo, vzdrževanje, periodične preiskave, popravilo, označevanje in pakiranje

SIST EN 795, Varovanje pred padci z višine - Sidrišča - Zahteve in preskušanje

SIST EN 813, Osebna varovalna oprema za zaščito pred padci z višine - Sedežni pas

SIST EN 1497, Reševalna oprema - Reševalni pasovi








## Reševanje vzdolž vrvi


1909







- Če na trasi ali na delu trase reševanje s spuščanjem po vrvi ni mogoče, je potrebno vsaj na teh delih trase zagotoviti opremo za reševanje vzdolž vrvi.
- Oprema mora biti takšna, da zagotavlja izvedbo postopkov reševanja v ustreznem času (NR),
  - V kolikor ne obstaja nobenih posebnih zahtev za to opremo, je potrebno upoštevati ustrezne splošne varnostne zahteve.
- Uporaba opreme mora biti **enostavna in izvedljiva v omejenem času** – trajna namestitvev ustrezne mehanske opreme. Število reševalcev in maksimalni čas reševanja mora biti jasno naveden in določen v NR – potrebno preskušanje.
- Pogon opreme za reševanje mora biti ločen od glavnega pogona z lastnim virom napajanja, oziroma mora vsebovati vozilo na lasten pogon. Oprema mora biti ustrezne velikosti in opremljena z zvezno regulacijo hitrosti in, če je potrebno, z indikatorjem položaja.
- Reševalno vozilo mora imeti spremljevalca – zagotovljena stalna radijska zveza med vozilom in nadzornim centrom – v komunikacijskem omrežju ima najvišjo prioriteto.
- Za delo v temi je potrebno zagotoviti **primerno razsvetljava**.
- Vozila žičnice in reševalno vozilo morata biti načrtovana tako, da je omogočena njihova medsebojna povezava ter da je prehod potnikov med njima enostaven in varen.
- **Stabilnost reševalnega vozila** mora biti zagotovljena med njegovo vožnjo, ob prehodu mimo vozil na trasi in ob prestopanju.

## Reševanje – druge metode

1909




- Zahteve za druge metode (z opremo, ki ni del žičnice):
  - da so v splošnem **predvidene za prevoz oseb** in **izpolnjujejo zahteve veljavnih standardov** in predpise (na primer, prenosna hidravlična ploščad);
  - da je bila njihova uporaba **preskušena** na celotni ali na delu žičnice in da so določeni postopki in omejitve uporabe;
  - njihovo vključevanje v NR naj upošteva zgoraj navedene zahteve in njihovo razpoložljivost.
  
- Če je uporaba te opreme pogojena z ugodnejšimi vremenskimi razmerami ali odvisna od drugih nepredvidljivih pogojev, se **ne sme vključiti v NR**.
  - to še posebej velja za uporabo helikopterja, katerega uporaba mora biti obravnavana v posebnem poglavju načrta reševanja.





## Izbira metode reševanja

1909

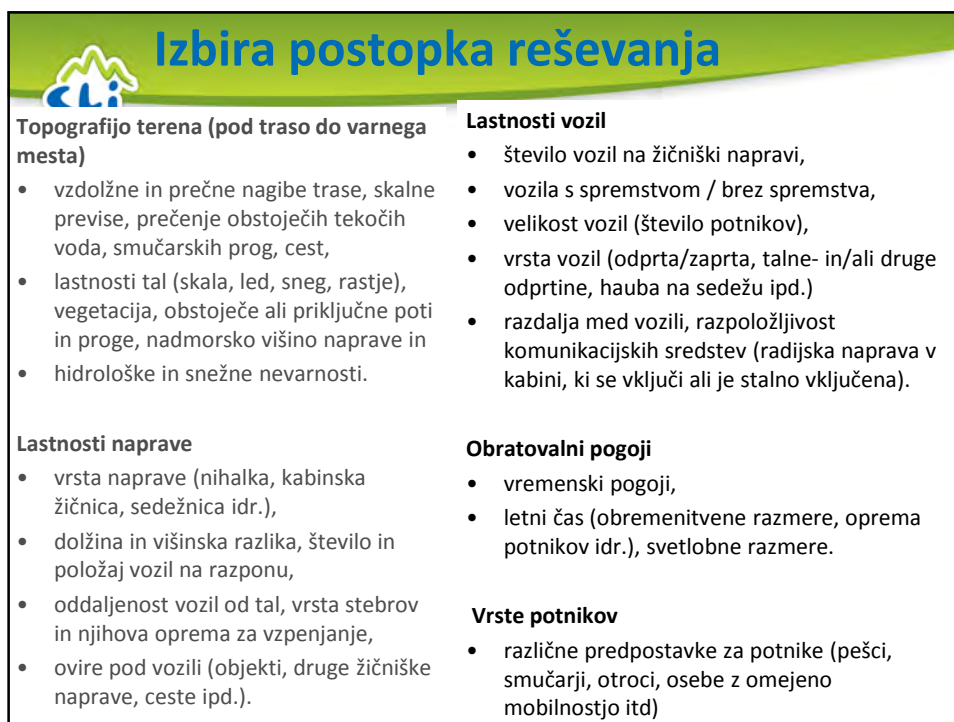


- Upoštevati:
  - tip in značilnosti naprave in njeno obratovanje;
  - okolje žičniške naprave (teren pod napravo, nevarnost plazov, vremenski pogoji);
  - osebje, ki ga lahko mobiliziramo v določenem času;
  - tehnične možnosti reševalne opreme.
  
- Dokončna organizacije postopkov reševanja vodi do izdelave **načrta reševanja v pisni obliki** (priloženo k OP), za njeno izvajanje je odgovoren vodja obratovanja = vodja reševanja.
  
- Podrobnosti **NR se lahko prilagajajo** – predvsem na osnovi sprememb načina obratovanja, razvoja opreme in organizacije reševalnih ekip; za obnavljanje je odgovoren vodja obratovanja.

*Glej tudi ZŽNPO 52. – način obratovanja*









## Osebe za reševanje (2)

### Preverjanje razpoložljivosti oseb

- Postavitev lastnega osebja, po potrebi od drugih žičniških naprav ob upoštevanju počitka, bolezni, dopusta, nadomeščanja, sezonskega dela,
- Postavitev zunanjega osebja (pogodbeni sporazumi z zunanjimi organizacijami in združenji).

### Določitev spremljajočih ukrepov

- Prekinitev obratovanja drugih naprav in povezovalnih poti (smučarske proge, ceste ipd.) v smislu načrta zapiranja in prioritete,
- Morebitna izpraznitev mest prevoza (zgradbe in deli zgradb, parkirišča ipd.)
- Zavarovanje območij, ki so v vplivnem območju reševanja (proženje plazov, čiščenje oprijemal ipd.)

### Vodenje osebja

Vsi, ki sodelujejo pri reševanju, morajo biti seznanjeni z načrtom reševanja v celoti. Poleg tega morajo tudi sprotno informirani o poteku reševanja.

### Izobraževanje:

Za vsako posamezno nalogo, ki jo je potrebno med reševanjem izpolniti, je potrebno predvideti posebne izobraževalne ukrepe

### Kontinuiran proces izboljšav:

Za vse, ki so udeleženi v reševanju, je potrebno izvajati kontinuiran proces izboljševanja (npr.: eno leto). Pri tem je potrebno izobraževanje za vsak posamezen vidik - za posamezne naloge pri reševanju za trajno ohranjanje sposobnosti in znanja.



## Določitev števila ekip ...

### Določitev sestave reševalnih ekip

Število oseb v posamezni reševalni ekipi je odvisno od **vrste postopka reševanja, težavnosti dostopa** do vozil, težavnosti gibanja po tleh.

### Izračun največjega števila vozil za reševalno ekipo

Za vsako reševalno ekipo je potrebno preveriti:

$$t_1 + t_2 \cdot n_{\text{voz}} + t_3 + t_4 \leq T$$

$T$  = čas reševanja: Čas reševanja je predpisan. Dovoljen je varnostni dodatek v primerjavi z predpisanim reševalnim časom, da so upoštevani različne oteževalne okoliščine.

$n_{\text{voz}}$  = število vozil, ki jih evakuira posamezna reševalna ekipa

$t_1$  = čas za dostop do mesta reševanja (prehod iz delovnega mesta na mesto reševanja) in je odvisen od načina dostopa (primer: smuči, teptalni stroj), težavnost dostopa do stebra (primer: nevarnost plazov, skalovje, kamnit teren), težavnost dostopa do prvega vozila (primer: pri višini 50 m so potrebni vitli), odstopno mesto (primer: v bližini ležeča postaja ob vznožju smučarske proge, drug del kraja)



## Določitev števila ekip ... (2)

$t_2$  = povprečen čas, ki je potreben za reševanje iz enega polno zasedenega vozila in prehod na naslednje vozilo. Pri tem je potrebno upoštevati: vrsto uporabljene naprave za reševanje, oprema z prevoz od enega vozila k drugemu (primer. Rollgliss ali naprava za vožnjo po vrvi), vrsta vozil (primer: sedež, kabina), oddaljenost od tal (primer: različno ravnanje ob spuščanju po vrvi iz višino 80 m oziroma 15 m), število oseb, ki se nahajajo na/v vsakem vozilu, predmeti opreme potnikov (smuči, gorska kolesa ipd.)

$t_3$  = čas za transport ekip iz enega raztežaja k naslednjemu in dostop do prvega vozila v naslednjem raztežaju.

$t_4$  = povprečen čas za pot rešenega potnika na varno mesto po prihodu na tla. Pri tem je potrebno upoštevati: obravnavan/i raztežaj/i, način transporta (peš, s smučmi, na teptalnem stroju), težavnost dostopa do varnega mesta (primer: nevarnost plazov, strmina, skalnat teren), čas zaključka reševanja (primer: povratek v temi),

Čase  $t_1$  do  $t_4$  navede upravljavec na osnovi lastnih izkušenj (na osnovi vaj reševanja pod dejanskimi pogoji reševanja oziroma na osnovi dejanskih primerov reševanja) in lastnega poznavanja okolja.



## Določitev števila ekip ... (3)

### Izračun števila reševalnih ekip za izvajanje reševanja na celotni trasi

Število reševalnih ekip za izvajanje reševanja na celotni trasi ustreza razmerju med številom vozil na trasi ob upoštevanju dovoljenih obremenitev (vožnja navzgor, vožnja navzdol) in največjega števila vozil, ki jih rešuje ena reševalna ekipa :

$$N_{\text{ekip}} = \frac{N_{\text{voz}}}{n_{\text{voz}}}$$

Pri tem je:

$N_{\text{ekip}}$ : število potrebnih reševalnih ekip za izvajanje reševanja na celotni trasi

$N_{\text{voz}}$ : število teoretično polnih kabin na trasi

$n_{\text{voz}}$ : število vozil, ki jih lahko evakuira posamezna reševalna ekipa

## Določitev mest reševanja



**Določitev mest reševanja reševalnih ekip na trasi**


- Po določitvi teoretičnega števila reševalnih ekip se vsaki določi mesto reševanja, ki je del trase, sestavljen iz enega ali več raztežajev - odsekov reševanja.
- Mesto reševanja se določi ob upoštevanju števila vozil, ki jih posamezna ekipa rešuje in splošnih izkušenj, da na enem raztežaju deluje praviloma ena ekipa.
- Iz tega lahko izhaja povečanje števila reševalnih ekip glede na dejanske ugotovitve na trasi.
- Za vsako ekipo je potrebno ob upoštevanju resničnih potrebni časov za vsak reševalni odsek preveriti ali je lahko določen čas reševanja uresničljiv. V kolikor temu ni tako, je potrebno reševalne ekipe na trasi prerazporediti in eventualno spremeniti število ekip.










## Vsebina NR

1909



- Določitev predvidenega **trajanja postopkov** in **maksimalnega razpoložljivega časa**.
- Določitev **ciljev postopkov reševanja**, določitev **mesta operacijskega centra**, **varnih mest za izstop** potnikov in pripadajočih **poti**, **značilnosti trase**, maksimalno **število vozil in potnikov** na trasi, **razdalje do tal**, in drugo.
- Določitev uporabljene **metode reševanja na posameznih odsekih žičnice**, ki so določeni v vzdolžnem profilu. Za vozila brez spremstva (kabinske žičnice, sedežnice, itd) je potrebno določiti **možnosti dostopa do vozil**.
- **Sredstva in načine za alarmiranje reševalnega osebja**, **ureditev operacijskega centra** in potrebnih **komunikacijskih sredstev**, **pogoje za obveščanja potnikov**.
- **Sestava reševalnih ekip**, **dodeljevanje odsekov trase** za katero so odgovorne, podrobnosti glede njihove opreme in mesti njene hrambe, **način prevoza** do mesta reševanja.
- **Časovni potek nalog** posamezne reševalne ekipe (zbiranje, razdelitev nalog in opreme, prevoz na mesto reševanja, dostop do vozil, sestopanje do tal in spremljanje potnikov do vnaprej določenega varnega mesta, povratek ekipe) v najneugodnejših okoliščinah.
- **Seznam razpoložljivega osebja in opreme**.
- **Zahteve za prekus in skladiščenje reševalne opreme** po uporabi.
- **Končni posvet**.



## Potek reševanja

### Prekinitev obratovanja in odločitev za reševanje

- Ustavitev naprave.
- Poskus ponovnega zagona žičniške naprave.
- Ugotovitev, da žičniške naprave ni mogoče ponovno zagnati in tudi ne izvesti izpraznitve.
- Odločitev za izvedbo reševanja iz trase žičniške naprave.

Med izvajanjem reševalnih del se lahko nadaljujejo pripravljalna dela za vračanje vozil pod pogojem, da ni ogrožena varnost potnikov in reševalnih ekip. Reševanje se lahko prekine takoj, ko je omogočeno vračanje vozil. Možno je tudi preklicati odločitev za reševanje, če je zagotovljeno vračanje vozil.

### Pripravljalni ukrepi in začetek reševanja

- Informiranje potnikov na trasi, organov in drugih služb, drugih oseb v okolju naprave,
- Ugotovitev pogojev na žičniški napravi (lokacija in število potnikov v vozilih).
- Analiza stanja (vreme, dostopnost, prehodnost terena),
- Obveščanje oseb, ki bodo sodelovale pri reševanju,
- Zaprtje naprav in/ali povezovalnih poti, če je to potrebno,
- Priprava opreme za reševanje in drugih sredstev ter naprav (transportnih, komunikacijskih),
- Zbiranje in sestavljanje reševalnih ekip (podelitev nalog in izdaja opreme),
- Uvajanje reševalnih ekip v delo,
- Določitev povratnih poti in njihovo oblikovanje za povratek potnikov na varno mesto,




## Potek reševanja (2)

- Zavarovanje naprave proti premikanju (zavore trajno zavreti, zavarovati vozila idr.),
- Transport reševalnih ekip in opreme na mesto reševanja (stebri, postaje) s primernimi vozili (teptalni stroji, motorne sani, čolni), peš oziroma s športnimi rekviziti,
- Opremljanje reševalnih ekip z osebno varnostno opremo (PSA proti padcu, čelada, rokavice, zaščitna obleka proti vremenskim razmeram, naprave za samo reševanje),

### Reševanje potnikov iz vozil

- Sprotno informiranje potnikov o poteku reševanja,
- Dostop reševalnih ekip na stebre oziroma postaje,
- Priprava sredstev za dostop do vozil (naprava za vožnjo po vrvi, lestve, reševalna vozila idr.),
- Dostop do vozil,
- Namestitev reševalne opreme na/v vozila,
- Dostop do potnikov,
- Informiranje in pomiritev potnikov pred njihovim reševanjem,
- Po potrebi namestitev reševalne opreme na potnike,
- Reševanje potnikov in njihove opreme (smuči, gorska kolesa itd.),
- Sprejem rešenih potnikov na tleh oziroma v postajah,
- Po potrebi dostop do naslednjega vozila,
- Po potrebi razpustitev reševalnega osebja glede na stanje reševalnih del pod nadzorom vodje reševanja.

## Potek reševanja (3)







**Vračanje na varno mesto in zaključek reševanja**

- Registriranje vseh rešenih potnikov,
- Spremljanje rešenih potnikov na varno mesto / zbirno mesto,
- Končna kontrola vodje reševanja, če so bili vsi potniki rešeni,


**Oskrba in organizacijski ukrepi**

- Prva pomoč, individualna oskrba, psihološka oskrba,
- Po reševanju vseh potnikov povratek reševalnih ekip in vračilo opreme,
- Oskrba reševalnega osebja,
- Sporočilo javnosti,
- Popravilo reševalne opreme za ponovno uporabo,
- Zbiranje in vrednotenje pobud in pritožb potnikov.










## Uporaba helikopterja

1909



- Upravljevec helikopterjev mora razpolagati s kopijo NR. Glede **možnosti uporabe odloča pilot** na osnovi trenutno prevladujočih pogojev (npr. vreme).
- NR mora vsebovati topografsko karto območja žičnice, iz katere so razvidne ovire za letenje, še posebej žičnice, daljnovodi itd – določena mesta za pristaneke.
- Za skrajšanje časa postopkov reševanja in za zagotavljanje varnosti se morajo ekipe helikopterja in reševalne ekipe za pomoč helikopterju **predhodno seznaniti s navodili in postopki reševanja** ter potek akcije **vaditi** v različnih situacijah.
- Za zagotavljanje potrebne koordinacije med reševanjem je potrebno med helikopterjem in operacijskim centrom vzpostaviti **radijsko zvezo**.

## Usposabljanje reševalnega osebja



1909

Reševalne ekipe morajo biti **strokovno usposobljene** za izvajanje dodeljenih nalog - zagotavljanje lastne varnosti in varnosti potnikov.




Vodja obratovanja **ocenjuje primernost zahtevane usposobljenosti** na osnovi zdravstvene primernosti za delo in na osnovi poklicne usposobljenosti.

Poklicna usposobljenost temelji na:

- **uspešno opravljenem usposabljanju za tovrstno delo**, ki ga lahko izvaja upravljavec ali za to usposobljena organizacija;
- natančnosti **poznavanja načrta reševanja v splošnem in specifičnih nalog**, vključno z uporabo za določeno vrsto reševanja razpoložljive reševalne opreme;
- **rednem usposabljanju za določene naloge** znotraj reševalne ekipe. **Usposabljanje** mora udeležence usposobiti za določene naloge in se mora izvajati **vsaj enkrat letno**. Usposabljanje omogoča uporabo in preskus sredstev za reševanje, opreme in postopkov ter njihovo ustrezno prilagajanje v skladu s predvidenimi težavami.

Pri dodeljevanju nalog, pri katerih so reševalne ekipe izpostavljene nevarnosti padca (reševanje vzdolž vrvi, s helikopterjem) je potrebno upoštevati napredovanje posameznikov pri usposabljanju ter njihovo izurjenost.

Glej tudi ZŽNPO 52. – način obratovanja



## Redne vaje reševanje


Poleg šolanja je potrebno izvajati redne vaje reševanja. Pri tem je potrebno simulirati zaustavitev žičniške naprave in izvesti enega ali več postopkov reševanja v praksi.

Z vajami se lahko preverijo predvsem naslednje postavke:


- **Pred reševanjem:**
  - Alarmiranje reševalnih ekip,
  - Možnosti informiranja potnikov v mirujočih vozilih,
  - Poti in časi, ki jih potrebujejo reševalne ekipe glede na njihovo izhodiščno točko in cilj - dostop do žičniške naprave (še posebej je potrebno preveriti, kako je osebje usposobljeno in seznanjeno z mesti izdaje opreme in mesti reševanja posameznih ekip na posameznem odseku reševanja),
- **Med reševanjem:**
  - Primernost razdeljene opreme, Pravilnost uporabe opreme, Upoštevanje časov in postopkov.
- **Po reševanju :**
  - Poti za vračanje potnikov na varno mesto,
  - Sposobnost reševalnih ekip za usposobitev prehodnosti težkega terena (eventualno z namestitvijo oprijemal, varnostnih ukrepov na tleh ipd.)
  - Potreben čas za vračanje potnikov na varno mesto po tem, ko so bili rešeni iz vozil.




## Redne vaje reševanje (2)



- Pri vajah reševanja je priporočljivo upoštevati oteževalne okoliščine kot je nastopajoč mrak, slabo vreme, reševanje prizadetih oseb ali otrok itd., da s tem poda vrednotenje možnosti izboljšav za takšne primere, za katere je znano, da jih je težje reševati.
- Posebej je priporočljivo izvajati vaje reševanja na posebnih napravah (mišljene niso le naprave s posebno žičniško tehniko, ampak tudi tiste z oteženim dostopom, veliko oddaljenostjo vozil od tal, kjer je potrebno uporabiti posebne postopke reševanja kot je npr »Tyrolienne« - naprava za reševanje po vrvi ali dovozom do vozil z vozili na vrvi, uporabo rešilcev ipd.). S tem dosežemo usposabljanje predvidenega reševalnega osebja za reševanje v posebnih pogojih.



## Proces izboljševanja NR







### Vrednotenje načrta reševanja in njegova uveljavitev

- Ker je reševanje zelo redko izvajan postopek je potrebno vsako vajo reševanja ustrezno oceniti in vrednotiti. Pri tem se lahko obravnavajo samo nekateri vidiki reševanja (npr. vaje za preveritev časov alarmiranja, vaje za preveritev reševalnih poti ipd.)
- Ocenjevanje izvaja vodja obratovanja oziroma vodja reševanja na osnovi intervjujev z vsemi, ki so bili udeleženi v vaji reševanju.
- Za ocenjevanje je lahko pooblaščenih več oseb, še posebej zunanji strokovnjaki. V posameznih primerih se lahko kot prednost izkaže sodelovanje osebja iz drugih področij. S tem se tudi lahko preprečijo morebitna nesoglasja, ki bi lahko nastala zaradi kritike kolegov.
- Za vaje reševanja ali šolanje je velikega pomena, če se za podporo vrednotenju uporabi filmsko ali fotografsko gradivo. Po zaključenih vajah oziroma šolanjih, se lahko za lažje vrednotenje uporabijo tudi posebni vprašalniki.
- Vsako vrednotenje je potrebno dokumentirati s ciljem, da:
  - se izvedejo izboljšave načrta reševanja,
  - se preverijo v reševalnem načrtu predvidena sredstva,
  - se po potrebi izvedejo izboljšave na žičniški napravi zaradi lažjega izvajanja načrta reševanja.

## Proces izboljševanja NR (2)

### Posodobitev podlag

- Če se pojavijo spremembe na žičniški napravi ali njenem obratovanju, v okolju (topografija, material itd.) in organizaciji obratovanja oziroma se pri vrednotenju vaje reševanja ali pravega reševanja pokažejo napake ali možnosti izboljšav, je potrebno načrt reševanja smiselno posodobiti.
- Pri tem je potrebno preveriti naslednje podlage in jih po potrebi spremeniti ali dopolniti:
  - načrt zapiranja drugih naprav in povezovalnih poti,
  - pogodbe z zunanjimi službami in društvi,
  - seznam vseh podatkov zunanjih organizacij in organov, ki jih je potrebno obveščati, kakor tudi oseb, ki so vključene v reševanje.
- Izboljševanje načrta reševanja je trajni proces: pri morebitnih posodobitvah se lahko predvidijo tudi druge, nove metode za skrajšanje časov reševanja in za povečanje varnosti potnikov in reševalnega osebja.





## Proces izboljševanja NR (3)

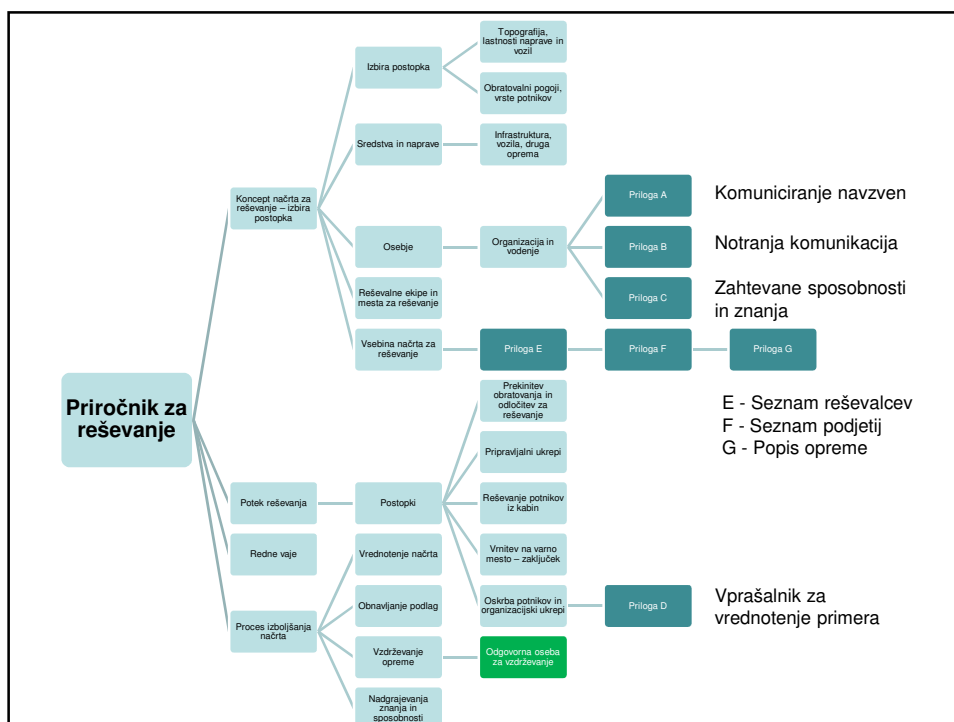
### Vzdrževanje opreme

- Vsa sredstva in naprave je potrebno med obratovanjem ohranjati v neoporečnem stanju; upoštevati je potrebno upoštevati njihovo življenjsko dobo po navedbah proizvajalca.
- Upravljavca žičniške naprave imenuje **odgovorno osebo za reševalno opremo**, ki je zadolžena za vzdrževanje in preskušanje, nadomeščanje, skladiščenje in razdelitev opreme reševalnemu osebju.

### Ohranjanje sposobnosti in znanja

- Na novo zaposleno osebje je potrebno izšolati. Za vse, ki bodo sodelovali pri reševanju je potrebno zagotoviti trajen kontinuiran proces izboljševanja.
- Pri tem se ne sme pozabiti, da:
  - so razmere pri pravem reševanju vedno manj ugodne, kot pri reševalnih vajah;
  - se dela vedno skupinsko, tudi takrat, kadar se vaje reševanja izvajajo kot posamezne vaje;
  - se lahko sodelovanje med posameznimi reševalnimi ekipami, spreminja.



# **TVEGANJA PRI OBRATOVANJU IN VZDRŽEVANJU ŽIČNIŠKIH NAPRAV**

Usposabljanje strojnikov vlečnic,  
september 2018

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Samo Tofant

GSM: 041 899 269  
e-mail: samo.tofant@gov.si

Zaposlen na  
Inšpektoratu RS za infrastrukturo  
Inšpektor za žičniške naprave in smučišča

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Namen današnjega predavanja:

- seznanitev s predpisi s področja žičniških naprav
- opozoriti na tveganja in nevarne situacije, ki se lahko pojavijo pri obratovanju in vzdrževanju

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Predpisi v EU:

- **Direktiva 2000/9/ES** z dne 20.3.2000 o žičniških napravah za prevoz oseb, v veljavi od 3.5.2004
- **Uredba 2016/424** z dne 9.3.2016 o žičniških napravah in razveljavitvi Direktive 2000/9/ES

Ta uredba je v celoti zavezujoča in se neposredno uporablja v vseh državah članicah.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**UREDBA 2016/424**

**Člen 47  
Razveljavitev**

Direktiva 2000/9/ES se razveljavi z učinkom od 21. aprila 2018.

Sklicevanja na razveljavljeno direktivo se razumejo kot sklicevanja na to uredbo in se berejo v skladu s korelacijsko tabelo iz Priloge X.

**Člen 48  
Začetek veljavnosti in začetek uporabe**

1. Ta uredba začne veljati dvajseti dan po objavi v Uradnem listu Evropske unije.
2. Ta uredba se uporablja od 21. aprila 2018, z izjemo:
  - (a) členov 22 do 38 in člena 44, ki se uporabljajo od 21. oktobra 2016;
  - (b) člena 45(1), ki se uporablja od 21. marca 2018.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Predpisi v Sloveniji:

- **Zakon o žičniških napravah za prevoz oseb (ZŽNPO - Ur. list RS št. 126/03, 56/13 in 33/14)**
- **podzakonski akti**, sprejeti na osnovi ZŽNPO
- standardi **SIST EN**

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

ZŽNPO v 1. odstavku 49. člena določa:

Osebe, ki izvaja obratovanje in vzdrževanje žičniških naprav, mora imeti strokovno izobrazbo, biti **strokovno usposobljeno za delo, ki ga opravlja** ter izpolnjevati posebne zdravstvene in psihofizične pogoje, skladno z določbami tega zakona in na njegovi podlagi izdanimi predpisi, s katerimi se zagotavlja varno obratovanje žičniške naprave.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Strokovna usposobljenost osebja

- strojniki – usposobljenost za napravo, s katero upravljajo - potrdilo o zaključenem usposabljanju (CPU, LU Škofja Loka, ...)
- strojniki-vozniki: vlečnice ali krožne žičnice (s fiksnimi prižemkami) (potrdilo o zaključenem usposabljanju CPU in izjava VO o seznanitvi s posebnostmi točno določene naprave)
- strežniki, sprevodniki – potrdilo o zaključenem usposabljanju (vodja obratovanja ali LU Škofja Loka)

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

ZŽNPO v 5. odstavku 49. člena določa:

Zdravstvena sposobnost osebja se mora preverjati z rednimi in izrednimi zdravstvenimi pregledi.

Psihofizično stanje delavcev se ugotavlja dnevno.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Zdravstveni pregledi se izvajajo skladno z določbami

Pravilnika o zdravstvenih pogojih osebja,  
ki opravlja dela na žičniških naravah  
(Uradni list RS št. 26/16)

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

ZŽNPO v 52. členu določa:

(1) Žičniška naprava lahko vozi samo, če sta vodja obratovanja ali njegov namestnik na delovnem mestu ali nemudoma dosegljiva, če je osebje za upravljanje naprav in vozil ter spremstvo na delovnem mestu in če to dopuščajo vremenske razmere.

(2) Če varnost ni več zagotovljena v zadostni meri, je potrebno obratovanje prekiniti.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

Strojnik mora izvajati naloge, ki mu jih poveri vodja obratovanja na vsakokratnem delovnem mestu in upoštevati predpise in navodila. Preveriti mora stanje naprave, ki mu je poverjena, zagotavljati varno obratovanje naprave in dajati potrebna navodila ostalemu obratovalnemu osebju (strežnikom, sprevodnikom) na tej napravi.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

Še posebej mora strojnik:

- izvesti ali zagotoviti izvedbo pregledov obratovanja navedenih v EN 1709;
- dnevno voditi dnevnik obratovanja;
- takoj obvestiti vodjo obratovanja o vsaki okvari ali nepravilnosti obratovanja, počakati na navodila in v nujnih primerih sam izvesti ustrezne ukrepe.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Nepravilnosti in izredni dogodki:**

Pri vsaki nepredvideni zaustavitvi naprave, sproženi avtomatsko ali ročno, mora strojnik ugotoviti vzrok zaustavitve. Vzrok zaustavitve je lahko tak, da se mora obvestiti vodjo obratovanja in da je zahtevana izvedba dodatnih ukrepov.

---

---

---

---

---

---

---

---



[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Naloge ostalega obratovalnega osebja**

Ostalo obratovalno osebje mora biti na predvidenem mestu in izvajati naloge, ki jim jih da vodja obratovanja oziroma strojnik.

Še posebej mora:

- ohranjati dobro stanje vstopnih in izstopnih mest;
- nadzorovati vstopanje in izstopanje ter po potrebi pomagati potnikom;
- urejati dostop in prevoz potnikov in blaga skladno z obratovalnim predpisom in navodili za potnike.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v normalnih pogojih**

Obratovanje v normalnih pogojih se izvaja z:

- glavnim ali pomožnim pogonom;
- napravo pripravljeno za obratovanje;
- v meteoroloških pogojih in z vidljivostjo, ki ne zahtevajo nobenih posebnih ukrepov.

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

Obratovanje v posebnih okoliščinah je vsako obratovanje, ki se ne izvaja v normalnih pogojih.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v normalnih pogojih**

Po izvedbi pregledov in kontrol navedenih v EN 1709 in kontrolne voznje se naprava lahko odpre za prevoz potnikov skladno z voznim redom dokler:

- se zahtevano osebje nahaja na delovnih mestih;
- so izpolnjeni drugi varnostni in organizacijski pogoji na napravi.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v normalnih pogojih**

Med obratovanjem mora osebje paziti na pravilno delovanje naprave in izvajati poverjene naloge.

V temi lahko naprava obratuje le, če je s posebnimi ukrepi zagotovljena varnost obratovanja in potnikov.

Po končanem dnevnem prevozu potnikov mora osebje zagotoviti, da ni več potnikov na trasi in vstopih na napravo in da so dostopi do naprave zaprti.

Če se z napravo prevažata tovor, mora osebje nadzorovati nakladanje in zavarovanje, zagotoviti, da ni nihče izpostavljen kakršnikoli nevarnosti. Nosilnost naprave ne sme biti prekoračena. Pri prevozu tovora, ki moli iz vozila morajo biti v naprej zagotovljeni potrebni ukrepi za varen prevoz.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

Če pogoji za obratovanje v normalnih okoliščinah niso več zagotovljeni, lahko naprava nadaljuje z obratovanjem le, če to ne ogroža oseb ali naprave. V nasprotnem mora biti obratovanje prekinjeno z vračanjem vozil ali z reševanjem potnikov.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

V obratovalnih predpisih mora biti navedeni tisti ukrepi, ki morajo biti izvedeni pri pojavu napake ali pri izpadu nadzornih oziroma komunikacijskih naprav.

Eventuelno nadaljnje obratovanje je dovoljeno samo ob izvedbi takih ukrepov, ki zagotovijo podobno varnost, kot pri normalnem obratovanju. V nasprotnem se mora izvesti vračilo vozil ali reševanje potnikov. Kot nadomestni ukrep se lahko uporabijo alternativne nadzorne ali komunikacijske naprave, dovoljen pa je tudi neposreden nadzor z osebjem.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

V vetrovnih razmerah, ki še dopuščajo obratovanje, vendar obstaja bojazen, da moč vetra ali sunkov naraste, mora osebje zmanjšati hitrost obratovanja in traso pogosto opazovati z daljnogledi, da poda strojniku odgovarjajoče informacije.

Ko hitrost vetra doseže največjo dopustno vrednost, navedeno v obratovalnem predpisu ali ko je doseženo največje dopustno iznihanje vozil, se mora obratovanje po vrnitvi vozil z zmanjšano hitrostjo in uporabo vseh varnostnih ukrepov prekiniti.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Varnost oseb pri zagonu**

Pooblaščen obratovalno osebje lahko zažene napravo ko se prepriča, da z zagonom niso ogrožene druge osebe.

Še posebej so ogrožene osebe, ki se v času zagona nahajajo na pogonskih in obračalnih postajah, jaških napejalnih uteži, v vozilih, na stebrih ali vzdrževalnih vozilih in tiste, ki jih vozila oziroma premikajoči deli lahko poškodujejo ali lahko pridejo na nevarno področje.

Te zahteve so izpolnjene, če se zaposleni, ki so lahko ogroženi, medsebojno sporazumevajo in vsi potrdijo zagon. ***Niso pa te zahteve izpolnjene, če je vnaprej dogovorjen samo čas ponovnega zagona.***

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Izvajanje vzdrževalnih del**

Vzdrževalna dela se lahko izvajajo med obratovanjem naprave le, če zaposleni niso ogroženi s premikajočimi deli naprave in vozili. Če izvedba vzdrževalnih del zahteva, da naprava miruje, jo je potrebno zavarovati pred nedovoljenim zagonom.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :**

**Prevoz prtljage**

- Potnik lahko z upoštevanjem danega prostora pelje s seboj ročno prtljago (lahko prenosne in ne nerodne predmete) in opremo za drsenje po snegu skupaj s palicami.
- Prevoz druge prtljage, kot tudi posebnih predmetov, je dopusten, če ni zmanjšana varnost naprave in prevoza oseb.
- Živali se lahko prevažajo, če ni zmanjšana varnost obratovanja, če ima lastnik žival varno pod kontrolo in potniki, ki se peljejo zraven ne ugovarjajo.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**NESREČE IN IZREDNI DOGODKI:**

**IZREDNI DOGODEK**

je vsak dogodek, ki ima lahko za posledico povečanje ogrožanja varnosti potnikov na napravi, osebja, ki opravlja delo na napravah ali tretjih oseb.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**NESREČE IN IZREDNI DOGODKI:**

**NESREČA NA ŽIČNIŠKI NAPRAVI**

je dogodek ali izredni dogodek, ki ima za posledico poškodbo enega ali več potnikov na napravi, osebja, ki opravlja dela na napravi ali tretjih oseb.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**NESREČE IN IZREDNI DOGODKI**

ZŽNPO v 6. odstavku 52. člena določa,

da mora upravljavec v primeru nesreče ali drugega izrednega dogodka na žičniški napravi o tem nemudoma obvestiti inšpektorja za žičniške naprave, v skladu s predpisi pa tudi druge pristojne organe in službe ter narediti pisno poročilo.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**Zakon o obveznih zavarovanjih v prometu (ZOZP) Uradni list RS, št. 70/1994 + spremembe**

9. člen

Lastniki prometnih sredstev, ki se uporabljajo za prevoz potnikov v javnem prometu, morajo skleniti pogodbo o zavarovanju potnikov v javnem prometu proti posledicam nesreče. Pogodbo iz prvega odstavka tega člena morajo skleniti lastniki:

1. avtobusov, s katerimi se opravlja javni prevoz v domačem in mednarodnem linijskem ali izven linijskem-prostem prometu;
2. avtobusov, s katerimi se opravlja prevoz na delo in z dela ter avtobusov turističnih organizacij za prevoz turistov;
3. taksi vozil;

---

---

---

---

---

---

---

---



[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Predpisani dnevni pregledi:

definirani so v evropskem standardu SIST EN 1709:

Pred pričetkom prevoza potnikov se mora izvesti **dnevna kontrola obratovanja in kontrolna vožnja**.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### **Dnevna kontrola obratovanja**

Dnevne kontrole obratovanja pred pričetkom prevoza potnikov zajemajo najmanj naslednje kontrole:

- delovanja tistih varnostnih tokokrogov in linijskih varnostnih tokokrogov, ki direktno učinkujejo na naprave za zaustavitev v sili in nadzor uvoza in izvoza vozil iz postaje;
- reagiranja nadzornih tokokrogov na zemeljske stike, kratke stike in prekinitve tokokrogov;
- potrditve, da so vse vrednosti na kazalnikih v dovoljenem območju;
- delovanja električne zaustavitve pri največji hitrosti obratovanja;
- delovanja naprave za spreminjanje hitrosti vožnje iz odgovarjajočega položaja;

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**Dnevna kontrola obratovanja - nadaljevanje:**

- delovanja mehanskega zavrnega sistema pogona;
- delovanja interne govorne povezave;
- dostopnosti vseh naprav za zaustavitev;
- lege vrvi na vrvenicah, kolesih in vrvnih čevljev ter delovanje odstranjevalcev ledu;
- lege in prostega gibanja napenjalnih uteži oziroma vozičkov;
- tesnjenja in delovnega pritiska hidravličnih ali pnevmatskih sistemov in tesnjenja reductorjev;

---

---

---

---

---

---

---

---

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**Dnevna kontrola obratovanja - nadaljevanje:**

- stanja in lega podpor in vodil na uvoznih in izvoznih področjih postaj (naprimer oviranja zaradi nabiranja snega ali leda);
- delovanja nadzora odklopljivih prižemk na uvozi in izvozi iz postaj;
- stanja vstopnih in izstopnih mest ter dostopnih in izstopnih poti potnikov;
- stanja vozil in vlačil.

---

---

---

---

---

---

---

---

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**Dnevna kontrolna vožnja**

Med dnevno kontrolno vožnjo, mora biti na obeh linijah (smer gor in dol) kontrolirano naslednje:

- lege vrvi, poravnost in vrtenje koles mora biti v predpisanem stanju;
- prehod vozil in vlačil na stebrih mora biti mogoč brez oviranja - zatikanja;
- ledene in snežne obloge ali ostale prepreke na linijskih podporah, vozilih ali vlačilih ne smejo ogroziti obratovanja;
- pravilnost delovanja merilca hitrosti vetra
- odsotnost vidnih nepravilnosti na vrveh (lega, stanje);

---

---

---

---

---

---

---

---

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**Dnevna kontrolna vožnja - nadaljevanje**

- pravilne varnostne razdalje (prosti profil, višina nad tlemi);
- odsotnost kakršnihkoli vidnih nepravilnosti ali poškodb vozil ali vlačil predvidenih za obratovanje;
- prost dostop na poti za evakuacijo potnikov;
- neoporečnost vlečnih poti vlečnic;
- neoporečnost zaščitnih naprav (kot so zaščitne blazine, lovilne mreže, lovilna korita) in pregrad;
- prisotnost in čitljivost predpisanih oznak;
- naravni dogodki, kot so padci kamenja, plazov, zemeljskih zdrsov, ki bi lahko ogrozili varnost naprave.

---

---

---

---

---

---

---

---



[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**Varnost prevoza z žičniškimi napravami**

- ŽN so eno najbolj varnih prevoznih sredstev
- so relativno enostavne naprave
- hitrosti prevozov so relativno majhne

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**Varnost prevoza z žičniškimi napravami**

Posebnosti ŽN:

- nepodvojenost nosilnih elementov
- velike mase
- velike gibalne količine in vztrajnosti
- dinamične obremenitve – utrujanje materialov

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**Nosilni elementi žičniških naprav:**

- jeklo odporno na KRHKI LOM - udarna žilavost minimalno 27 J pri -20°C
- defektoskopski pregledi na iniciale razpok nastale pri proizvodnji materialov ali izdelavi elementov

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**VARJENJE**

- varivost osnovnega materiala
- ustrezni dodatni materiali
- atestirani varilci

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**VIIJAČNI SPOJI**

- kvaliteta vijakov in matic
- postopek izdelave navojev
- moment pritezanja
- zavarovanje proti odvitju

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**Zagotavljanje varnosti prevoza na žičniških napravah:**

- z uporabo ustreznih elementov in sklopov
- z uporabo ustreznih postopkov,
- z uporabo ustreznih materialov,
- z izvajanjem pregledov pred pričetkom obratovanja, med obratovanjem in po končanem obratovanju,
- z izvajanjem ustreznega vzdrževanja – pravočasnega in ustrezno izvedenega vzdrževanja.
- s primernim obratovanjem.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**DOVOLJENJE ZA OBRATOVANJE**

ZŽNPO v 1. odstavku 57. člena določa, da žičniška naprava lahko obratuje samo z dovoljenjem za obratovanje, katero mora biti stalno na žičniški napravi.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**ZŽNPO - 3. člen**

Določbe tega zakona se uporabljajo za žičniške naprave, ki so namenjene za prevoz oseb, ne glede na to, ali gre za napravo, ki je namenjena prevozu nedoločene kroga oseb (javni prevoz) ali pa je namenjena določeni skupini uporabnikov.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**ZŽNPO - 3. člen**

Ta zakon se **NE** uporablja za rudniške žičniške naprave za prevoz ljudi in za žičniške naprave, ki se uporabljajo kot delovne priprave, katerih konstrukcija in obratovanje je urejeno s posebnimi predpisi.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

#### **ZŽNPO - 4. člen**

Žičniške naprave za prevoz oseb se glede na tehnološke značilnosti delijo na:

1. vzpenjače;
2. žičnice:
  - a) nihalne žičnice,
  - b) krožne žičnice:
    - krožne žičnice, kjer so vozila obratovalno ločljivo pritrjena na vrvi,
    - krožne žičnice, kjer so vozila obratovalno neločljivo pritrjena na vrvi,
  - c) žičnice, ki pozimi delujejo kot vlečnice.
3. vlečnice:
  - a) stalne vlečnice (ki so fiksno postavljene na neki lokaciji),
  - b) začasno postavljene (montažne vlečnice z nizko vodeno vrvjo).

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

#### **ZŽNPO 3. odstavek 57. člena**

Dovoljenje za obratovanje izda ministrstvo pristojno za promet (Ministrstvo za infrastrukturo in prostor), če:

- je opravljen strokovno tehnični pregled;
- so izpolnjeni pogoji, ki so pomembni za začetek obratovanja v skladu s koncesijo;
- je priloženo varnostno poročilo;
- je organizirano in pripravljeno obratovanje in vzdrževanje, organizirano reševanje in zagotovljeno strokovno usposobljeno osebje.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

#### **ZŽNPO 4. odstavek 57. člena**

Dovoljenje za obratovanje velja:

- štiri leta od dokončnosti dovoljenja za začetek obratovanja žičniške naprave na prvi lokaciji;
- tri leta vsako naslednje dovoljenje za obratovanje;
- dve leti za dovoljenje, ki je izdano po preteku 13 let od prve postavitve na prvi lokaciji.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**ZŽNPO 5. odstavek 57. člena**

Upravlavec žičniških naprav mora vložiti vlogo za novo dovoljenje najkasneje tri mesece pred iztekom roka veljavnosti dovoljenja.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**STROKOVNO TEHNIČNI PREGLED**

Pri tem pregledu se ugotavlja, ali je žičniška naprava opremljena in vzdrževana v skladu s predpisi in tehničnimi pravili, ki se nanašajo na konstrukcijo, opremo, vzdrževanje in oskrbljenost žičniške naprave s predpisanimi napravami.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**STROKOVNO TEHNIČNI PREGLED**

Izvajajo ga pooblaščen pravne osebe ali podjetniki posamezniki, ki jih za to pooblasti minister.

V Sloveniji sta trenutno dve pooblaščen podjetji in sicer IVD Maribor ter ZAG Ljubljana.

---

---

---

---

---

---

---

---

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**1. ZUNANJI VPLIVI**

- vremenski vplivi:
  - veter
  - udar strele
  - plazovi - snežni ali zemeljski
  - žled
- potres
- požar
- sabotaza
- vpliv tretje osebe

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

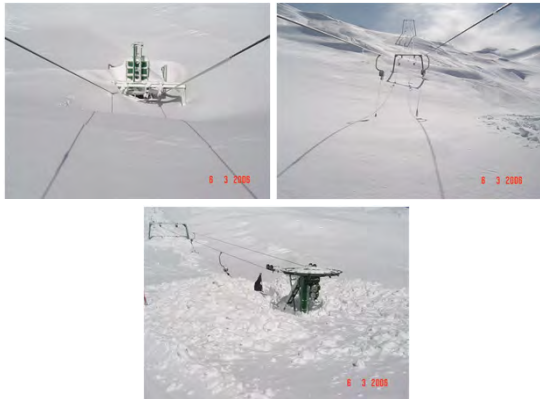
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**2. VRVI - vlečnice**

- poškodba transportne vrvi
- porušitev transportne vrvi
- iztirjenje transportne vrvi
- poškodba napenjalne vrvi
- porušitev napenjalne vrvi

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

### 3. MEHANSKA OPREMA

- poškodba reduktorja
- poškodba ležaja
- poškodbe protipovratne zavore ali zapore
- poškodba napenjalnega sistema
- druge poškodbe

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

### 4. ELEKTRIČNA IN HIDRAVLIČNA OPREMA

- napaka pri oskrbi z električno energijo
- napaka pogona (el. motorja)
- napaka na opremi za krmiljenje
- napaka daljinsko nadzorno krmilnega sistema
- druge poškodbe
- poškodbe na hidravličnem sistemu

---

---

---

---

---

---

---

---



[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

### 5. VLAČILA

- poškodbe obešala
- poškodba prižemke
- zdrs prižemke
- napačen priklop pri izvozu iz postaje

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

### 6. LINIJSKA OPREMA

- poškodba objekta
- poškodba temelja podpore
- poškodba same podpore
- poškodba kolesne baterije
- poškodba kolesa
- druge poškodbe

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**7. VEDENJE POTNIKOV**

- padeč pri vstopu
- padeč pri izstopu
- napačno vedenje pri vstopu
- napačno vedenje pri izstopu
- trk z vlačilom
- padeč na vlečni poti vlečnice

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**8. NAPAKE OSEBJA**

- napaka pri posluženju
- napaka pri vzdrževanju

**9. DELOVNA NESREČA**

- osebje upravljavca
- drugo osebje

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**MOŽNI VZROKI, KI LAHKO POVZROČIJO ODPOVED VITALNIH ELEMENTOV**

- kvaliteta materiala
- napake pri izdelavi
- napake pri montaži
- korozijske poškodbe
- ostalo

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**VRVI IN VRVNE ZVEZE**

Glede izbire, spletnja, izločitvenih kriterijev, pregledov, popravil in vzdrževanja se uporabljajo standardi iz družine SIST EN 12927 (1. do 8. del).

---

---

---

---

---

---

---

---



[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**MAGNETNO INDUKTIVNI PREGLEDI**

- izvajajo jih pooblaščen podjetja
- roki predpisani v standardu oz. pravilniku
- glede na stanje vrvi lahko pooblaščen podjetje določi krajše roke pregledov (tako vizuelnih kot magnetno induktivnih)

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**MAGNETNO INDUKTIVNI PREGLEDI**

Magnetno induktivni pregled se mora izvesti tudi po iztirjenjih vrvi, mehanskih poškodbah vrvi, udarih strel v vrv in drugih večjih poškodbah vrvi.

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**VRVI IN VRVNE ZVEZE**

- Splete vrvi ali vplete lahko opravlja samo strokovno usposobljeno osebje, ki mora o spletanju sestaviti pisno poročilo.
- Zalivanje konusov prav tako lahko opravlja le strokovno usposobljeno osebje, z ustrezno zalivno kovino (atest), o zalivanju pa mora sestaviti pisno poročilo.
- Na mestih, kjer so izvedeni zalivni konusi mora biti vedno nameščen indikator morebitnega popuščanja zalivke.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Vrvni konus**



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**PRIŽEMKE**

- prestavitve fiksnih prižemk
- pri žičnicah meritve zdrsni sil prižemk
- vizuelni pregledi prižemk
- neporušni pregledi prižemk

---

---

---

---

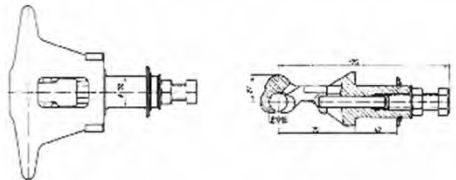
---

---

---

---

### Prižemka vlečnice



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### NAPENJALNE NAPRAVE

Napenjanje je lahko izvedeno:

- fiksno
- z vijačnim vretenom
- hidravlično
- z napenjalno utežjo.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### NAPENJALNE UTEŽI

- ustrezna masa uteži
- prosti hod
- vodenje uteži v jaških
- kontrola končnih položajev (žičnice)

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### HIDRAVLIČNO NAPENJANJE

- kontrola pritiska v hidravličnem cilindru
- nivo hidravličnega olja v rezervoarju
- varovanje pred nenadnim zmanjšanjem tlaka

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### POGON

Pogon žičniške naprave lahko sestavlja:

- pogonski motor,
- prenos,
- reduktor,
- sklopka in
- pogonsko kolo.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Pogon – manjkajoč jermen**



---

---

---

---

---

---

---

---



**Pogonsko kolo – odtrgana glava vijaka**



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**POGON IN ZAVORE**

Pomembno:

- kontrola nivoja olj za mazanje in olj hidravličnih pogonov
- kontrola pritiskov hidravličnih sistemov
- kompatibilnost olj
- zamaščenost tornih površin zavor in zavornih oblog
- pregledi in vzdrževanje po navodili proizvajalca opreme

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**POSTAJE – STROJNA OPREMA**

Glavni sklopi:

- pogonsko / povratno (obračalno) kolo
- gred oz. os kolesa
- uležajenje kolesa

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**POSTAJE – STROJNA OPREMA**

Kontrole:

- stanje gumenih oblog koles
- ustreznost ležajev
- pravilna montaža ležajev – ustrezni prilegi
- mazanje uležajenja
- strgalec ledu
- tipanje prekomernega opletanja koles

---

---

---

---

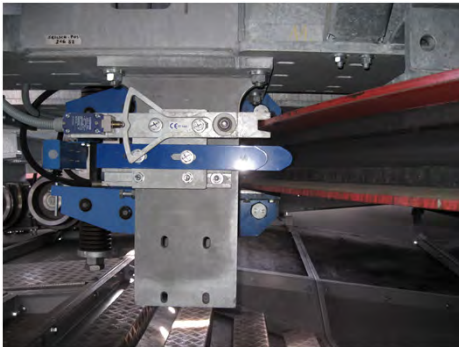
---

---

---

---

**Strgalec ledu in tipanje opletanja**



---

---

---

---

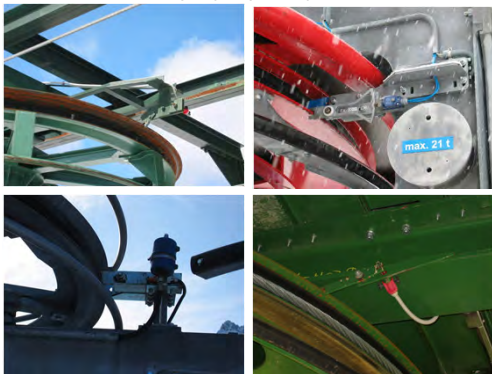
---

---

---

---

**Tipanje opletanja**



---

---

---

---

---

---

---

---

**Povratna postaja Poma  
lovilna kljuka, varovalne vrvi**



---

---

---

---

---

---

---

---

**Povratna postaja Poma  
lovilna vrv skozi os povratnega kolesa**



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**VSTOPNA IN IZSTOPNA MESTA**

- urejanje vrst,
- ustrezni nakloni, da smučarji ne pridejo na vstop s preveliko hitrostjo in da izstopno mesto lahko dovolj hitro zapustijo,
- ustrezna snežna podlaga,
- oblaginjenje lesenih ali kovinskih usmerjevalnih ograj in stebrov,
- namestitvev izklopnih stikal,
- opozorilne in obvestilne table.

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### UREDITEV POSTAJ – VLEČNICE

- bariere pred zgornjo postajo
- oblaznjenje linijskih podpor
- odstranjevanje poškodovanih vlačil
- opozarjanje potnikov na vedenje na vlečni poti

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### NIZKOVRVNE VLEČNICE

- dvojna bariera pred zgornjo postajo
- fizično onemogočanje dostopa do obeh koles



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### OPREMA PROGE – LINIJSKE PODPORE

Kontrole:

- preverjanje zvez med elementi
- sidrni vijaki
- vdor vode v podporo
- protikorozijska zaščita
- hidroizolacija temeljev
- ozemljitve

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### OPREMA PROGE – KOLESNE BATERIJE

Paziti na:

- lovilne čevlje
- zaznavanje izpada vrvi
- preprečevanje izpada na notranjo stran
- globina utora gumenih oblog
- obraba sornikov
- stanje prirobnic
- vijajčne zveze

---

---

---

---

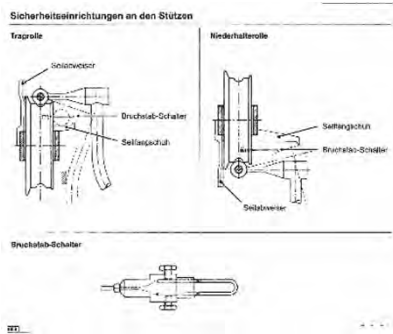
---

---

---

---

### Preprečevanje iztirjenja vrvi



---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### ELEKTROTEHNIČNE NAPRAVE

- Računalniška krmilja – ustrezni dostopi do nastavitav
- Komunikacijske naprave
- Kontrolno – krmilni sistem
- Varnostni tokokrog
- Končna stikala – drugi dajalniki – stikala
- Tahogeneratorji – kontrole vrtilnih hitrosti
- Induktivna tipala

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### ELEKTROTEHNIČNE NAPRAVE

- možnost ločitve linijske opreme od krmilij (zaradi udarov strel, lahko tudi nihanj napetosti)
- ozemljitev postaj, linijskih podpor, vrvi
- odprava napak
- nikoli ne prevezuj (brikaj) varnostnih funkcij!

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### ZAKLJUČEK

Če ste kdaj v dvomih, ali je naprava dovolj varna za prevoz potnikov se vedno vprašajte: Ali bi s to napravo prevažal svojega otroka oz. svoje najdražje?

Če ne morete izstreliti odgovora  
SEVEDA, NI NOBENIH ZADRŽKOV,  
potem z napravo  
**ne obratujte!**

---

---

---

---

---

---

---

---

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**HVALA ZA POZORNOST,**

Samo Tofant

---

---

---

---

---

---

---

---

# **TVEGANJA PRI OBRATOVANJU IN VZDRŽEVANJU ŽIČNIŠKIH NAPRAV**

Usposabljanje strojnikov žičnic  
september 2018

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**Samo Tofant**

GSM: 041 899 269

e-mail: samo.tofant@gov.si

Zaposlen na

Inšpektoratu RS za infrastrukturo

Inšpektor za žičniške naprave in smučišča

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Namen današnjega predavanja:

- opozoriti na tveganja in nevarne situacije, ki se lahko pojavijo pri obratovanju in vzdrževanju žičnic

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v normalnih pogojih**

Obratovanje v normalnih pogojih se izvaja z:

- glavnim ali pomožnim pogonom;
- napravo pripravljeno za obratovanje;
- v meteoroloških pogojih in z vidljivostjo, ki ne zahtevajo nobenih posebnih ukrepov.

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

Obratovanje v posebnih okoliščinah je vsako obratovanje, ki se ne izvaja v normalnih pogojih.



Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :**

**Obratovanje v normalnih pogojih**

Po izvedbi pregledov in kontrol navedenih v EN 1709 in kontrolne vožnje se naprava lahko odpre za prevoz potnikov skladno z voznim redom dokler:

- se zahtevano osebje nahaja na delovnih mestih;
- so izpolnjeni drugi varnostni in organizacijski pogoji na napravi.

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :**

**Obratovanje v normalnih pogojih**

Med obratovanjem mora osebje paziti na pravilno delovanje naprave in izvajati poverjene naloge.

V temi lahko naprava obratuje le, če je s posebnimi ukrepi zagotovljena varnost obratovanja in potnikov.

Po končanem dnevnem prevozu potnikov mora osebje zagotoviti, da ni več potnikov na trasi in vstopih na napravo in da so dostopi do naprave zaprti.

Če se z napravo prevaža tovor, mora osebje nadzorovati nakladanje in zavarovanje, zagotoviti, da ni nihče izpostavljen kakršnikoli nevarnosti. Nosilnost naprave ne sme biti prekoračena. Pri prevozu tovora, ki moli iz vozila morajo biti v naprej zagotovljeni potrebni ukrepi za varen prevoz.

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

Če pogoji za obratovanje v normalnih okoliščinah niso več zagotovljeni, lahko naprava nadaljuje z obratovanjem le, če to ne ogroža oseb ali naprave. V nasprotnem mora biti obratovanje prekinjeno z vračanjem vozil ali z reševanjem potnikov.

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

V obratovalnih predpisih mora biti navedeni tisti ukrepi, ki morajo biti izvedeni pri pojavu napake ali pri izpadu nadzornih oziroma komunikacijskih naprav.

Eventuelno nadaljnje obratovanje je dovoljeno samo ob izvedbi takih ukrepov, ki zagotovijo podobno varnost, kot pri normalnem obratovanju. V nasprotnem se mora izvesti vračilo vozil ali reševanje potnikov. Kot nadomestni ukrep se lahko uporabijo alternativne nadzorne ali komunikacijske naprave, dovoljen pa je tudi neposreden nadzor z osebjem.

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Obratovanje v posebnih okoliščinah**

V vetrovnih razmerah, ki še dopuščajo obratovanje, vendar obstaja bojazen, da moč vetra ali sunkov naraste, mora osebje zmanjšati hitrost obratovanja in traso pogosto opazovati z daljnogledi, da poda strojniku odgovarjajoče informacije.

Ko hitrost vetra doseže največjo dopustno vrednost, navedeno v obratovalnem predpisu ali ko je doseženo največje dopustno iznihanje vozil, se mora obratovanje po vrnitvi vozil z zmanjšano hitrostjo in uporabo vseh varnostnih ukrepov prekiniti.

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

SIST EN 12397:2004 – OBRATOVANJE :

**Prevoz prtljage**

- Potnik lahko z upoštevanjem danega prostora pelje s seboj ročno prtljago (lahko prenosne in ne nerodne predmete) in opremo za drsenje po snegu skupaj s palicami.
- Prevoz druge prtljage, kot tudi posebnih predmetov, je dopusten, če ni zmanjšana varnost naprave in prevoza oseb.
- Živali se lahko prevažajo, če ni zmanjšana varnost obratovanja, če ima lastnik žival varno pod kontrolo in potniki, ki se peljejo zraven ne ugovarjajo.

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav



Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

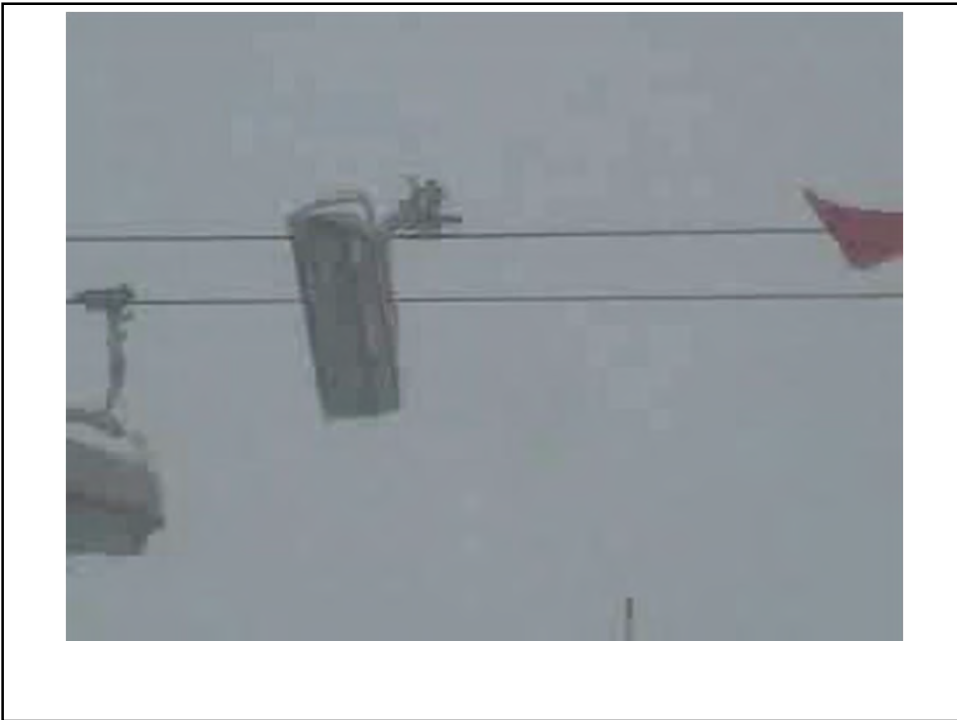
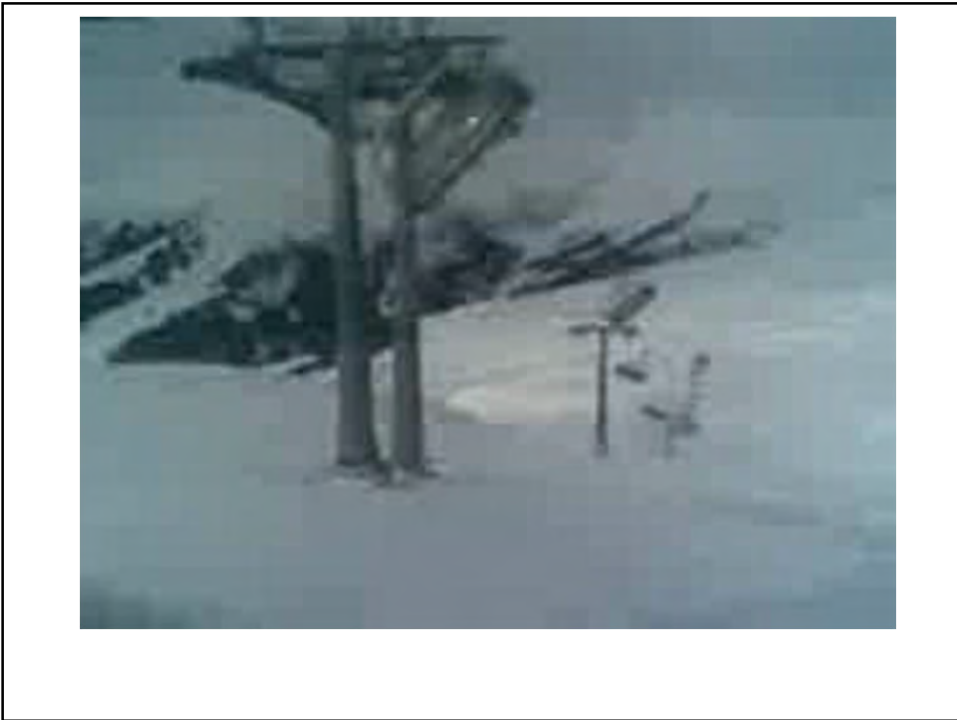
Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**1. ZUNANJI VPLIVI**

- vremenski vplivi:
  - veter
  - udar strele
  - plazovi - snežni ali zemeljski
  - žled
- potres
- požar
- sabotaza
- vpliv tretje osebe







Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**2. VRVI - žičnice**

- poškodba nosilne vrvi
- porušitev nosilne vrvi
- poškodba vlečne vrvi
- porušitev vlečne vrvi
- poškodba transportne vrvi
- porušitev transportne vrvi
- poškodba napenjalne vrvi
- porušitev napenjalne vrvi
- poškodba reševalne vrvi
- porušitev reševalne vrvi
- poškodba drugih vrvi
- porušitev drugih vrvi

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**2.1. VRVI - žičnice – VEDENJE**

- križanje nosilne vrvi
- križanje vlečne vrvi
- križanje reševalne vrvi
- iztirjenje vlečne vrvi
- iztirjenje transportne vrvi
- iztirjenje reševalne vrvi





Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**5.1 VOZILA**

- poškodba vozila, kabine ali sedeža
- poškodba podvozja ali tekala
- poškodba lovilne / vrvne zavore
- poškodbe obešala
- poškodbe mesta pritrditve vlečne vrvi
- poškodba prižemke
- zdrs prižemke
- napačen priklop pri izvozu iz postaje

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**5.1 VOZILA - nadaljevanje**

- napačen izklop pri uvozu v postajo
- iztirjenje vozila / tekala
- padec vozila
- medsebojno trčenje vozil
- nalet vozila v konstrukcijo postaje
- nalet vozila na linijsko podporo
- nalet vozila na oviro
- druge poškodbe

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**6. LINIJSKA OPREMA - žičnice**

- poškodba objekta
- poškodba temelja podpore
- poškodba same podpore
- poškodba vrvnega čevlja
- poškodba kolesne baterije
- poškodba kolesa
- druge poškodbe

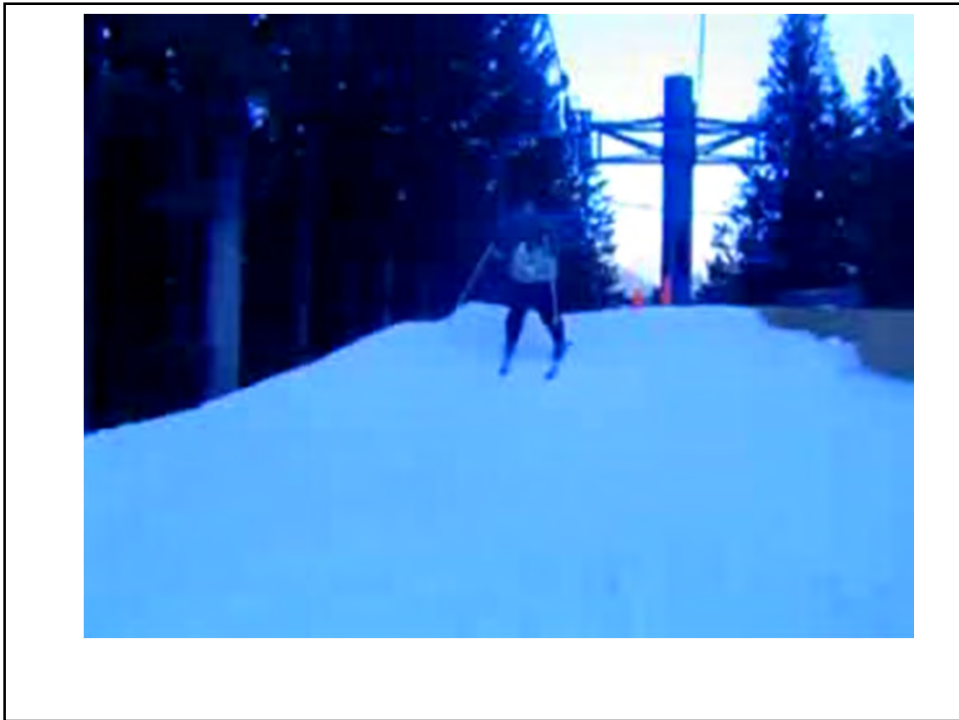
Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

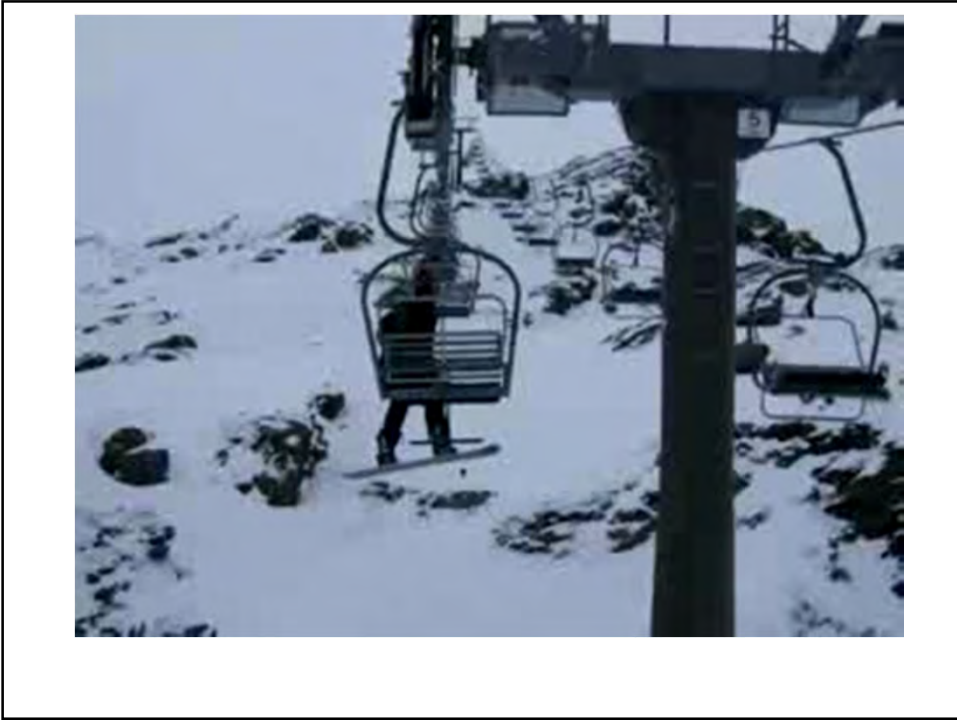
Vzroki za pojav izrednih dogodkov (nesreč)

**7. VEDENJE POTNIKOV**

- padec pri vstopu
- padec pri izstopu
- napačno vedenje pri vstopu
- napačno vedenje pri izstopu
- trk z vozilom
- padec iz vozila na liniji naprave









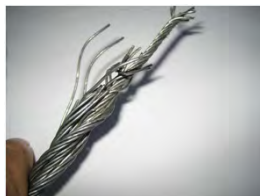
[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**MAGNETNO INDUKTIVNI PREGLEDI**

- izvajajo jih pooblaščen podjetja
- roki predpisani v standardu oz. pravilniku
- glede na stanje vrvi lahko pooblaščen podjetje določi krajše roke pregledov (tako vizuelnih kot magnetno induktivnih)



**Poškodbe  
vrvi**





Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**PRIŽEMKE**

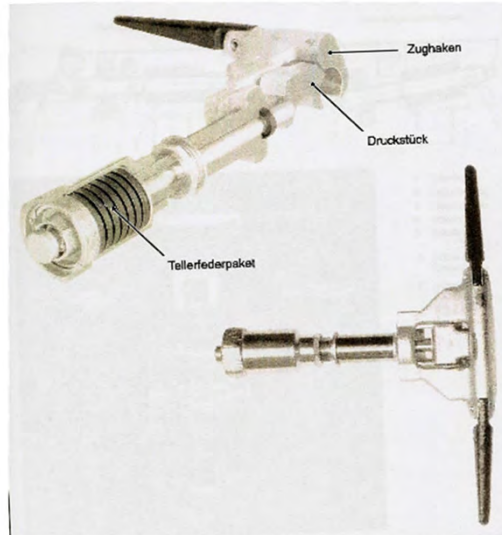
- prestavitve fiksnih prižemk
- pri žičnicah meritve zdrsni sil prižemk
- vizuelni pregledi prižemk
- neporušni pregledi prižemk

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

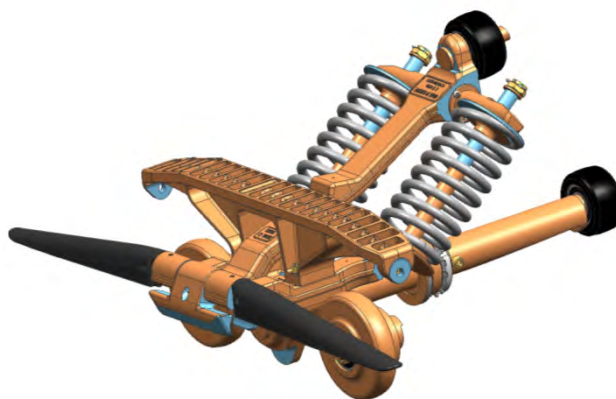
**PRIŽEMKE**

Po izjemnih obremenitvah (vihar, iztirjenje vrvi, sum, da je prišlo do udarca med deli) morate takoj preveriti prižemke. Poškodovane prižemke oz. dele prižemk morate takoj odstraniti iz prometa in zamenjati pokvarjene dele z deli iste kakovosti. Poleg tega preglejte vrv na mestu, kjer je bila pritrjena prižemka in bodite pozorni na pretrgane žice ter po potrebi zamenjajte še prižemko.

### Fiksna prižemka sedežnice



### Vklopljiva prižemka



[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### **PRIŽEMKE - VKLOPLJIVE**

Kontrole – pri uvozu in izvozu iz postaj:

- lega zapiralne ročice
- odprta – zaprta prižemka
- sile prižemanja
- pravilna namestitev na vrv
- zmanjšanje preseka vrvi (10%)
- sosledje med vozili

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### **NAPENJALNE NAPRAVE**

Napenjanje je lahko izvedeno:

- fiksno
- z vijačnim vretenom
- hidravlično
- z napenjalno utežjo.

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**NAPENJALNE UTEŽI**

- ustrezna masa uteži
- prosti hod
- vodenje uteži v jaških
- kontrola končnih položajev (žičnice)

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**HIDRAVLIČNO NAPENJANJE**

- kontrola pritiska v hidravličnem cilindru
- nivo hidravličnega olja v rezervoarju
- varovanje pred nenadnim zmanjšanjem tlaka

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**POGON**

Žičnice morajo imeti glavni in dodatni pogon, ki je glede na napajanje neodvisen od glavnega pogona. Dodatni pogon je lahko izveden kot pomožni pogon ali kot pogon v sili.

[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**POGON IN ZAVORE**

Glavni pogon žičnice mora imeti najmanj dve med seboj neodvisni zavori, pogonsko in glavno zavoro. Glavna zavora mora delovati direktno na pogonsko kolo.

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

### ZAVORE

Pomembno:

- zavorni časi
- enakomernost pojemkov



Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

### PREVOZ OTROK NA SEDEŽNICAH:

Otroci višine do 1,25 m se lahko prevažajo na sedežu le s spremstvom. Spremljevalec mora biti v stanju in pripravljen otrokom, ki se prevažajo z njim nuditi potrebno pomoč.

Na vstopnih mestih namestiti table z oznakami višin, da se lažje oceni višina otrok.

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

### PREVOZ OTROK NA SEDEŽNICAH:



Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

Dovoljene hitrosti obratovanja sedežnic:

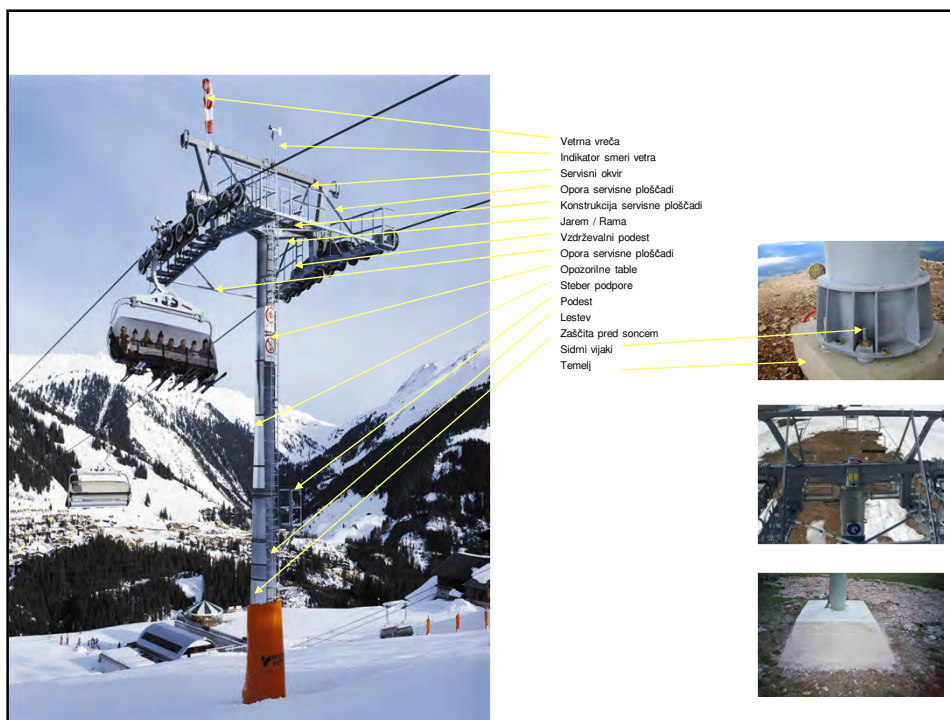
- določene so s predpisi
- odvisne od št. mest na sedežu
- različne za smučarje in potnike brez pripetih smučí

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

## OPREMA PROGE – LINIJSKE PODPORE

Kontrole:

- preverjanje zvez med elementi
- sidrni vijaki
- vdor vode v podporo
- protikorozijska zaščita
- hidroizolacija temeljev
- ozemljitve









[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

### **OPREMA PROGE – KOLESNE BATERIJE**

Paziti na:

- lovilne čevlje
- zaznavanje izpada vrvi
- preprečevanje izpada na notranjo stran
- globina utora gumenih oblog
- obraba sornikov
- stanje prirobnic
- vijajčne zveze



[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

**VOZILA**

- spremljanje vstopa potnikov
- enakomerna obremenitev vozil
- prevozi otrok
- prevozi tovora
- prevozi oseb z nahrbtniki
- prevozi nevarnih snovi
- iznihanje ob uvozu v postajo
- prost prehod vozil skozi postaje
- zapiranje sedal / naslonjal
- preverjanje zvez med elementi
- preprečevanje padcev s sedežev

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**VOZILA**

Posebno pozornost se mora nameniti vremenskim vplivom:

- veter
- led / žled
- temperatura
- vlažnost

Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

**REŠEVANJE**

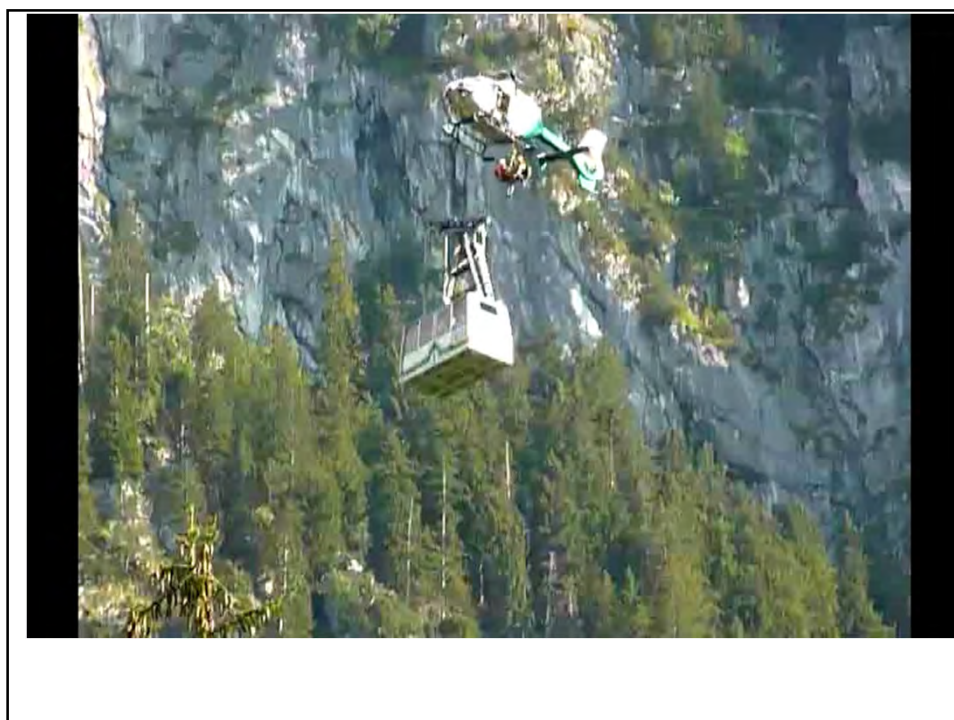
- Načrt zaščite in reševanja
- Oprema za reševanje – ravnanje z opremo
- Čas reševanja
- Načini reševanja
- Spremljajoče dejavnosti – vključitev drugih služb

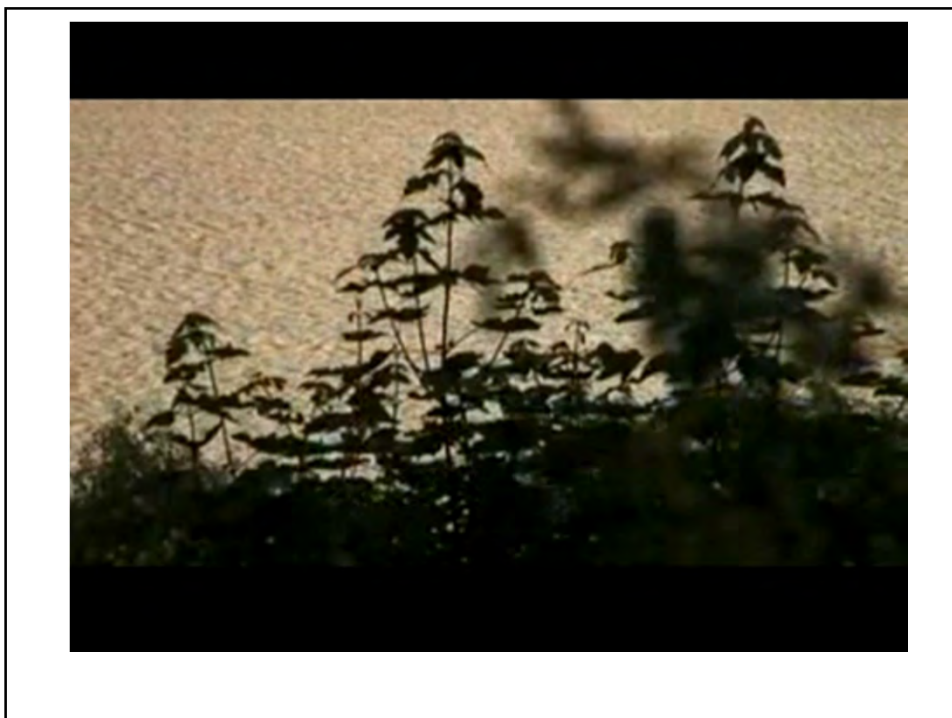
Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav

• REŠEVANJE



**Rescue exercise at  
CISA / IKAR Congress  
in Zermatt 2009**





[Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju žičniških naprav](#)

## **ZAKLJUČEK**

Če ste kdaj v dvomih, ali je naprava dovolj varna za prevoz potnikov se vedno vprašajte: Ali bi s to napravo prevažal svojega otroka oz. svoje najdražje?

Če ne morete izstreliti odgovora  
SEVEDA, NI NOBENIH ZADRŽKOV,  
potem z napravo  
**ne obratujte!**

# Predavanje za strojnika

## MODUL C

# VZPENJAČE

Ljubljana, 06.09.2019

Pripravil:  
mag. Samo Resnik  
Vodja obratovanja in vodja  
službe za obratovanje Tirne vzpenjače

1

## VSEBINA:

1. Uvod
2. Zgodovina
3. Zakonodaja
4. Tehnične lastnosti tirne vzpenjače
5. Tirna vzpenjača na ljubljanski grad
6. Viri

2



## 1. Uvod

Kaj je vzpenjača?

- „Vzpenjača je žičniška naprava, pri kateri se vozila vlečejo s pomočjo ene ali več vrvi po vozišču na tleh ali trdni konstrukciji; praviloma se vozila premikajo na kolesih različnih izvedb, ki so prilagojena vozišču.“
- „Vzpenjača je žičniška naprava, pri kateri se vozilo naprave nahaja na trdni podlagi ali konstrukciji, gibanje vozila pa je omogočeno z vlečno vrvjo.“

3

Tirna vzpenjača

ali

Standseilbahn

ali

Funicular Railway

\*funis = rope oz. slovensko vrv

4

## 2. Zgodovina

- Prva omemba tirne vzpenjače sega v leto 1860 (Amerika) (7 let po omembi prvega dvigala)
- Prva vzpenjača v Evropi začne obratovati 1875 (Anglija)

<https://www.youtube.com/watch?v=PG4SbelgIFk>

- 1880 postavljena vzpenjača na [Mount Vesuvius](#) vulkan blizu Neaplja; v čast te napravi je bila napisana pesem
- 2006 postavljena prva tirna vzpenjača v Sloveniji (Ljubljanski grad)

5

## 3. Zakonodaja

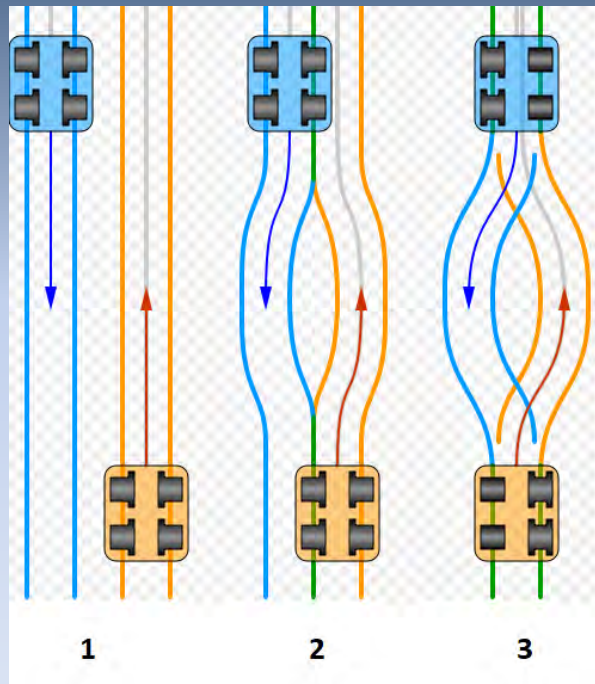
- Zakon o žičniških napravah za prevoz oseb  
Uradni list RS št.126/18. 12. 2003
- Pravilnik o žičniških napravah za prevoz oseb  
Uradni list RS št 36/05
- Standardi iz področja žičničarstva
- Tehnična specifikacija o varnostnih zahtevah za tirne vzpenjače
- Pravilnik o zdravstvenih pogojih, ki jih morajo izpolnjevati delavci, ki opravljajo dela na žičniških napravah  
Uradni list RS, št. 21-1035/1986, stran 1671
- Načrt reševanje z zunanjimi enotami
- Pravilnik o strokovnem usposabljanju osebja za obratovanje žičniških naprav  
Uradni list RS, št. 111/2006 z dne 27.10.2006
- Splošni prevozni pogoji
- Obratovalni predpis

6

## 4. Tehnične lastnosti tirne vzpenjače

a) proga:

- štiri tirnice (1860)
- tri tirnice
- dve tirnici (1879)



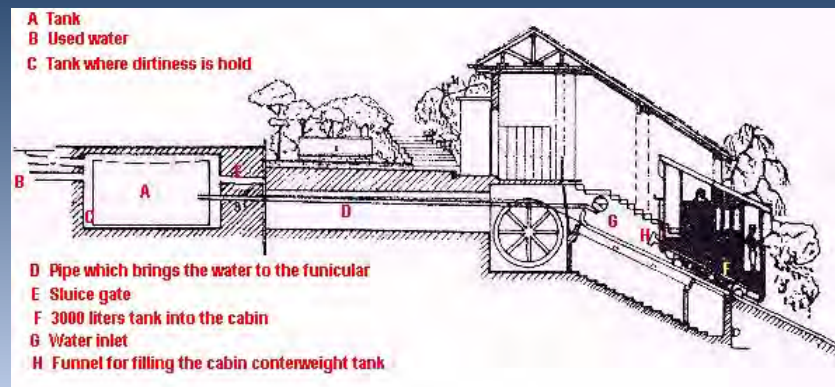
Proga je lahko:

- na tleh ali
- v zraku (proga se ustrezno točkovno podpre in zagotovi evakuacijsko pot).

7

b) Pogon:

- vodni pogon,



8

b) Pogon:

- električni pogon.



9

c) Prenos vrtilnega momenta



1. stari način izvedbe



2. novejši način izvedbe

10

## č) Pritrditev vlečne vrvi

- Vrvna hruška/ konična puša, zalivka
- Pritrditveni boben

11

## d) Različne izvedbe na tirnice vzpenjače:

### ➤ Žičnica Schwebebahn Dresden (Češka)

- 1901,
- 32 % naklon,
- 84,2 m višinske razlike,
- 45 oseb,
- dolžina 410 metrov.



12

➤ Žičnica Flying Dutchman (Afrika)

- 1996
- 16 % naklon,
- 87 m višinske razlike.
- 40 oseb,
- dolžina 585 metrov.



13

c) žičnica Schwyz-Stoos (Švica)

- 16.12.2017
- 110 % naklon;
- 744 m višinske razlike;
- 150 oseb;
- dolžina 1.740 metrov.



14

## 5. Tirna vzpenjača na Ljubljanski grad



15



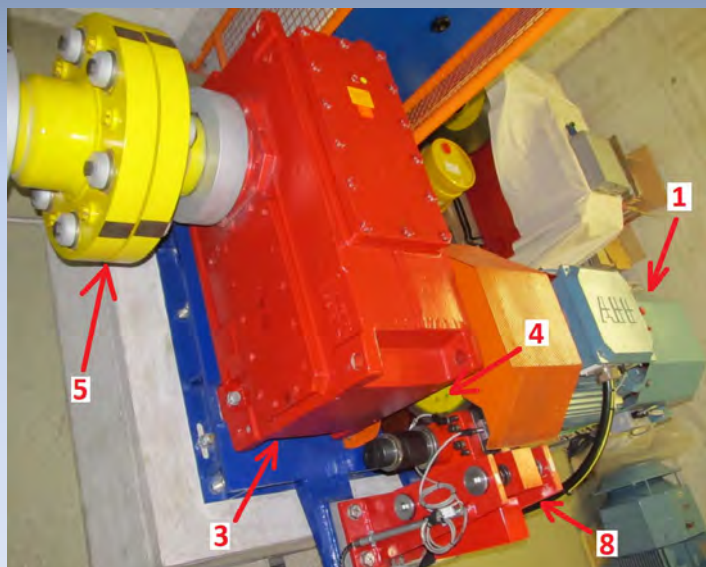
16

## a) Tehnični podatki

- 2006;
- 73,5 % naklon;
- 70 m višinske razlike;
- 33 oseb;
- dolžina 118,2 metrov;
- vrv = 24 mm,  
enakosmerno desno, FEC + 6x(1+9+9);
- reševalna vrv = 10 mm,  
enakosmerno desno, FE + 6x(1+9+9);

17

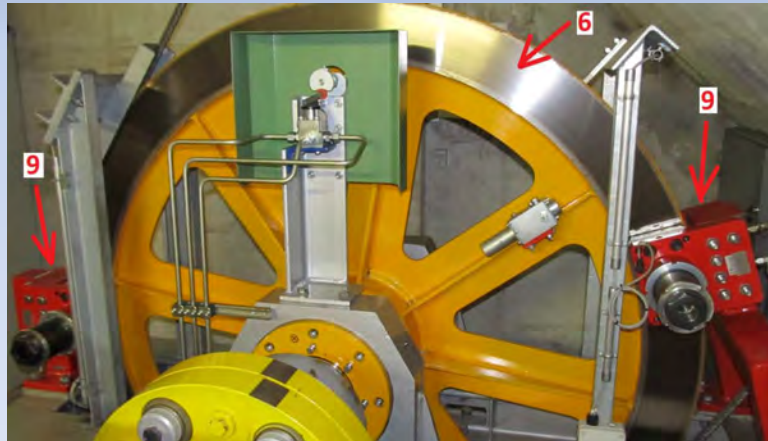
- elektromotor (1):
  - \*55 kW pri 1485 vrtl/min,  $P_{\max} = 80$  kW;
- frekvenčnik: ABB,  $U = 400$  V;
- reduktor (3): Flender, 1:49,88;
- sklopki:
  - \*motor/reduktor (4),
  - \*reduktor/gred (5);



18



- pogonsko kolo (6):
  - \*1 žleb, D = 1900 mm, objemni kot 180°;
- odklonski kolesi (7):
  - \* 1 žleb, D = 1900 mm, objemni kot 90°;
- delovna zavora (8):
  - \*nameščena na zavorni kolot d= 360 mm;
- varnostna zavora (9):
  - \*nameščena na pogonsko kolo d= 1790 mm;



19

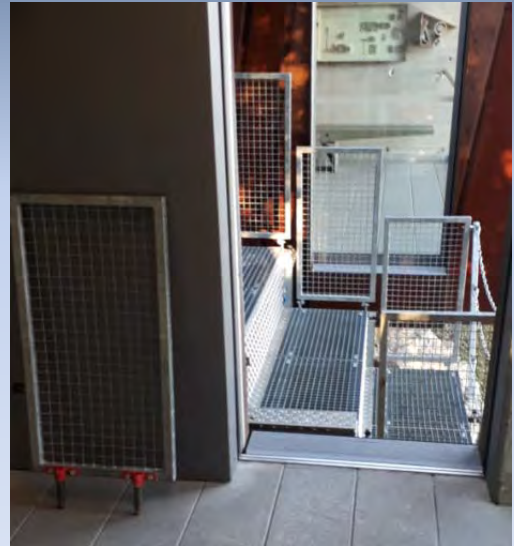
- elektromotor (10):
  - \*P = 7,5 kW pri 0,43 m/s,
  - \*U = 400 V,
  - \*nažlebljen boben;
- reševalni voziček:
  - \* 8 oseb + 1,



20

## b) Reševanje potnikov

- gravitacija,
- reševalni voziček in



21

- gasilska enota



22

## c) Obratovanje

➤ normalni pogoji



23

➤ izredni pogoji



24

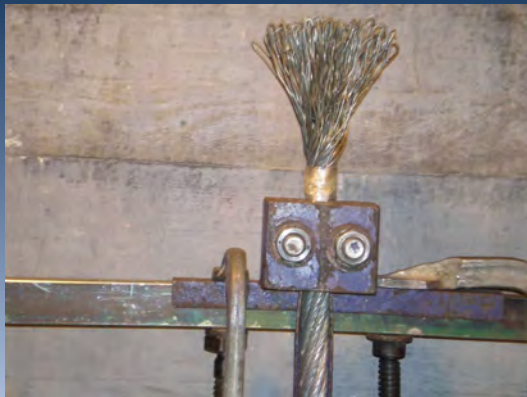
## č) Vzdrževanje



25



26



## d) Posebni dogodki



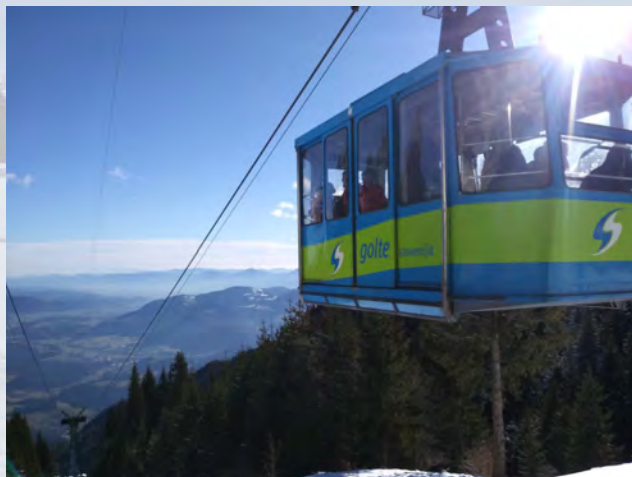
29

## 8. Viri

- <http://www.asme.org/wwwasmeorg/media/ResourceFiles/AboutASME/Who%20We%20Are/Engineering%20History/Landmarks/259-Bro-Standseilbahn.pdf> ;
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Funicular>;
- <https://stoos-muotatal.ch/en/facts-about-the-new-funicular-railway/>;
- <https://www.dvb.de/en-gb/excursions/hillside-railways/schwebebahn/>;
- <http://www.lowtechmagazine.com/2009/09/water-powered-cable-trains.html>;
- <https://en.wikipedia.org/>;
- Skripte za vodjo obratovanja CPU;
- Dokumentacijski arhiv službe za obratovanje tirne vzpenjače.

30

# DODATNO STROKOVNO USPOSABLJANJE ZA STROJNIKE NIHALNIH ŽIČNIC IN VZPENJAČ



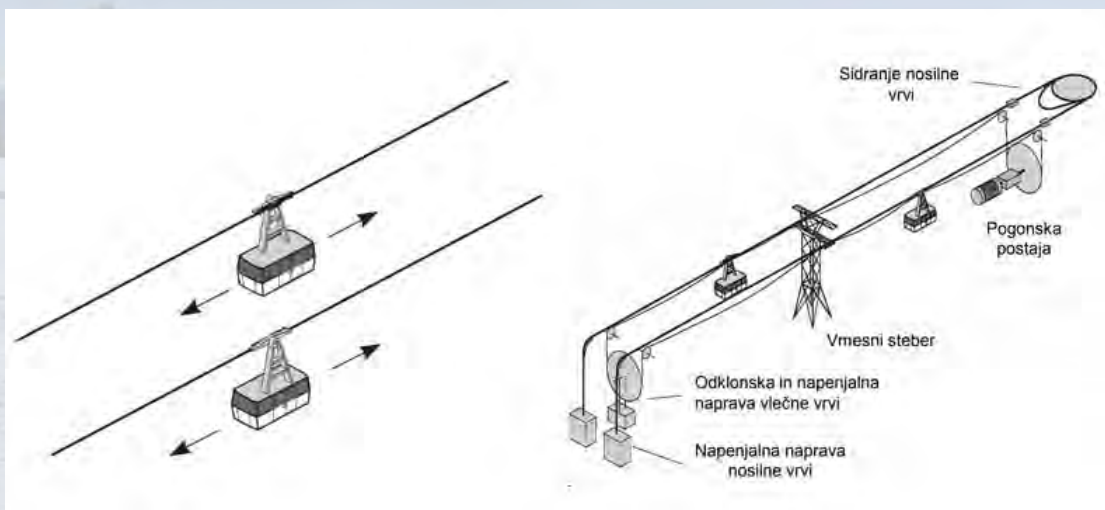
Simon Cecelja, vodja tehničnega sektorja, Golte d.o.o.

Ljubljana, september 2018



## UVOD

- Nihalke so žičniške naprave, kjer sta vozili ali skupini vozil na enem mestu ali delu vrvi stalno pripeti na vlečno vrv, ki spreminja smer gibanja tako, da vozili oz. skupina vozil potujeta med obema postajama.



Vir: dr. Sergej Težak

# NIHALKE V SLOVENIJI

- V Sloveniji 3 nihalne žičnice:
  - Vogel
  - Velika Planina
  - **Golte**



# NIHALKA ŽEKOVEC - GOLTE

- Dostopna žičnica v gorsko turistični center Golte





## ZGODOVINA

- Obratovati začela leta 1969. Montažo izvajala Metalna Maribor
- Z dolžino 3.265 m takrat najdaljša žičnica v Jugoslaviji in ena daljših v Evropi.
- Kapaciteta kabin 64 oseb, čas vožnje 8 min.
- Cesta na Golte še nekaj časa ni bila zgrajena do vrha, zato je bila nihalka dolgo najenostavnejši oziroma praktično edini dostop na Mozirsko planino.



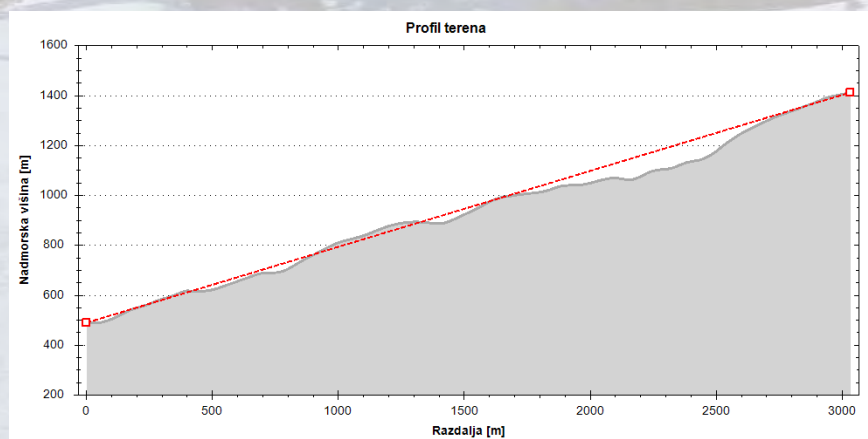
## ZGODOVINA

- Prvi investitor in upravljaec je bilo podjetje Izletnik Celje.
- Leta 1978 je upravljanje od Izletnika prevzela Rdeča dvorana Velenje
- 14. januar 1979: nesreča – padec kabine zaradi pretrganja nosilne vrvi (3 potniki, manjše poškodbe)
- Jeseni 1980 nihalka ponovno usposobljena za obratovanje.
- Kasneje upravljalo še več različnih podjetij, danes Golte d.o.o.
- Nihalna žičnica generalno obnovljena leta 2000.



# SPLOŠNO

- Nihalna žičnica italijanskega proizvajalca **Ceretti Tanfani**.
- Spodnja postaja leži na nadmorski višini **497 m**, v vasi Žekovec.
- Zgornja postaja na nadmorski višini **1.410 m**.
- Posebnost: dostop iz žičnice direktno v hotel Golte.
- Trasa: 4 stebri



# OSNOVNI TEHNIČNI PODATKI

Vrsta podatka		
Nadmorska višina spodnje postaje	497	m
Nadmorska višina vrvi na spodnji postaji	502,45	m
Nadmorska višina zgornje postaje	1.410	m
Nadmorska višina vrvi na zgornji postaji	1.419,40	m
Višinska razlika	913	m
Pogonska postaja	Zgoraj	
Obračalno povratna postaja	Spodaj	
Horizontalna dolžina naprave	3.130	m
Poševna dolžina naprave	3.270	M
Maksimalni naklon	30 %	
Skupno število stebrov	4	
Širina trase	20,0	m
Maksimalna hitrost	8,0	m/s
Moč motorja (asinhronski motor Ward Leonhard)	302	kW
Moč motorja (elektro motor glavnega pogona)	295	kW
Moč motorja (elektro motor pomožnega pogona)	147	kW
Moč diesel agregata	225	kW
Premer nosilne vrvi	56	mm
Premer vlečne vrvi	27	mm
Premer napenjalne (proti) vrvi	22	mm
Število kabin	2	
Kapaciteta kabine	51 + 1	oseb
Kapaciteta žičnice	306	os/h
Čas vožnje	8	min

# VRVI

- Nihalka Žekovec ima dve nosilni vrvi, po eno na vsaki liniji – št. 1 (leva gledano od zgoraj navzdol) in št. 2 (desna gledano od zgoraj navzdol).

## NOSILNA VRV ŠT. 1:

Nosilno vrv št. 1 so izdelali v avstrijskem podjetju Teufelberger Seil GmbH. Vrv je bila montirana avgusta 2003.

- Oznaka vrvi: Tragseil nach ISO 3154 – 56 – 1960 KR – BV – bk - spa
- Konstrukcija vrvi: Odprta spiralna vrv (Litzenspiralseil mit Siralseilkern)
- Izvedba vrvi: Križnovita pletenica (Kreuzschlag, rechsgängig, drall- und spannungsarm)
- Dobavljena dolžina vrvi: 3.522 m
- Presek vrvi: 56 mm
- Skupno število žičk: 216
- Natezna trdnost: 1960 N/mm<sup>2</sup>
- Kovinski presek: 1.641 mm<sup>2</sup>
- Masa vrvi: 13,60 kg/m
- Izračunana porušna sila: 3.215,6 kN



# VRVI

## NOSILNA VRV ŠT. 2:

Nosilno vrv št. 2 so prav tako izdelali v avstrijskem podjetju Teufelberger Seil GmbH. Vrv je bila montirana decembra 2010.

- Oznaka vrvi: Tragseil nach ISO 3154 – 56 – 1960 KR – BV – bk - spa
- Konstrukcija vrvi: Odprta spiralna vrv (Litzenspiralseil mit Siralseilkern)
- Izvedba vrvi: Križnovita pletenica (Kreuzschlag, rechsgängig, drall- und spannungsarm)
- Dobavljena dolžina vrvi: 3.500 m
- Presek vrvi: 56 mm
- Skupno število žičk: 295
- Natezna trdnost: 1960 N/mm<sup>2</sup>
- Kovinski presek: 1.641 mm<sup>2</sup>
- Masa vrvi: 13,60 kg/m
- Izračunana porušna sila: 3.216 kN



# VRVI

## 1.1.1. VLEČNA VRV

Vlečno vrv je izdelalo švicarsko podjetje Fatzer AG. Montirana je bila leta 2000.

Vrv je sestavljena iz 6 × 19 jeklenih žičk. Pletenica je vita istosmerno, desno.

- Opis vrvi: Vlečna vrv 6 × 19 Seale
- Dobavljena dolžina vrvi: 3.320 m
- Presek vrvi: 27 mm
- Masa vrvi: 2,51 kg/m
- Najmanjša porušna sila: 498,0 kN
- Dejanska porušna sila: 520,5 kN
- Izračunana porušna sila: 559,4 kN
- Skupno število žičk: 114
- Število pramenov: 6
- Sestava pramena:

Št. žičk	1	9	9
Presek žičke [mm <sup>2</sup> ]	2,45	1,20	2,15
Trdnost [N/mm <sup>2</sup> ]	1960	1960	1960

- Kovinski presek: 285,4 mm<sup>2</sup>
- Jedro vrvi: polipropilen
- Obdelava vrvi: pocinkana

## 1.1.1. PROTI-VRV

Proti vrv je, enako kot vlečno, izdelalo švicarsko podjetje Fatzer AG. Vrv je bila montirana leta 2003

Vrv je sestavljena iz 6 × 19 jeklenih žičk. Pletenica je vita istosmerno, desno.

- Opis vrvi: Vlečna vrv 6 × 19 Seale
- Dobavljena dolžina vrvi: 3.300 m
- Presek vrvi: 22 mm
- Masa vrvi: 1,68 kg/m
- Najmanjša porušna sila: 333,0 kN
- Izmerjena porušna sila: 343,2 kN
- Izračunana porušna sila: 374,0 kN
- Skupno število žičk: 114
- Število pramenov: 6
- Sestava pramena:

Št. žičk	1	9	9
Presek žičke [mm <sup>2</sup> ]	2,00	1,00	1,75
Trdnost [N/mm <sup>2</sup> ]	1960	1960	1960

- Kovinski presek: 191,6 mm<sup>2</sup>
- Jedro vrvi: polipropilen
- Obdelava vrvi: pocinkana

# POGONI IN ZAVORE

Pogonski mehanizem žičniške naprave sestavljajo elementi:

- glavni pogonski elektro motor,
- pomožni pogonski elektro motor,
- asinhronski elektro motor Ward Leonhard,
- generator,
- sklopki glavnega in pomožnega pogona s pogonskim kolesom,
- glavni in pomožni reduktor,
- pogonsko kolo,
- zavore in
- diesel agregat.

Pogonski mehanizem je nameščen na zgornji postaji nihalko Žekovec.

# POGONI IN ZAVORE

**Glavni pogon** je sestavljen iz asinhronskega trifaznega elektro motorja Ward-Leonhard:

- Moč motorja: 302 kW
- 1.480 U/min

Ward-Leonhardov motor žene generator z močjo 270 kW, ki napaja glavni elektro motor.

Glavni elektro motor je enosmerni motor proizvajalca Sicma Motori Torino:

- Moč motorja: 295 kW
- 1.275 min<sup>-1</sup>
- Masa: 1.420 kg
- Leto izdelave: 1987

Regulacija delovanja elektro motorja glavnega pogona poteka preko tiristorskega mosta.



# POGONI IN ZAVORE

**Reduktor** glavnega pogona je proizvajalca Redurex Flender Bucholt:

- Št. vrtljajev – vstop: 1.200 min<sup>-1</sup>
- Št. vrtljajev – izstop: 75 min<sup>-1</sup>
- Količina olja: 101 l

**Pomožni pogon** nihalke Žekovec je trifazni enosmerni elektro motor proizvajalca Ansaldo Motore:

- Moč motorja: 147 kW
- 1.150 min<sup>-1</sup>
- Masa: 1.170 kg
- Leto izdelave: 1987

Regulacija delovanja elektro motorja pomožnega pogona je preko frekvenčne regulacije.

**Reduktor pomožnega pogona** je proizvajalca Redurex Flender Bucholt:

- Št. vrtljajev – vstop: 1.000 min<sup>-1</sup>
- Št. vrtljajev – izstop: 40 min<sup>-1</sup>
- Količina olja: 95 l

# POGONI IN ZAVORE



# POGONI IN ZAVORE

## DIESEL AGREGAT

V primeru izpada električne energije v omrežju je mogoče napajanje glavnega ali pomožnega elektro motorja preko agregata z generatorjem z avtomatsko regulacijo proizvajalca AvK in diesel motorjem MWM:

- Moč: 225 kW
- $1.500 \text{ min}^{-1}$
- Masa: 1.120 kg



# POGONI IN ZAVORE

Delovna zavora glavnega pogona na nihalki Žekovec je diskasta zavora. Zavora deluje s pomočjo cilindra in namenskega pnevmatskega mehanizma.

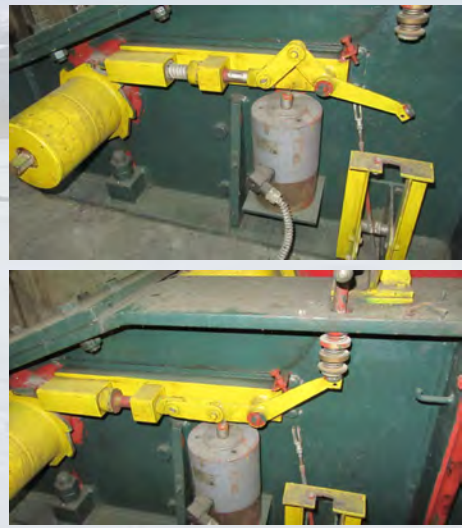
Delovna zavora pomožnega pogona je bobnasta zavora.

Delovna zavora se aktivira samodejno, ko je prekinjen varnostni tokokrog in ob izklopu (ko pride žičnica v peron na zgornji postaji).



# POGONI IN ZAVORE

Poleg delovnih zavor ima nihalka Žekovec še **glavno zavoro**, ki deluje neposredno na pogonsko kolo. Zavora se lahko sproži ročno, v primeru nevarnosti, ali preko centrifugalnega stikala v primeru prevelike hitrosti. Zavora se sproži preko elektromagnetnega ventila s pomočjo uteži, ki se nato dvigne ročno.



## POGONI IN ZAVORE

**Vrvna zavora** je nameščena na vozičku nihalke. Zavora deluje neposredno na nosilno jeklenico. Zavora se sproži s pomočjo vzmeti, odpre pa se ročno z namenskim ključem.

Zavora se lahko sproži ročno iz kabine nihalke ali samodejno v primeru pretrganja vlečne ali proti vrvi.



## SPODNJA POSTAJA

-Spodnja postaja nihalke Žekovec je na nadmorski višini **490 m**, v vasi Žekovec.

-Na peronu so **4 avtomatska pomična vrata**, ki se odpirajo in zapirajo ob prihodu oz. odhodu kabin iz perona.

-Napenjanje nosilnih in vlečne/proti vrvi poteka preko **napenjalnega sistema**, ki je izveden z utežmi.

-Za napenjanje nosilnih vrvi skrbita dve **72 tonski** uteži. Nosilni vrvi sta preko posebnih verig, ki drsijo po tirnicah preusmerjeni v 17 metrov globok jašek, kjer sta vrvi preko bobnov okoli katerih sta naviti jeklenici, (bobna sta betonska in obdana z lesom, ki zagotavlja večje trenje), vpeti v uteži. Uteži sta betonski.

-Napenjanje vlečne oz. proti vrvi je prav tako izvedeno preko betonske uteži. njeno vodenje, pregledati napenjalne sisteme, preizkusiti delovanje vseh stikal in delovanje drenažne črpalke.

-V čakalnici spodnje postaje sta postavljena tudi 2 avtomata za kontrolo vozovnic SKIDATA.



## SPODNJA POSTAJA



## ZGORNJA POSTAJA

-Zgornja postaja nihalke Žekovec je na nadmorski višini **1.410 m**

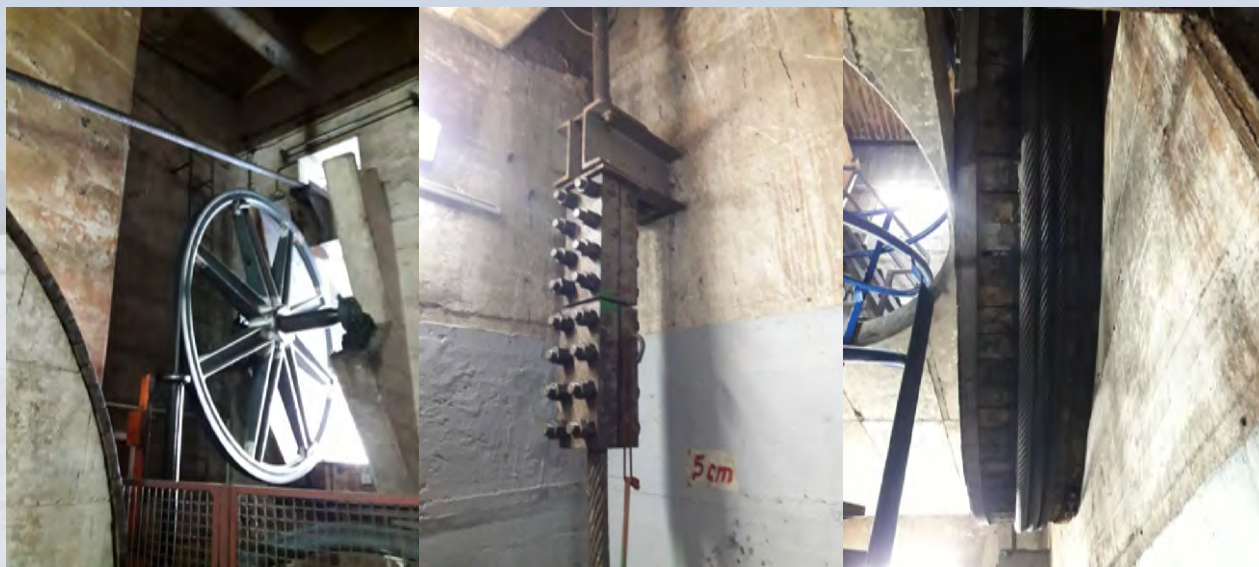
-Na zgornji postaji žičnice so na različnih nivojih montirana **štiri večja odklonska kolesa**, ki vlečno vrv preusmerjajo s smeri po kateri poteka na pogonski kolut.

-Nosilni vrvi sta na zgornji postaji fiksno vpeti v konstrukcijo objekta. Vsaka nosilna vrv je ovita okrog betonskega bobna, ki je obdan z lesom. Vsaka vrv je okrog bobna ovita trikrat, nato pa je fiksirana z več vrvnimi prižemami. Prižeme je potrebno kontrolirati mesečno.

-V kletnem delu strojnice je okrog kovinskih držal navit **višek obeh nosilnih vrvi**. Višek vrvi je potreben zaradi prestavljanja vrvi vsakih **6 let**.

-**Krmilno nadzorni sistem** nihalke se nahaja v nadstropnem delu zgornje postaje.

## ZGORNJA POSTAJA



## STEBRI

**Stebri** so jekleni, površina stebrov je antikorozijsko zaščitena. Vsak steber je s po štirimi sidrnimi vijaki pritrjeni na po štiri armiranobetonske temelje. Stebri so **palične konstrukcije**. Posamezni sklopi stebra so med seboj **vijačeni, kovičeni in varjeni**. Na vrhu stebra je nameščen vzdrževalni podest in roka za dvigovanje kabine oz. vozička. Po sredini vsakega stebra je tudi lestev za vzpenjanje.

Tabela: Višine in nadmorske višine lege stebrov

Št. stebra	Višina stebra [m]	Nadmorska višina [m]	Oddaljenost od predhodnega stebra oz. postaje [m]
1	28,0	633,5	554,0
2	44,5	839,5	719,0
3	25,0	989,0	543,0
4	23,0	1.348,0	1.207,0

# STEBRI



# STEBRI

## PODPORNA KOLESA IN VRVNI ČEVLJI

Nosilna jeklenica na stebre ni fiksno vpeta ampak zaradi neprestanega gibanja (različne obremenitve na posameznih delih trase) poteka preko posebnih vrvnih čevljev, ki jih je potrebno redno mazati in tako zagotavljati nemoteno drsenje jeklenice.

Na vsakem stebri je tudi 16 podpornih koles vlečne in proti vrvi (po 8 na vsaki strani). Podporna kolesa preprečujejo prenizek tek vrvi.



## VOZILA

- Sedanji kabini sta bili na nihalko Žekovec montirani v sklopu **obnove žičnice leta 2000**.
- V kabino lahko naenkrat naložimo **51 + 1 oseb** oziroma **4.160 kg neto mase**.
- Masa posamezne kabine je **1.170 kg**.
- V kabini je komandna plošča, na kateri so stikala za prižig luči zunaj in znotraj kabine, stikala za odpiranje vrat, stikalo za odobritev, stikali za izklop in izklop v sili ter tipka za klic in telefon.
- Nad komandno ploščo se nahaja **ročica vrvne zavore**, ki jo lahko sprevodnik aktivira v skrajni sili s pomikom ročice navzgor.
- Na kabini sta dva akumulatorja, ki zagotavljata napetost **24 V** za odpiranje vrat in pošiljanje signalov iz kabine.
- V sedežu, ki je namenjen sprevodniku, je ključ in ročica ključa za odpiranje vrvne zavore, komplet prve pomoči, gasilni aparat in vsa potrebna reševalna oprema za reševanje potnikov iz kabin.

## VOZILA



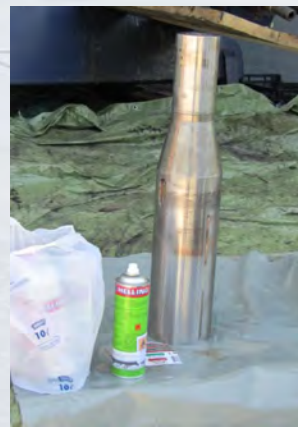
# VOZILA

**Obešala kabin** na nihalki Žekovec sta jeklena in ustrezno antikorozijsko zaščiteni. Izvedba obešal je odprta škatlasta. Na obešalo je preko adapterja pritrjena kabina, obešalo pa je preko glavnega nosilnega sornika spojeno z vozičkom.

**Tekalni mehanizem** na nihalki Žekovec je sestavljen iz glavnega nosilca, zavornega mehanizma in zavore, dveh štiriosnih vag, štirih dvoosnih vag, osmih koles, pritrdilcev vlečne in proti vrvi, ki sta sklenjena na glavnem nosilnem sorniku, na katerega je priključeno tudi obešalo.

Vsako od osmih koles je sestavljeno iz telesa pesta, kovinskega obroča, vložnega obroča, ki je obdan z gumo in ležajev. Kolesa so v vage vpeta z osmimi sorniki.

Vlečna in proti vrv sta v pritrdilce vpeta preko vravnih konusov (t.i. hrušk).



# ELEKTROTEHNIČNE NAPRAVE

-**Krmilni in nadzorni mehanizem** nihalki Žekovec je montiran v komandni kabini na zgornji postaji žičnice.

-Na spodnji postaji je tudi **omarica varnostne linije**.

-Delovanje naprave se regulira in nadzoruje **na krmilnem pultu**.

-Na spodnji in zgornji postaji sta nameščena **kondenzatorja**, ki bereta signale s proti-vrvi in vlečne vrvi.

-Po **signalni vrvi** poteka komunikacija med obema postajama (telefonska zveza) in signal z **vetromera**, ki je nameščen na 2. steburu.

-V vlečni in proti vrvi je prisotna napetost 24 V oziroma teče po njih minimalni električni tok. Nosilne jeklenice so ozemljene. V **primeru stika nosilne in vlečne** oz. proti vrvi se naprava samodejno zaustavi (elektronika za izklop je v omari v komandni kabini).

-Obratovanje pogonov se izvaja z **avtomatskim ali ročnim** načinom obratovanja.



# ELEKTROTEHNIČNE NAPRAVE



# REŠEVALNA OPREMA

-Reševanje z nihalko Žekovec se izvaja v skladu s **pravilnikom o postopkih pri reševanju potnikov** na nihalki Žekovec, ki je priloga obratovalnega predpisa.

-Za potrebe reševanja iz kabin nihalko Žekovec sta v vsaki kabini **dva kompleta za reševanje**.



# OSEBJE ZA OBRATOVANJE

Pri obratovanju žičnice ob normalnih pogojih obratovanja (redne zaporedne vožnje brez daljšega čakanja v postajah) mora biti prisotno naslednje osebje:

- 1 vodja obratovanja,
- 1 strojnik
- 2 sprevodnika
- 1 strežnik v pogonski postaji
- 1 strežnik v povratni postaji
- 1 rezerva

Ob manjšem prometu (daljši postanki v postajah med dvema vožnjama) se lahko obratovanje izvaja brez strežnikov v postajah in rezerve. Naloge strežnika prevzame takrat prisotni sprevodnik.

# ZAKLJUČEK

## Informacije:

**Simon Cecelja**

E-pošta: [simon.cecelja@golte.si](mailto:simon.cecelja@golte.si)

Mobitel: 051 354 805

*Pripravil:*  
Simon Cecelja

*Viri:*  
dr. Sergej Težak – prosojnice predavanj  
Golte d.o.o. – navodila za obratovanje, tehnična dokumentacija

*Fotografije:*  
spletne strani Vogel, Velika Planina, Golte  
arhiv Golte d.o.o.  
lasten vir

September 2018







