

SIST EN 13001-1	Splošna načela in zahteve
SIST EN 13001-2	Učinki obremenitev
SIST EN 13001-3-1	Mejna stanja in dokaz varnosti jeklene nosilne konstrukcije
SIST EN 13001-3-2	Mejna stanja in dokaz varnosti jeklenih vrvi pri vrvnih pogonih
SIST EN 13001-3-3	Mejna stanja in dokaz varnosti stika kolo-tirnica
SIST EN 13001-3-5	Mejna stanja in dokaz varnosti kovanih kavljev

**Določitev dviznega razreda**

Zap. št.	Vrsta žerjava	Način obratovanja	Dvizni razred		Pogonska skupina	
			EN 13001	DIN 15018	EN 13001	DIN 15018
1	<i>Ročni žerjavi</i>		HC1	H1	S0 – S2	B1, B2
2	<i>Montažni žerjavi</i>		HC1, HC2	H1, H2	S0 – S2	B1, B2
3	<i>Žerjavi v strojnici</i>		HC1	H1	S1 – S3	B2, B3
4	<i>Skladiščni žerjavi</i>	<i>Prekinjeno</i>	HC2	H2	S4 – S5	B4
5	<i>Skladiščni žerjavi, žerjavi z dvizno traverzo, žerjavi na odpadu za staro železo</i>	<i>Kontinuirano</i>	HC3, HC4	H3, H4	S6 – S8	B5, B6
6	<i>Delavniški žerjavi</i>		HC2, HC3	H2, H3	S3 – S5	B3, B4
7	<i>Mostni žerjavi</i>	<i>Prijemala ali magnet</i>	HC3, HC4	H3, H4	S6 – S8	B5, B6
8	<i>Livarski žerjavi</i>		HC2, HC3	H2, H3	S6 – S8	B5, B6
9	<i>Žerjavi za globoke peči</i>		HC3, HC4	H3, H4	S7 – S9	B6
10	<i>Nakladalni žerjavi</i>		HC4	H4	S8 – S9	B6
11	<i>Žerjavi za kovačnice</i>		HC4	H4	S6 – S8	B5, B6
12	<i>Nakladalni mosti, polportalni in portalni žerjavi z mačkom ali vrtljivi</i>	<i>Kavelj</i>	HC2	H2	S4 – S6	B4, B5
13		<i>Prijemala ali magnet</i>	HC3, HC4	H3, H4	S6 – S8	B5, B6
14	<i>Premični portalni žerjavi s fiksnimi ali drsnimi transporterji</i>		HC1	H1	S3 – S5	B3, B4
15	<i>Ladjedelniški in pristaniški žerjavi</i>	<i>Kavelj</i>	HC2	H2	S3 – S5	B3, B4
16	<i>Ladjedelniški, vrtljivi</i>	<i>Kavelj</i>	HC2	H2	S4 – S6	B4, B5
17	<i>in plovni žerjavi</i>	<i>Prijemala ali magnet</i>	HC3, HC4	H3, H4	S6 – S8	B5, B6
18	<i>Plovni in portalni žerjavi velikih zmogljivosti</i>		HC1	H1	S1 – S3	B2, B3
19	<i>Ladijski žerjavi</i>	<i>Kavelj</i>	HC2	H2	S3 – S5	B3, B4
20		<i>Prijemala ali magnet</i>	HC3, HC4	H3, H4	S4 – S6	B4, B5
21	<i>Stolpni vrtljivi žerjavi</i>		HC1	H1	S1 – S4	B3
22	<i>Montažni, jamborni (derrick) žerjavi</i>	<i>Kavelj</i>	HC1, HC2	H1, H2	S1 – S3	B2, B3
23	<i>Tirni vrtljivi žerjavi</i>	<i>Kavelj</i>	HC2	H2	S3 – S5	B3, B4
24		<i>Prijemala ali magnet</i>	HC3, HC4	H3, H4	S4 – S6	B4, B5
25	<i>Železniški žerjavi</i>		HC2	H2	S4 – S5	B4
26	<i>Mobilni in avtožerjavi</i>	<i>Kavelj</i>	HC2	H2	S4 – S6	B3, B4
27		<i>Prijemala ali magnet</i>	HC3, HC4	H3, H4	S4 – S6	B4, B5
28	<i>Mobilni in avtožerjavi velikih zmogljivosti</i>		HC1	H1	S1 – S3	B1, B2

**Pogonski razred (SIST DIN 15020)**

Razred časa obratovanja	oznaka			V <sub>006</sub>	V <sub>012</sub>	V <sub>025</sub>	V <sub>05</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
	Povprečni obratovalni čas na dan v urah			Do 0,125	Od 0,125 do 0,25	Od 0,25 do 0,5	Od 0,5 do 1	Od 1 do 2	Od 2 do 4	Od 4 do 8	Od 8 do 16	Nad 16
OBREMENITEV	Št.	vrsta	opomba	Pogonski razred								
	1	lahka	Redka največja obremenitev	1Em	1Em	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	2m	3m	4m
	2	srednja	Enaka pogostost lahke, srednje in težke obremenitve	1Em	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m
	3	težka	Skoraj neprekinjena največja obremenitev	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m	5m

**Koeficient dviga (SIST DIN 15018)**

Dvižni razred	Koeficient dviga pri hitrosti	
	do 90 m/min	nad 90 m/min
H1	1,1 + 0,0022 x v <sub>h</sub>	1,3
H2	1,2 + 0,0044 x v <sub>h</sub>	1,6
H3	1,3 + 0,0066 x v <sub>h</sub>	1,9
H4	1,4 + 0,0088 x v <sub>h</sub>	2,2

**Koeficient pogonskega razreda (SIST DIN 15020)**

Pogonski razred	c [mm/N <sup>1/2</sup> ]								
	Omogočen zasuk vrvi					Nevrteča vrv			
	Nazivna trdnost posamezne žice (N/mm <sup>2</sup> )								
	1570	1770	1960	2160	2450	1570	1770	1960	
1Em	/	0,067	0,063	0,06	0,056	/	0,071	0,067	
1Dm	/	0,071	0,067	0,063	0,06	/	0,075	0,071	
1Cm	/	0,075	0,07	0,06	0,06	/	0,08	0,075	
1Bm	0,085	0,08	0,075	/	/	0,09	0,085	0,08	
1Am	0,09	0,075	0,075	/	/	0,095	0,095	0,09	
2m	0,095	0,095	0,095	/	/	0,106	0,106	0,106	
3m	0,106	0,106	0,106	/	/	0,118	0,118	0,118	
4m	0,118	0,118	0,118	/	/	0,132	0,132	0,132	
5m	0,132	0,132	0,132	/	/	0,15	0,15	0,15	

**Standardni premeri vravnih bobnov, vrvenic in izravnalnih vrvenic**

Standardni premeri vravnih bobnov, vrvenic in izravnalnih vrvenic (mm)										
225	280	315	400	450	500	560	630	710	800	900

**Faktor pogonskega razreda in konstrukcije vrvi (SIST DIN 15020)**

Pogonski razred	h <sub>1</sub>					
	Vrvni boben		Vrvenica		Izravnalna vrvenica	
	Vrteča vrv	Nevrteča vrv	Vrteča vrv	Nevrteča vrv	Vrteča vrv	Nevrteča vrv
<b>1Em</b>	10	11,2	11,2	12,5	10	12,5
<b>1Dm</b>	11,2	12,5	12,5	14	10	12,5
<b>1Cm</b>	12,5	14	14	16	12,5	14
<b>1Bm</b>	14	16	16	18	12,5	14
<b>1Am</b>	16	18	18	20	14	16
<b>2m</b>	18	20	20	22,4	14	16
<b>3m</b>	20	22,4	22,4	25	16	18
<b>4m</b>	22,4	25	25	28	16	18
<b>5m</b>	25	28	28	31,5	18	20

**Faktor razporeditve škripčevja (SIST DIN 15020)**

Opis škripčevja	h <sub>2</sub>		
	w	Vrvni boben in izravnalne vrvenice	vrvenice
Vrv teče čez vrvni boben in največ čez : - 2 vrvenici z istosmernim upogibanjem ali - 1 vrvenico z nasprotnim upogibanjem	do 5	1	1
Vrv teče čez vrvni boben in največ čez : - 4 vrvenice z istosmernim upogibanjem ali - 2 vrvenici z istosmernim in 1 vrvenica z nasprotnim upogibanjem ali - 2 vrvenici z nasprotnim upogibanjem	6 do 9	1	1,12
Vrv teče čez vrvni boben in največ čez : - 5 vrvenice z istosmernim upogibanjem ali - 3 vrvenice z istosmernim in 1 vrvenica z nasprotnim upogibanjem ali - 1 vrvenica z istosmernim in 2 vrvenici z nasprotnim upogibanjem ali - 3 vrvenice z nasprotnim upogibanjem	nad 10	1	1,25

**Lastna teža škripčevja**

Q (kg)	Masa škripčevja z dvema vrvenicama (kg)
1000	27
2500	50
5000	86
7500	120
10000	170
15000	270
20000	360
25000	480
30000	640

Q (kg)	Masa škripčevja s štirimi vrvenicami (kg)
30000	630
40000	775
50000	1010
60000	1385
80000	2045
100000	2650

Faktor relativne obremenitve  $r$ 

Qr	≤ 0,55	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$r$	0,74	0,74	0,76	0,83	0,91	1

## Izbira kavlja (SIST DIN 15400)

Trdnostni razred	Meja plastičnosti (MPa)	Pogonski razred									
						1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m
M	235					1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m
P	315				1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m	
S	390			1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m		
T	490		1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m			
V	620	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m				
Št. kavlja		Nosilnost v tonah									
0,5		2,5	2	1,6	1,25	1	0,8	1,63	0,5	0,4	0,32
0,8		4	3,2	2,5	2	1,6	1,25	1	0,8	0,63	0,5
1		5	4	3,2	2,5	2	1,6	1,25	1	0,8	0,63
1,6		8	6,3	5	4	3,2	2,5	2	1,6	1,25	1
2,5		12,5	10	8	6,3	5	4	3,2	2,5	2	1,6
4		20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	3,2	2,5
5		25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	3,2
6		32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4
8		40	23	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5
10		50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3
12		63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8
16		80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10
20		100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5
25		125	100	80	63	50	40	32	25	20	16
32		160	125	100	80	63	50	40	32	25	20
40		200	160	125	100	80	63	50	40	32	25
50		250	200	160	125	100	80	63	50	40	32

Dopustni ploščinski pritisk in faktor materiala  $c_1$  (SIST DIN 15070)

Natezna trdnost materiala		P <sub>dop</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	c <sub>1</sub>
tirnica	kolo		
590	≤ 330	2,8	0,5
	410	3,6	0,63
	490	4,5	0,8
	590	5,6	1,0
> 690	> 740	7,0	1,25

Faktor pogostosti uporabe  $c_3$ 

Čas obratovanja na uro	$c_3$
do 16 %	1,25
od 16 do 25 %	1,12
od 25 do 40 %	1
od 40 do 63 %	0,9
nad 63 %	0,8

## Koeficient voznega upora

$\Phi$ kolesa (mm)	200	250	315	400	500	630	710	800	900	1000	
$\Phi$ osi (mm)	55	60	70	80	90	100	110	125	140	160	
$W(N/kN)$	vležajenje										
	drсно	27	23	21	18,5	16,5	14,5	14	14	14	14
	kotalno	5,5	4,5	3,5	3	2,5	2	2	1,5	1,5	1,5
$W_{cel}(N/kN)$	drсно	32	28	2,6	23,5	21,5	19,5	19	19	19	19
	kotalno	10,5	9,5	8,5	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6,5
	Po Huserju	7,5	6,5	5,5	5	4,5	4	4	3,5	3,5	3,5

## Mere tirnic (DIN 563)

Oznaka tirnice	k	$b_1$	$b_3$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$f_3$	$r_1$	$r_2$	Efektivna širina tirnice ( $k-2r_1$ )
A 45	45	125	24	55	27	20	8	4	400	37
A 55	55	150	31	65	28,5	25	9	5	400	45
A 65	65	175	38	75	34	30	10	6	400	53
A 75	75	200	45	85	39,5	35	11	8	500	59
A 100	100	200	60	95	45,5	40	12	10	500	80
A 120	120	220	72	105	55,5	47,5	14	10	600	100
A 150	150	220	80	150	64,5	50	14	10	800	130
F 100	100	100	70	80	42	41	17	5	/	90
F 120	120	120	90	80	42	41	17	5	/	110

## Dinamični koeficient vertikalnih obremenitev (SIST EN 13001-2)

Dvižni razred	$\beta_2$	$\Phi_{2,min}$
HC1	0,17	1,05
HC2	0,34	1,10
HC3	0,51	1,15
HC4	0,68	1,20

## Dinamični koeficient pri zaviranju/pospeševanju bremena (SIST EN 13001-2)

Koeficient $\Phi_5$	Uporaba v primeru
1	Centrifugalnih sil
$1 \leq \Phi_5 \leq 1,5$	Zračnost ne vpliva na dinamične sile, sprememba sil poteka gladko
$1,5 \leq \Phi_5 \leq 2$	Zračnost ne vpliva na dinamične sile, sprememba sil poteka nenadno
3	Pogon z veliko zračnostjo

Določitev razmerja  $D/d$  (SIST EN 13001-3-2)

Razred	S <sub>R0</sub>	S <sub>R1</sub>	S <sub>R2</sub>	S <sub>R3</sub>	S <sub>R4</sub>	S <sub>R5</sub>	S <sub>R6</sub>	S <sub>R7</sub>	S <sub>R8</sub>	S <sub>R8</sub>
Razmerje $R_{Dd}$	11,2	12,5	14,0	16,0	18,0	20,0	22,4	25,0	28,0	31,5

## Minimalni koeficient odpornosti vrvi (SIST EN 13001-3-2)

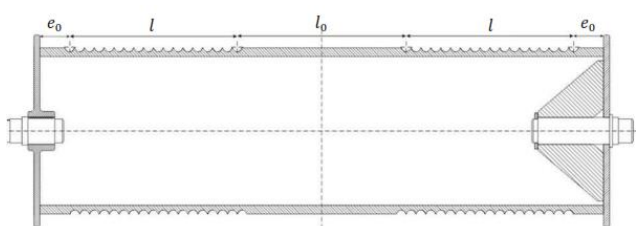
Razmerje $D/d$	11,2	12,5	14,0	16,0	18,0	20,0
$\gamma_{rb}$	3,06	2,75	2,52	2,30	2,16	2,05

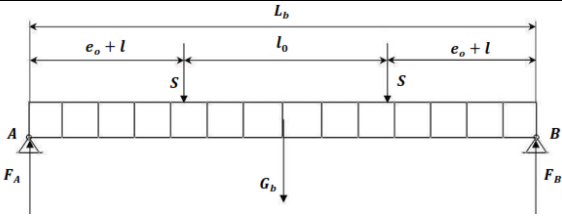
## Razred obremenitve in delovnih ciklov (SIST EN 13001-1)

Razred spektra obremenjevanja		Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
		$kQ \leq 0,0313$	$0,0313 < kQ \leq 0,0625$	$0,0625 < kQ \leq 0,125$	$0,125 < kQ \leq 0,25$	$0,25 < kQ \leq 0,5$	$0,5 < kQ \leq 1,0$
Razred delovnih ciklov	Število delovnih ciklov						
U0	$C \leq 1,6 \cdot 10^4$	S0	S0	S0	S0	S0	S0
U1	$1,6 \cdot 10^4 < C \leq 3,15 \cdot 10^4$	S0	S0	S0	S0	S0	S1
U2	$3,15 \cdot 10^4 < C \leq 6,3 \cdot 10^4$	S0	S0	S0	S0	S1	S2
U3	$6,3 \cdot 10^4 < C \leq 1,25 \cdot 10^5$	S0	S0	S0	S1	S2	S3
U4	$1,25 \cdot 10^5 < C \leq 2,5 \cdot 10^5$	S0	S0	S1	S2	S3	S4
U5	$2,5 \cdot 10^5 < C \leq 5,0 \cdot 10^5$	S0	S1	S2	S3	S4	S5
U6	$5,0 \cdot 10^5 < C \leq 1,0 \cdot 10^6$	S1	S2	S3	S4	S5	S6
U7	$1,0 \cdot 10^6 < C \leq 2,0 \cdot 10^6$	S2	S3	S4	S5	S6	S7
U8	$2,0 \cdot 10^6 < C \leq 4,0 \cdot 10^6$	S3	S4	S5	S6	S7	S8
U9	$4,0 \cdot 10^6 < C \leq 8,0 \cdot 10^6$	S4	S5	S6	S7	S8	S9

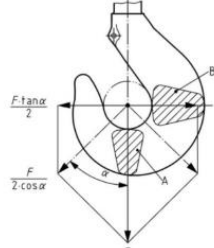
Koeficient  $k_c$  (SIST EN 13001-3-5)

	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
	Koeficient $k_c$					
U0	5,34	4,15	3,79	3,21	2,71	2,24
U1	4,77	4,03	3,39	2,87	2,42	2,00
U2	4,25	3,59	3,02	2,56	2,16	1,78
U3	3,79	3,20	2,69	2,28	1,92	1,59
U4	3,38	2,85	2,40	2,03	1,71	1,41
U5	3,01	2,54	2,14	1,81	1,53	1,26
U6	2,68	2,26	1,90	1,61	1,36	1,12
U7	2,39	2,02	1,70	1,44	1,21	1,00
U8	2,13	1,80	1,51	1,28	1,08	0,89
U9	1,89	1,60	1,35	1,14	0,96	0,79

Določitev dvížnega mehanizma	
Določitev premera dvížne vrvi	
<p>Sila v vrvi</p> $S = \frac{m_{Hr} \cdot g}{n_f} \cdot \Phi \cdot f_{S1} \cdot f_{S2} \cdot f_{S3} \cdot \gamma_p \cdot \gamma_n$ <p>Spuščanje ali hitra odložitev bremena</p> $\Phi = \Phi_2 = \Phi_{2,min} + \beta_2 \cdot v_h$ <p>Pospeševanje ali zaviranje bremena</p> $\Phi = 1 + \Phi_5 \cdot \frac{a}{g}$ <p>Koeficient izkoristka škripčevja</p> $f_{S1} = \frac{1}{n_s}$ <p>Izkoristek škripčevja</p> $\eta_s = \frac{\eta_{ss}^{n_{fs}}}{n_m} \cdot \frac{1 - \eta_{ss}^{n_m}}{1 - \eta_{ss}}$ <p>Koeficient nevzporednosti nosilnih vrvi</p> $f_{S2} = \frac{1}{\cos \beta_{max}}$ <p>Koeficient sil, ki delujejo v vodoravni smeri na breme</p> $f_{S3} = 1 + \frac{F_h}{m_H \cdot g \cdot \tan \gamma} \leq 2$ <p>Koeficient tveganja</p> $\gamma_n = 1,05^{n_r}$ <p>Dopustna sila v vrvi</p> $F_{dop} = \frac{F_u}{\gamma_{rb}}$	<p><math>m_{Hr}</math> – masa bremena vključno s škripcem [kg]  <math>n_f = z_v</math> – število nosilnih vrvi</p> <p><math>v_h</math> – hitrost dviga [m/s]</p> <p><math>a</math> – pospešek / pojemek bremena [m/s<sup>2</sup>]</p> <p><math>\eta_{ss} = \eta_R</math> – izkoristek vrvenice  <math>n_m = n</math> – število vrvi enojnega škripčevja  <math>n_{fs} = i</math> – število fiksnih vrvenic med bobnom in škripcem</p> <p><math>\beta_{max}</math> – kot med nosilno vrvjo in bremenom [°]</p> <p><math>F_h</math> – sila vodoravno na breme [N]  <math>m_H</math> – masa bremena [kg]  <math>\gamma</math> – kot med težo in projekcijo vrvi na ravnino teže in sile na breme</p> <p><math>1 \leq n_r \leq 14</math> – faktor odvisnosti od namena uporabe</p> <p><math>F_u</math> – minimalna pretržna sila [N]  <math>\gamma_{rb}</math> – koeficient odpornosti vrvi</p>
Dimenzioniranje vrvnega bobna, vrvenic in izravnalnih vrvenic	
<p>Določitev premera</p> $D = R_{Dd} \cdot d$ <p>Minimalni premer bobna</p> $D_{b,min} = \frac{D}{1,125}$ <p>Minimalni premer vrvenice</p> $D_{v,min} = D$ <p>Minimalni premer izravnalne vrvenice</p> $D_{iv,min} = \frac{D}{1,125}$ <p>Dolžina vrvi, navite na polovico bobna</p> $L_s = n_s \cdot H$ <p>Potrebno število navojev za polovico bobna</p> $z_{b,dej} = \frac{L_s}{\pi \cdot D_b} + 2$ <p>Dolžina ene strani z navoji</p> $l = z_{b,dej} \cdot s$ <p>Celotna dolžina bobna</p> $L_b = 2 \cdot l + l_0 + 2 \cdot e_0$	 <p><math>n_s</math> – prestava škripčevja  <math>H</math> – višina dviga [m]</p> <p><math>D_b</math> – izbrani premer bobna [mm]</p> <p><math>s</math> – korak ožlebljenja [mm]</p> <p><math>l_0</math> – razdalja med levo in desno navojnico bobna [mm]  <math>e_0</math> – razdalja med čelno ploskvijo in prvim navojnim žlebom [mm]</p>

Trdnostna kontrola bobna	
Kontrola zaradi obremenitve na upogib	
$\sum M_{(B)} = 0 \rightarrow F_A$ $\sum F = 0 \rightarrow F_B$ $\sum M_s = 0 \rightarrow M_{u,max}$ <p>Zunanji premer bobna  <math>D_1 = D_b - (R - e)</math></p> <p>Debelina stene bobna  <math>h = 0,6 \cdot d</math></p> <p>Notranji premer bobna  <math>D_2 = D_1 - 2 \cdot h</math></p> <p>Odpornostni moment prereza bobna  <math display="block">W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1}</math></p> <p>Upogibna napetost bobna  <math display="block">\sigma_{up} = \frac{M_{u,max}}{W}</math></p>	 <p><math>R</math> – radij ožlebljenja [mm]  <math>e</math> – razdalja med središčem radija in središčem vrvi [mm]</p>
Kontrola zaradi obremenitve na oklenitev (zadrg)	
<p>Obremenitev na tlak  <math display="block">\sigma_t = 0,5 \cdot \frac{S}{h \cdot s}</math></p> <p>Obremenitev na upogib – lokalno  <math display="block">\sigma_{u,l} = 0,96 \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{D_b \cdot h^3}}</math></p> <p>Primerjalna napetost  <math display="block">\sigma_p = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_{u,l}^2} - \sigma_t \cdot \sigma_{u,l}</math></p>	
Kontrola maksimalne napetosti	
$\sigma_{max} = \sigma_{up} + \sigma_p$ $\sigma_{max} < \sigma_{dop}$	
Napetost v čelni plošči	
<p>Horizontalna sila  <math>H_F = 0,1 \cdot 2 \cdot S</math></p> <p>Napetost v čelni plošči  <math display="block">\sigma_c = 1,44 \cdot \left(1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{D_n}{D_b}\right) \cdot \left(\frac{H_F}{s_w^2}\right)</math></p>	<p><math>D_n</math> – premer pesta bobna [mm]  <math>s_w</math> – debelina čelne stene [mm]</p>
Določitev elektromotorja dviznega mehanizma	
<p>Moč pri polni obremenitvi  <math display="block">P_u = \frac{(Q + G_s) \cdot v_h}{\eta}</math></p> <p>Izkoristek  <math display="block">\eta = \eta_s \cdot \eta_b \cdot \eta_r</math></p> <p>Vrednost <math>Q_r</math> za faktor relativne obremenitve  <math display="block">Q_r = \frac{Q_0 + (Q_0 + Q)}{2 \cdot (Q_0 + Q)}</math></p> <p>Nazivna imenska moč motorja  <math display="block">P_{ui} = r \cdot P_u</math></p> <p>Razpoložljiv čas za en delovni cikel  <math display="block">T = \frac{3600}{z}</math></p>	<p><math>G_s</math> – teža spodnjega škripčnika [N]  <math>v_h</math> – hitrost dviga [<math>m/s</math>]</p> <p><math>\eta_b</math> – izkoristek bobna  <math>\eta_r</math> – izkoristek reduktorja</p> <p><math>Q_0 = G_s</math> – teža spodnjega škripčnika [N]</p> <p><math>z</math> – število delovnih ciklov na uro [<math>ckl/h</math>]</p>



<p>Čas dviga kavlja z bremenom</p> $t_1 = \frac{H}{v_h}$ <p>Čas spusta kavlja z bremenom</p> $t_2 = 0,8 \cdot t_1$ <p>Čas dviga / spusta brez bremena</p> $t_3 = t_4 = \frac{1}{3} \cdot t_1$ <p>Čas dejanske vklopljenosti elektromotorja</p> $T_{EM} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ <p>Relativni čas preklopite, intermitenca</p> $ED = \frac{T_{EM}}{T} \cdot 100$ <p>Potrebna minimalna moč motorja</p> $P_{EM,min} = P_{ui} \cdot \sqrt{\frac{ED}{ED_M}}$	<p><math>ED_M</math> – intermitenca elektromotorja [%]</p>
<p><b>Določitev bremenskega kavlja</b></p>	
<p><b>Statična trdnost</b></p>	
<p>Vpliv delovne temperature</p> $f_1 = 1 - 0,25 \cdot \frac{(T_k - 100)}{150}$ <p>Statična mejna sila kavlja</p> $F_{Rd,s} \geq \frac{F_{Sd,s}}{f_1} = \frac{\Phi_2 \cdot m_{RC} \cdot g \cdot \gamma_p \cdot \gamma_n}{f_1}$	<p><math>T_k</math> – obratovalna temperatura kavlja [°C]</p> <p><math>m_{RC}</math> – teža bremena [kg]</p>
<p><b>Dinamična trdnost</b></p>	
<p>Vpliv delovne temperature</p> $f_1 = 1 - 0,1 \cdot \frac{(T_k - 100)}{150}$ <p>Dinamična mejna sila kavlja</p> $F_{Rd,s} \geq \frac{F_{Sd,s}}{f_1 \cdot k_c} = \frac{\Phi_2 \cdot m_{RC} \cdot g}{f_1 \cdot k_c}$	
<p><b>Nosilnost kavlja</b></p>	
$\Phi_v = \Phi_2 \cdot m_{RC} \cdot g \cdot \gamma_p \cdot \gamma_n$	
<p>Obremenitve in kritični prerezi</p>	
<p><b>Kontrola napetosti</b></p>	
<p>Natezna napetost v kritičnem prerezu</p> $\sigma_n = \frac{4 \cdot Q_v}{\pi \cdot d_4^2}$ $\sigma_n < \sigma_{dop} = 0,8 \cdot R_{p,0,2}$ <p>Strižna napetost v prvem navoju</p> $\tau_s = \frac{Q_v}{\pi \cdot d_5 \cdot h_3}$ $\tau_s < \tau_{dop} = 0,65 \cdot R_{p,0,2}$	<p><math>Q_v</math> – nosilnost z varnostjo [N]</p> <p><math>d_4</math> – premer minimalnega prereza kavlja [mm]</p> <p><math>d_5</math> – premer navoja kavlja [mm]</p> <p><math>h_3</math> – korak navoja kavlja [mm]</p>

Določitev voznega mehanizma	
Izbira tekalnega kolesa in tirnic	
<p>Ocenitev teže mačka</p> $G_o = 0,25 \cdot Q$ <p>Skupna sila teže</p> $G = Q + G_o$ <p>Maksimalni kolesni pritisk</p> $R_{max} = \frac{G}{4} \cdot 1,1$ <p>Dopustni kolesni pritisk</p> $R_{dop} = p_{dop} \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot D_k \cdot (k - 2 \cdot r_1)$ $R_{max} < R_{dop}$	<p><math>p_{dop}</math> – dopustni plosčinski pritisk <math>[N/mm^2]</math></p> <p><math>c_1</math> – faktor materiala</p> <p><math>c_2</math> – faktor števila vrtljajev</p> <p><math>c_3</math> – faktor obratovanja</p> <p><math>D_k</math> – premer tekalnega kolesa <math>[mm]</math></p> <p><math>k - 2 \cdot r_1</math> – konstrukcijski koeficient <math>[mm]</math></p>
Elektromotor vožnje	
<p>Ustaljena moč</p> $P_{uv} = \frac{(Q + G_o) \cdot w_{cel} \cdot v_{v1}}{1000 \cdot \eta}$ <p>Potrebna moč pri pospeševanju</p> $P_p = \frac{(m_Q + m_{Go}) \cdot v_{v1} \cdot \beta \cdot a_m}{1000 \cdot \eta}$ <p>Nazivna moč elektromotorja</p> $P_{pi} = \frac{P_p + P_{uv}}{1,8}$ <p>Zaviralna moč motorja pri električnem zaviranju</p> $P_{ez} = (P_p - P_{uv}) \cdot \eta^2$ <p>Število vrtljajev kolesa</p> $n_{ko} = \frac{v_1}{\pi \cdot D_k}$	<p><math>w_{cel}</math> – koeficient voznega upora <math>[N/kN]</math></p> <p><math>v_{v1}</math> – hitrost vožnje mačka <math>[m/min]</math></p> <p><math>m_Q + m_{Go}</math> – celotna masa <math>[kg]</math></p> <p><math>\beta</math> – koeficient rotacijskih mas</p> <p><math>a_m</math> – pospešek mačka</p>
Kontrola drsenja mačka	
<p>Sila, ki deluje na eno kolo</p> $F_k = \frac{(Q + G_o)}{4}$ <p>Sila trenja</p> $T = 2 \cdot F_k \cdot \mu_1$ $T > F_G$ <p>Sila, ki je posledica vztrajnosti mačka</p> $F_H = (m_Q + m_{Go}) \cdot a_m$ <p>Sila na kolo zaradi voznega upora</p> $F_w = \frac{(Q + G_o) \cdot w_{cel}}{1000}$ <p>Vztrajnostna sila</p> $F_G = F_H - F_w$	<p><math>\mu_1</math> – koeficient trenja</p>