POMORSKI ŽERJAVI

Aleksander HERCOG,
univ. dipl. ing.

METALNA Maribor

Palfinger PPT-M

Palfinger Crane power

Palfinger Marine

POMORSKI ŽERJAVI

PREVZEM ŽERJAVOV

IACS
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES LTD.

American Petroleum Institute

ABS

DNV·GL

Lloyd's Register

NIPPON KAIJI KYOKAI
ClassNK
Founded 1899

RINA
1861

BUREAU VERITAS
1828
BUREAU VERITAS

IRCLASS
Indian Register of Shipping

CCS
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

POLSKI REJESTR STATKÓW
1936

РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
1913

KR
한국선급에 오신 것을 환영합니다.

HRVATSKI REGISTAR BRODOVA
CRS

POMORSKI ŽERJAVI

- Ladijski žerjavi
  - na krovu ladje
- Offshore žerjavi
  - na ladjah
  - na offshore konstrukcijah
  - delujejo v različnih okoliščinah

PK48000… Shipboardcrane CraneOffshore PKM_shipboard PKM_Shipboard2

POMORSKI ŽERJAVI

POMORSKI ŽERJAVI

STANDARDI in PRAVILA

- Uvedeni so za enako in varno obravnavanje različnih področij in aplikacij
- Določajo minimalne zahteve, ki morajo biti izpolnjene
- Definirajo obseg in načine za konstruiranje in preračune
- Opredeljujejo priznano raven stanja tehnike

Standardi:

- EN 13001 (splošni standardi)
- DIN 15018, del 1, 2 in 3
- EN 13852-1 (offshore standard - panožni)
- EN 12999 (nakladalni žerjavi, tipski standard)
- BS, ÖN, SFS, NEN (nacionalni standardi)

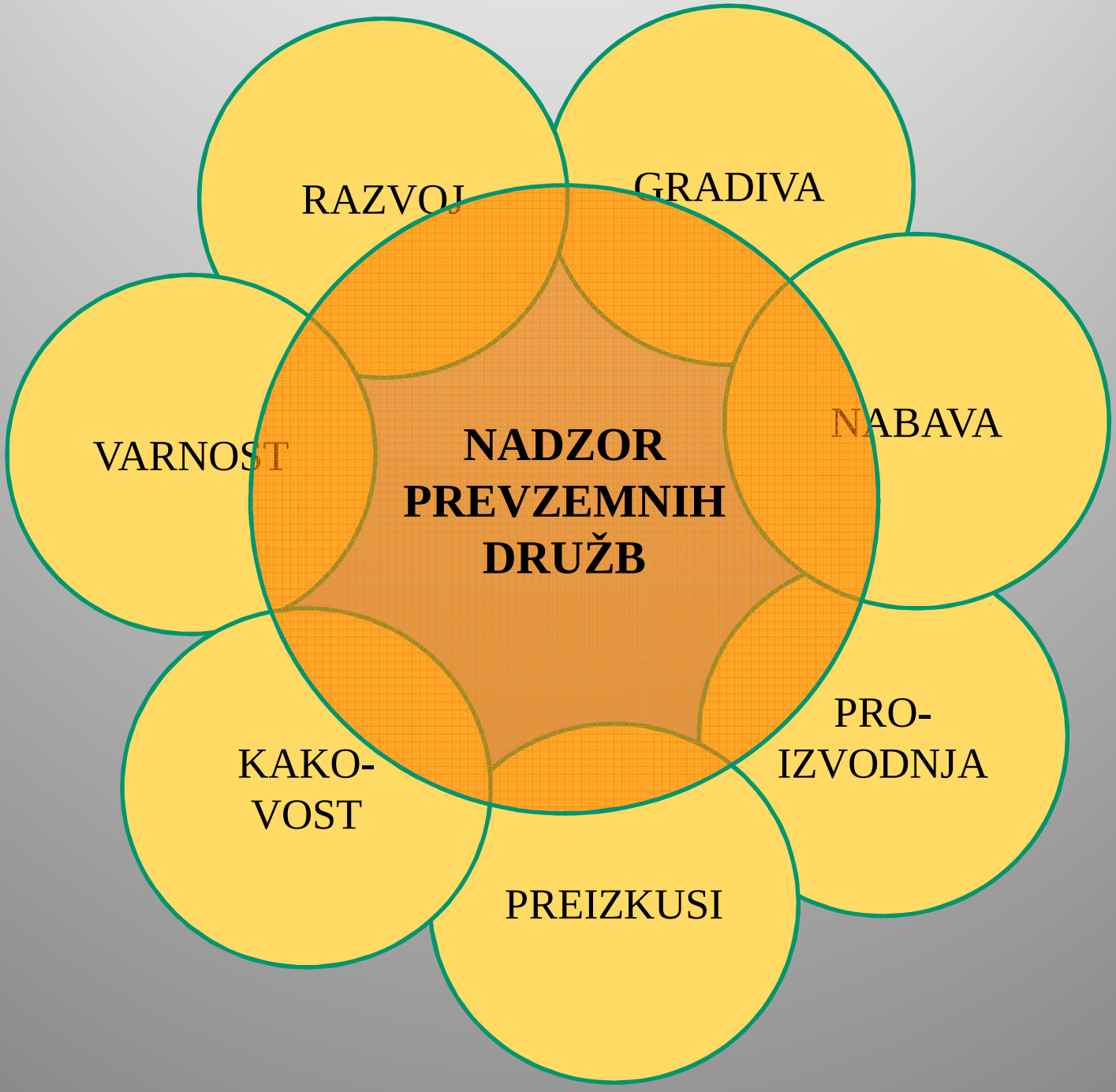
KLASIFIKACIJSKE DRUŽBE

Da preprečijo množico različnih pristopov, imajo prevzemne družbe svoja pravila in smernice

Nekaj klasifikacijskih družb z lastnimi pravili / standardi v naključnem vrstnem redu:

- LR (Lloyds Register)
- DNV - GL (Det Norske Veritas in Germanischer Lloyd združena)
- ABS (American Bureau of Shipping)
- BV (Bureau Veritas)
- NKK (Nippon Kaiji Kyokai)
- RINA (Registro Italiano Navale)

PODROČJA DELOVANJA



PREDNOSTI

- Certifikacija je za registrirane ladje in objekte zahtevana in obvezna
- Zagotovitev primernosti za kupca
- Prednost in referenca - „če zmoremo“
- Tehniška raven in varnost

Slaba stran: **STROŠKI**

RAZVOJ

Načrti

Preračuni

Tehniški podatki

Konstrukcije
Cilindri
Sorniki
Vitla
Pogoni
Vrvi
Upravljanje
Varnostne na-prave

Splošne lastnosti
Pregledni načrti (GA)
Izdelovalni načrti
Kosovnice
Antikorozijska zaščita
Hidravlične sheme
Elektro sheme
Varnostne analize
Analize tveganja

RAZVOJ - DOKUMENTI

Načrti

Morajo vsebovati:
- Vse pomembne podatke za izdelavo
- Podatke o zvarih (vrste, kakovost)
- NDT zahteve
- Vrste in stanja gradiv
- Po možnosti čim manj posebnih načrtov

Spiski

Za konstrukcije pod nadzorom:
- Nove številke delov
- Navesti vse nosilne dele in zanje opredeliti vse zahteve
- Navesti upoštevane standarde

RAZVOJ - PRERAČUNI

```
                          P H E N I X

PTM600_11  30. Dec. 2009 A. Hercog  Bkg DIN 15018/1
XY: I. ord. theor.  XZ: I. ord. theor.   S_incl  5.0 LinkCyl
kQ = 1.000  kG = 1.000  kH = 1.000  kW = 1.000
Vmax = 40 [m/min]  Frmax = 100 [kN]  Drope = 17 [mm] DNV H1/3 = 1.8 Vt .9
Psi min = unlim.  Psi max = unlim.
Overloading:  Str: 1.05   Bkg: 1.05   PinS: 1.05   PinP: 1.05   Qo: 10 kN
L [m]:  2.739  18.080    Hmin [m]: 2  /  dH [m]: 2   aNCL
*******************************************************************************************

   Fi:  Fi0 =  88.0
  Fil[o]   D[m] Da[m] Ha[m]  Q[kN]  Psi    Nh  fy[m]  ft[m]  fz[m]  c[kN/m] ct[kN/m]  Crit
   80.0     3.5   4.2  20.3   33.7  2.634   1  0.151  0.708  0.403    829.6    291.6  PinS
   70.0     6.6   7.4  19.3   30.1  2.348   1  0.328  0.866  0.369    287.8    177.1  PinS
   60.0     9.4  10.1  17.7   23.4  2.236   1  0.466  0.874  0.317    153.3    116.1  Str
   50.0    11.9
   40.0    14.1
   30.0    15.9
   20.0    17.1
   10.0    17.9
    0.0    18.1

           D[m] D
Min.:       3.5
Max.:      18.1

PTM600_11.PXS PT
```

```
                          P H E N I X

PTM600_11  30. Dec. 2009 A. Hercog  Bkg DIN 15018/1
XY: II. ord. theor.  XZ: II. ord. theor.   S_incl  5.0 LinkCyl
kQ = 1.000  kG = 1.000  kH = 1.000  kW = 1.000
Vmax = 40 [m/min]  Frmax = 100 [kN]  Drope = 17 [mm] DNV H1/3 = 1.8 Vt .9
Psi min = unlim.  Psi max = unlim.
Overloading:  Str: 1.05   Bkg: 1.05   PinS: 1.05   PinP: 1.05    Tol: 0.050 m  Qo: 10
L [m]:  2.739  18.080    Hmin [m]: 2  /  dH [m]: 2   aNCL
*******************************************************************************************

   Fi:  Fi0 =  88.0
  Fil[o]   D[m] Da[m] Ha[m]  Q[kN]  Psi    Nh  fy[m]  ft[m]  fz[m]  c[kN/m] ct[kN/m]
   80.0     3.5   4.2  20.3   20.7  3.021   1  0.135  0.639  0.469    702.4    274.2
   70.0     6.6   7.3  19.3   20.7  2.546   1  0.293  0.774  0.410    246.4    160.5
   60.0     9.4  10.1  17.7   20.5  2.266   1  0.460  0.863  0.385    136.9    106.4
   50.0    11.9  12.6  15.8   16.6  2.204   1  0.558  0.832  0.318     92.0     77.8
   40.0    14.1  14.6  13.4   14.1  2.165   1  0.639  0.810  0.282     70.3     62.2
   30.0    15.9  16.2  10.7   12.6  2.140   1  0.698  0.790  0.262     58.5     53.2
   20.0    17.1  17.4   7.8   11.9  2.119   1  0.735  0.773  0.252     52.3     48.5
   10.0    17.9  18.0   4.7   11.9  2.123   1  0.746  0.753  0.250     52.3     48.9
    0.0    18.1  18.1   1.6   13.2  2.073   1  0.707  0.708  0.255     52.3     49.3

           D[m] Da[m] Ha[m]  Q[kN]  Psi    Nh  fy[m]  ft[m]  fz[m]  c[kN/m] ct[kN/m]
Min.:       3.5   4.2   1.6   11.9  2.073   1  0.135  0.639  0.250     52.3     48.5
Max.:      18.1  18.1  20.3   20.7  3.021   1  0.746  0.863  0.469    702.4    274.2

PTM600_11.PXS PTM600_2TELEOFF.PXK PTM600_2TELE.PXO DNV_FR_11.PXB
```

V skladu s pravili:
- Dinamičen faktor
- Horizontalne obremenitve
- Vplivi okolja obratovanja
- Dopustne napetosti

Specifika družbe
- Časovna trdnost
- Dodatni in specifični preračuni

DAD: Žigosani dokumenti žerjava

GRADIVA IN SKLOPI
Certifikati

EN10204

Splošno	Vezano na dobavo	
Proizvajalec neposredno	Pooblašče-na oseba proizvajalca Lahko interen, neodvisen oddelek	Pooblašče-na oseba proizvajalca IN neodvisna inštitucija

2.1 Samo potrdilo	3.1 Materialni certifikat	3.2 Materialni certifikat
2.2 Splošen certifikat	Vsebina ni opredeljena! Mehanske vrednosti, kemijska analiza, žilavost, …	

PROIZVODNJA

Dokumenti postopkov

- WPS
- WPQR
- Dokumenti zvarov
- Naknadna obde-lava
- Posebni postopki

Kontrola

- Optična kontrola
- NDT preverjanja
- Merni in proiz-vodni protokoli
- Tolerance
- Mehanska obde-lava

Žigosanje konstrukcij

MONTAŽA - FAT

Program preizkusov v skladu z zahtevami družbe:

- Funkcijski preizkus
- Preizkus z bremeni in s preobremenitvijo
- Tlačni preizkus hidravličnih komponent
- Podatki priteznih momentov vijakov
- Preizkus varnostnih naprav
- Preizkus naprave proti preobremenitvi
- Preizkus posebnih naprav (AOPS, MOPS, MR, …)
- Preizkus obešal (2 x SWL)
- Pregled dokumentov in certifikatov (MRB)
- Posebne meritve (hrup, segrevanje, debelina lakiranja,...)

Žigosanje žerjava in izdaja certifikata

POSTOPEK DIMENZIONIRANJA

OBREMENITVE		ODPORNOST
Sd	≤	**Rd**
Design strain		Design resistance
Nateg		**Površina prereza A**
Upogib		**Odpornostni moment W**
Strig		**Statičen moment S površine A**
Torzija		**Torzijski odpornostni moment Wt**

EN 13001

evropski standard za žerjave

Osnovne značilnosti:

- Enak način preračuna za vse vrste strojev
- Z ozirom na vrsto stroja se spreminjajo samo koeficienti
- Metoda delnih varnosti

Ψ, ϕ_2

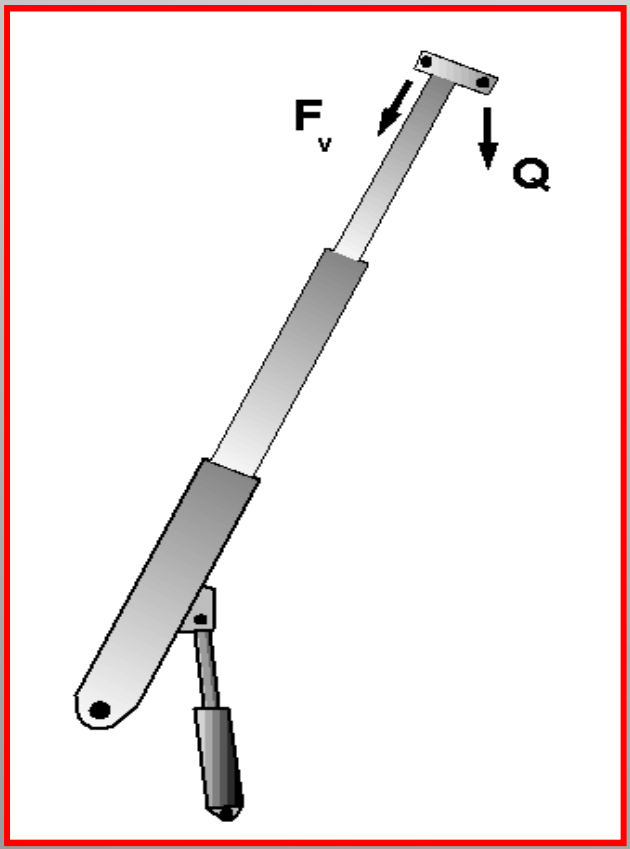
Dinamičen faktor

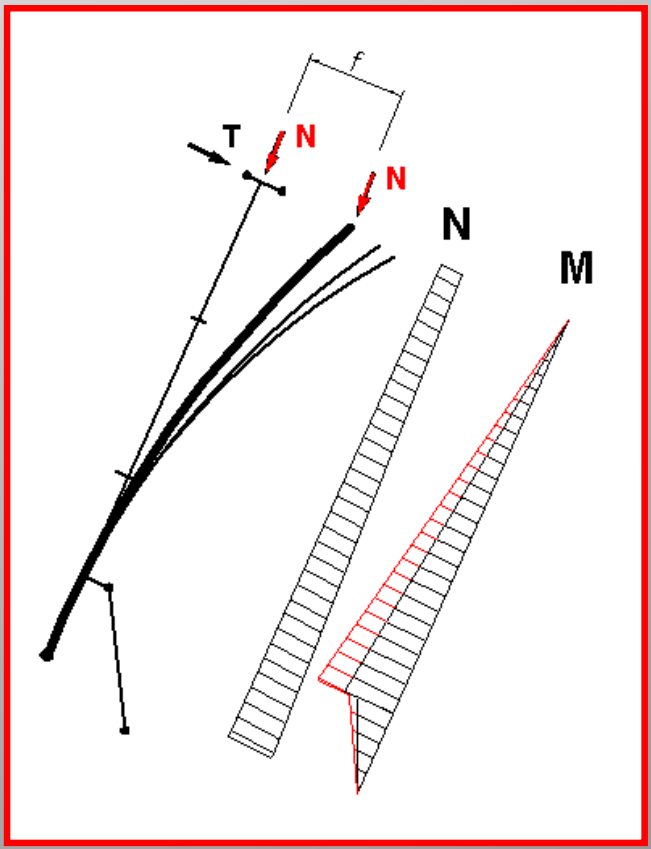
- Upošteva preciznost sistema za upravljanje (proporcionalne pogone, plazeče hitrosti, fino pozicioniranje)
- V splošnem so vrednosti zato nižje

EN 13001

evropski standard za žerjave

Elastičnost





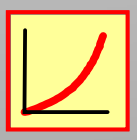
Deformacije povečajo momente zaradi obremenitev: Upoštevati ta vpliv je **obveza!**

Teor2_1.bmp Teor2_3.bmp

EN 13001

Koeficienti

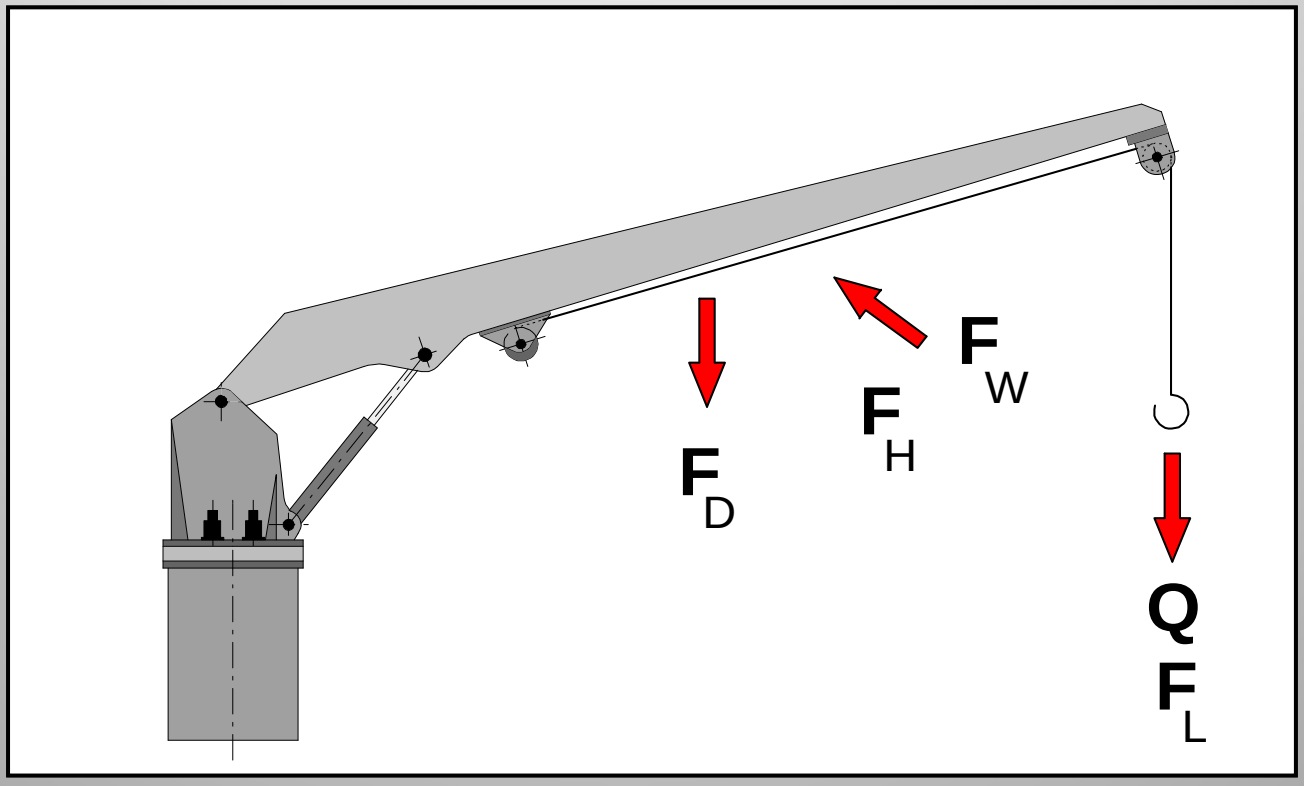
- Koeficienti vplivov so definirani za vsako vrsto obremenitev
- Obremenitve je treba množiti v naprej s koeficienti delnih varnosti $_{pi}$
- Skupaj z omenjenim vplivom elastičnosti so obremenilni kolektivi visoki
- Namesto dopustnih so definirane limitne napetosti

$_{pi} * \ _{i} * F$ ⇒  ⇒ $fy / \ _{m}$

Samo navidez so zahteve **manj rigorozne**, so pa **bližje realnim razmeram.**

Časovna trdnost je obravnavana ločeno, dovoljeni razponi napetosti so neodvisni od trdnosti jekel.

GLAVNE OBREMENITVE



Obremenilni primer I

Q, F_L … breme, teža prijemal

F_D … lastne teže

F_H … horizontalne obremenitve (vrtenje, nagibi

Obremenilni primer II

Obremenilni primer I + F_W obremenitve zaradi vetra

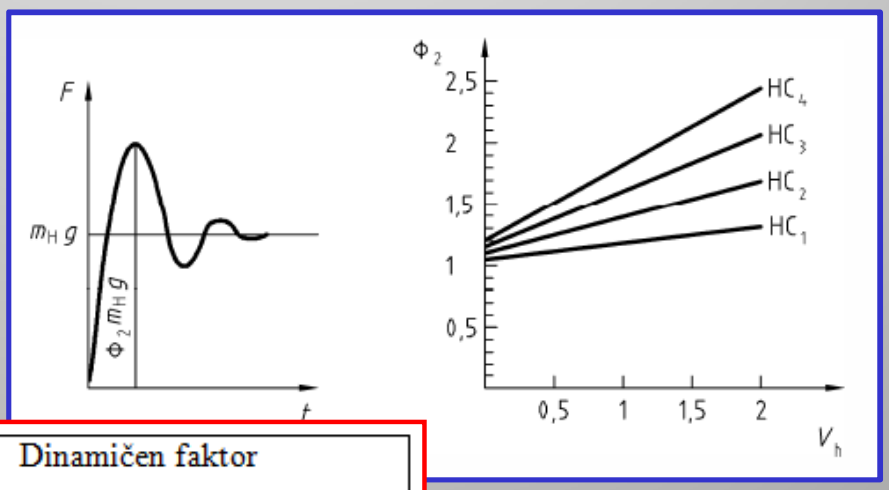
OBIČAJEN PRERAČUN

$$Sd = \gamma_{p1} * \Psi * F_L + \gamma_{p2} * {}_1 * F_D + \gamma_{p3} * {}_5 * F_H$$

γ_{p1} faktorji delnih varnosti za obremenitve

Ψ, ϕ_2

Dinamičen faktor



Dvižni razred	Dinamičen faktor
HC1	$Psi = 1.05 + 0.17 * \frac{v_h}{60}$
HC2	$Psi = 1.10 + 0.34 * \frac{v_h}{60}$
HC3	$Psi = 1.15 + 0.51 * \frac{v_h}{60}$
HC4	$Psi = 1.20 + 0.68 * \frac{v_h}{60}$

EN 13001

ϕ_1

Faktor lastnih tež

$$\phi_1 = 1 \pm \delta, \qquad 0 \leq \delta \leq 0.05$$

F_H

Horizontalne sile -> vrtenje

OBIČAJEN PRERAČUN

nadaljevanje

Rd

Najpomembnejša računska odpornost je **GRADIVO**.

Značilnosti gradiva:

- fy … meja plastičnosti
- fm … natezna trdnost

$$R_d = \frac{fy}{S}$$

S = 1.1 faktor varnosti vrednosti gradiva, metoda delnih varnosti

Sd < Rd

POMORSKI ŽERJAVI

ČASOVNA TRDNOST
Postopek

1. Razred zgodovine napetosti S

Tabela 12 — Razredi S za vrtljive žerjave s spremenljiv

Razred razpona obremenitve	G_t / Ψ*Q	Razred skupnega šte				
		U0	U1	U2	U3	U4
Q0	0	S0	S0	S0	S0	S0
	<0.25					
	<0.5					S1
	<1				S1	S2
	<2					
	≥2			S1	S2	S3
Q1	0	S0	S0	S0	S0	S0
	<0.25					S1

Kolektivi obremenitev

2. Parameter zgodovine napetosti s(m)

Razred	S0	S1	S2	S3	
s(m=3)	0.008	0.016	0.032	0.063	0

$$\frac{\Delta\sigma_c}{\sqrt[m]{s(m=3)}}$$

3. Določevanje karakterističnega razpona napetosti Δ_c

	Vzdolžna pločevina s prečno privarjenimi deli	va - c - K st Kako
125	Dvostranski kotni zvar, kakovost B*	
112	Dvostranski kotni zvar, kakovost B	
100	Dvostranski kotni zvar, kakovost C	
90	Enojni kotni zvar, kvaliteta B, C	
80	Pol V zvar s trajno podložno letvijo, kakovost B, C	

4. Izračun dovoljenega razpona napetosti Δ_{Rd}

m = 3
m <> 3

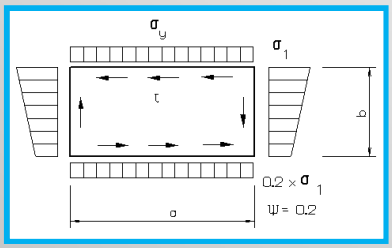
NC, $\Delta\sigma_C$ (N/mm²)	S0	S1	S2	
355	1420,0	1127,1	894,5	71
315	1260,0	1000,1	793,8	63
280	1120,0	888,9	705,6	56
250	1000,0	793,7	630,0	50
225	900,0	714,3	567,0	45
200	800,0	635,0	504,0	40
180	720,0	571,5	453,6	36
160	640,0	508,0	403,2	32

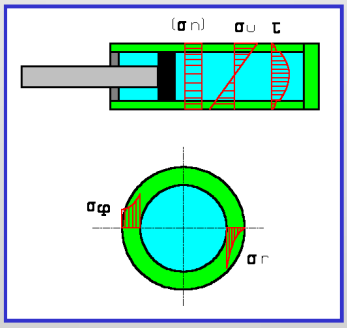
$$\Delta\sigma_{Rd} = \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf} * \sqrt[3]{s(m=3)}}$$

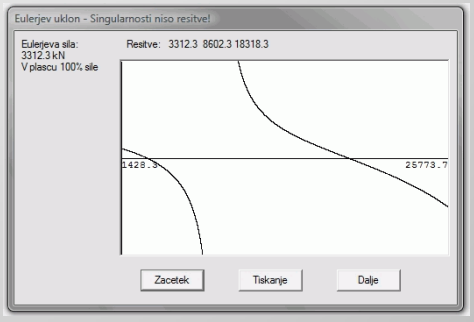
5. Preverjanje dejanskega razpona napetosti glede na dovoljenega

$$\Delta\sigma_{Sd} \leq \Delta\sigma_{Rd}$$

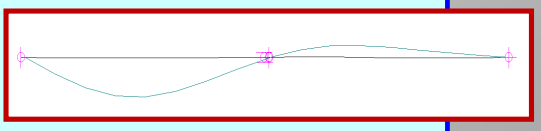
DODATNI PRERAČUNI



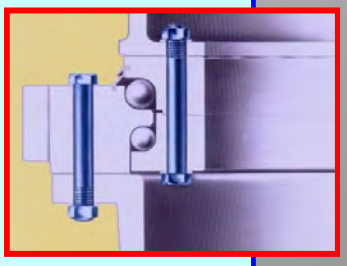




- **Elastična stabilnost**
  - Izbočenje plošč, stojin in pasnic
  - Uklon nosilcev, cilindrov, ipd.
- **Preračun cilindrov**



  - Cev: notranji tlak, upogib
  - Batnica: uklon



- **Ležaj vrtenja**
- **Stabilnost**, podpora za sile pritrjevanja (odvisno od tipa žerjava)
- **Prednapete vijačne zveze**
- **Pogoni**

LADIJSKI ŽERJAVI

Zasnovani v skladu s pravili KLASIFIKACIJSKIH DRUŽB

Dodatne zahteve

- **Nagibi**
  - Vzdolžen nagib (trim) 2°
  - Prečen nagib (heel) 5°

  Delujeta hkrati ali kot vektorska vsota
- **Dopustne napetosti**
  - V skladu s pravili izbrane prevzemne družbe

OFFSHORE ŽERJAVI
projektant NARAVA

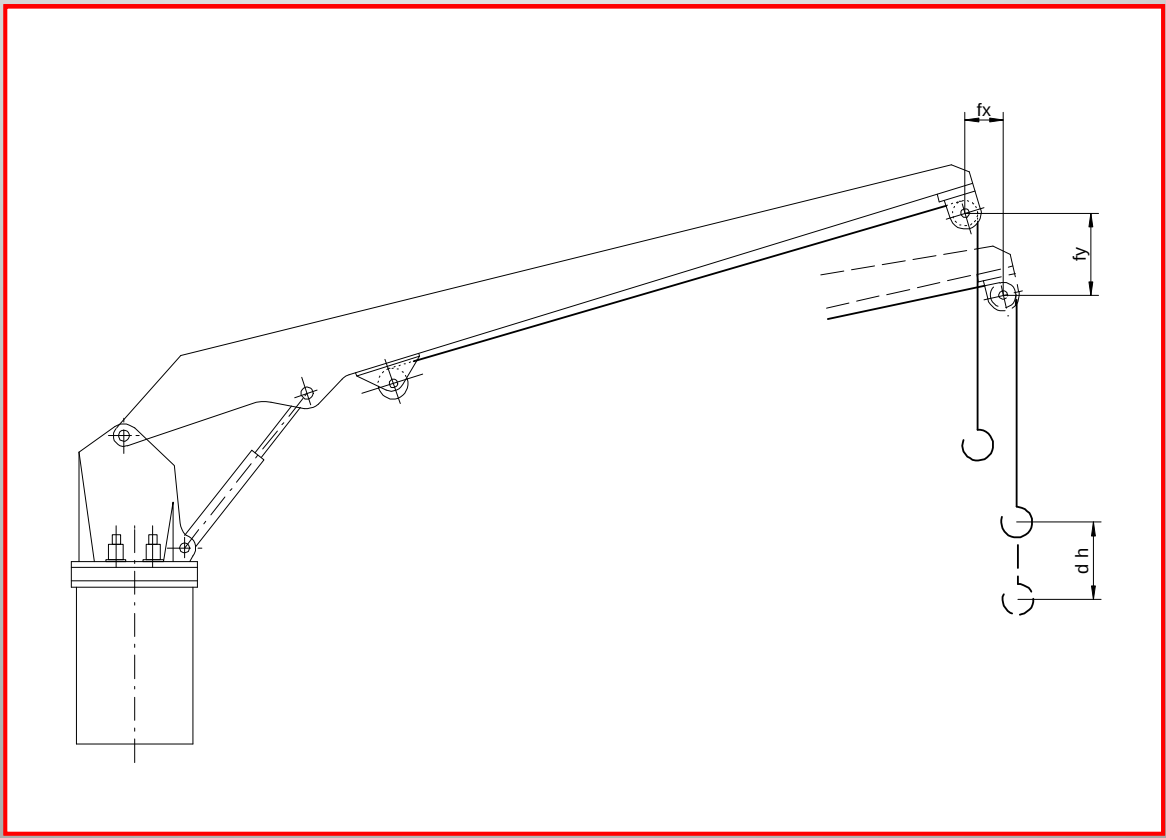
Vitko, elastično

Dva pristopa

Masivno, togo

OFFSHORE ŽERJAVI

TOGOST



Žerjav

$$K_c = \frac{Q}{f}$$

Vrv

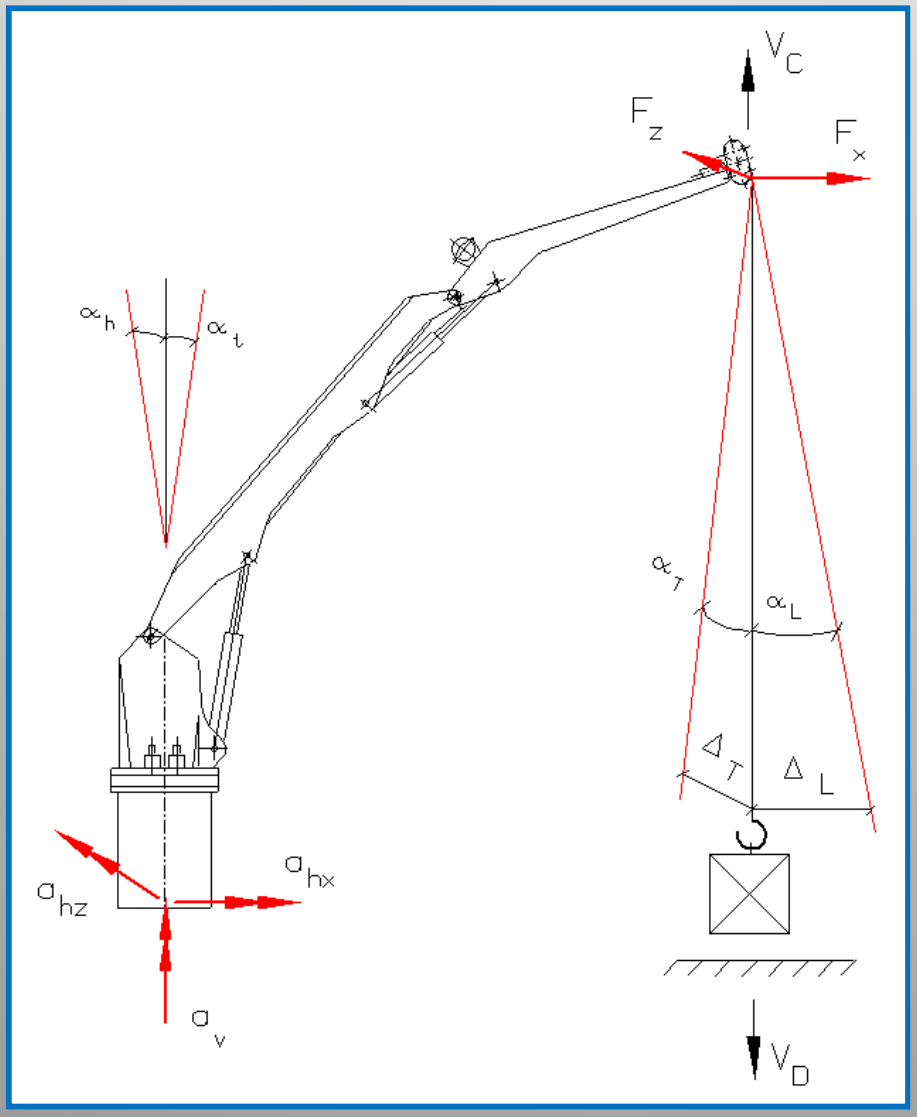
$$K_r = \frac{E * A}{l}$$

Žerjav + vrv:

$$K = \frac{K_c * K_r}{K_c + K_r}$$

OFFSHORE ŽERJAVI

DODATNE OBREMENITVE



Nagibi:

α_t trim

α_h heel

Obremenitve

- Veter
- Led
- Sneg

V_C	hitrost vrha roke	Δ_L	vzdolžen pomik
V_D	hitrost krova	Δ_T	prečen pomik
a_v	vertikalen pospešek	F_x	vzdolžna sila
a_{hx}, a_{hz}	horizontalni posp.	F_z	prečna sila

OFFSHORE EN 13852-1

EN

Metoda delnih varnosti

Dinamičen faktor Ψ

$$\Psi = 1 + \frac{V_R}{g} * \sqrt{\frac{C}{R_n}}$$

Relativna hitrost

$$V_R = 0.5 * V_S + \sqrt{v_C^2 + v_D^2}$$

Če je 0.5* V_S < $\mathbf{V_H}$ = najnižja zahtevana dvižna hitrost, je treba izraz 0.5* V_S zamenjati z V_H.

$\mathbf{V_C}$ **in** $\mathbf{V_D}$ sta odvisni od kraja namestitve žerjava in vrste oskrbovalnih objektov.

Nagibi so odvisni od kraja namestitve in H_{sig}.

$\mathbf{F_x}$ **in** $\mathbf{F_z}$ temeljita na odmikih, ki skupaj z višino dviga tvorita vzdolžni in prečni odmični kot.

$$\Delta_L = 2.5 + 1.5 * H_{sig}$$

$$\Delta_T = 0.5 * \Delta_L$$

OFFSHORE EN 13852-1

EN

Minimalna hitrost dviga

Enkratno obešenje

$$V_H = 0.5 * \sqrt{v_C^2 + v_D^2}$$

Večkratno obešenje

$$V_H = 0.28 * \sqrt{v_C^2 + v_D^2}$$

Pospeški na podstavek žerjava:

Vertikalnih pospeškov ni treba upoštevati

Horizontalni pospeški so odvisni od kraja namestitve žerjava in H_{sig}. Vpliv na breme je običajno treba upoštevati.

Dopustne napetosti

$$\sigma_{Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{Rm}}$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{Rm}}$$

$$\gamma_{Rm} = \gamma_m * \gamma_{sm} = 1.1 * 0.95 = 1.05$$

Dopustne napetosti so definirane po EN 13001, prav tako preračun časovne trdnosti in izbočenje.

SPECIFIČNOSTI DRUŽB

Metoda preračuna

Večina družb predvideva preračun po metodi dopustnih napetosti; EN 13852-1 in GL sta usklajena s CEN in zahtevata metodo delnih varnosti.

Dinamičen faktor

Način izračunavanja je praktično enak; vrednosti hitrosti vrha roke V_C in krova oskrbovalnega plovila V_D pa definira vsaka družba na svoj način.

Nagibi

Za shipboard žerjave predpisujejo vse družbe 5° in 2°, za offshore pa ima vsaka svoje vrednosti.

Vpliv poševnega vleka

Upoštevajo vse družbe na enak način, le DNV zahteva samo vrednost vzdolžnega poševnega vleka.

SPECIFIČNOSTI DRUŽB

Vpliv pospeškov na podstavek

Vertikalne lahko običajno zanemarimo, ker so zajeti v dinamičnem faktorju, horizontalne pa družbe predpisujejo na različne načine. Predvsem se razlikuje zahteva ali upoštevati njihov vpliv tudi na breme (LR) ali le na konstrukcijo žerjava (GL)!

Dopustne napetosti

Izračuni se razlikujejo, vsaka družba pa zahteva določeno razliko med natezno trdnostjo in mejo plastičnosti (EN 13852-1 tega ne zahteva!)

LR

dop = F * fy

Primer	I	II	III
F	0.67	0.75	0.85

Kadar je fy / fm > 0.85:

dop = 0.459 * F * (fm + fy)

dop = 0.266 * F * (fm + fy)

SPECIFIČNOSTI DRUŽB

GL

$$\sigma_{Rd} = \frac{f_y^r}{\gamma_m}$$

$$\gamma_m = 1.1$$

$$f_y^r = \min\,(0.83 * f_m,\ f_y)$$

DNV

$$\sigma_{dop} = \frac{f_y^r}{S}$$

Primer	I	II	III
S	1.50	1.33	1.10

$$f_y^r = \min\,(0.8 * f_m,\ f_y)$$

BV

Preračun žerjava po BV je povsem drugačen od postopka ostalih družb. Upošteva matrike vplivov:

- matrika ψ – vplivi žerjava
- matrika α - vplivi okolja

Posebne zahteve

Podstavki

Večina družb zahteva dodatno varnost za podstavke. Vrednosti segajo od 1.06 pri BV, 1.30 LR, DNV do 1.56 API 2C.

SPECIFIČNOSTI DRUŽB

Posebne zahteve

Ležaji vrtenja in pritrditve

Posebna pozornost velja ležajem vrtenja in njihovi pritrditvi. DNV zahteva dodaten faktor varnosti 1.30 na cel kolektiv obremenitev, API 2C pa povečanje bremena kar za 3.75 krat, a se preverjanje vrši glede na natezno trdnost.

Preračun cilindrov

Zelo specifičen z ozirom na družbe

- Preračun cevi (notranji tlak, radialne in cirkularne napetosti)
- Preračun batnice (upogib, uklon – specifična vpetja, obremenitve → teorija II. reda)

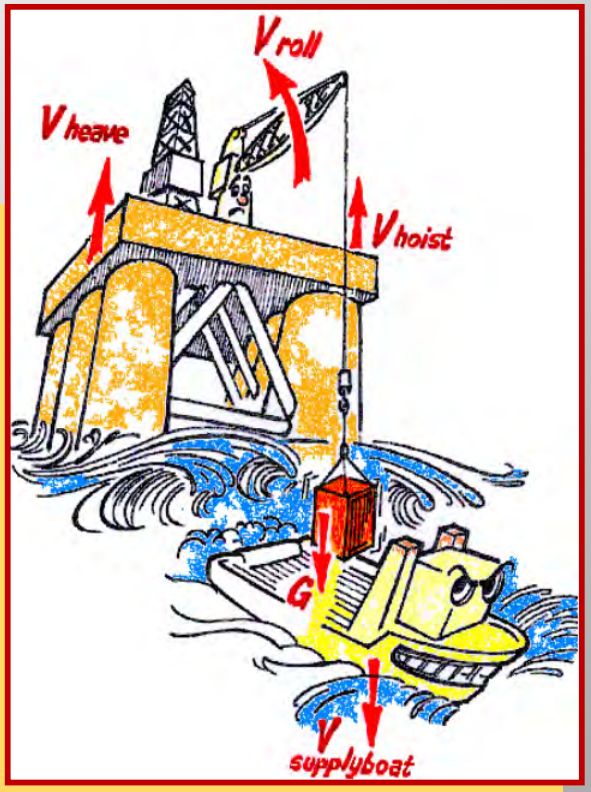
Značilnosti

- Metoda delnih varnosti
- Uklon – razvejitvena sila, zadostna varnost
- Reducirana vrednost modula elastičnosti E
- Imperfekcije
- Vpetostni momenti

POSEBNOSTI

AOPS

Automatic Overload Protecting System



- Varuje pred preobremenitvijo
- Vselej v pripravljenosti
- Aktiven samo, ko je vrh roke nad vodo
- Vklopi, ko je breme > Ro
- Preostanek vlečne sile vrvi ≥ Ro
- Odpre zavoro vitla in pogona vrtenja
- Ignorira stikalo za zagotavljanje 3 ovojev vrvi na vitlu
- Če potrebno, se mora vrv povsem odviti z bobna
- Ročen izklop ne sme biti mogoč
- Sistem se mora samodejno izklopiti, če sila v vrvi pade pod Ro
- Upoštevati histerezo, zato vgraditi zamike izklopa
- Reakcijski čas je odvisen od zaporedja odpovedi komponent žerjava
- Akustično in optično opozorilo, ko je sistem aktiviran
- Minimalna hitrost odvijanja vrvi:

$$v = \sqrt{v_D^2 + v_C^2}$$

POSEBNOSTI

MOPS

Manual Overload Protecting System

- Ročno vklopljiv sistem
- Vselej v pripravljenosti, tudi v primeru izpada energije
- Preostanek vlečne sile vrvi 10 – 20 % Ro
- Odpre zavoro vitla
- Vklop označen z rumeno barvo na kontrastnem ozadju
- Preprečen mora biti nehoten vklop
- Ignorira stikalo za zagotavljanje 3 ovojev vrvi na vitlu
- Če potrebno, se mora vrv povsem odviti z bobna
- Ročen izklop mora biti vselej možen
- Reakcijski čas odvisen od zaporedja odpovedi komponent žerjava
- Akustično in optično opozorilo, ko je sistem aktiviran
- Kapaciteta sistema mora zagotavljati vsaj 3 zaporedne vklope in trajno delovanje 5 min

VARNOSTNE ZAHTEVE

GLAVNE VARNOSTNE NAPRAVE
Indikacije, opozorila, ustavitev

Pojav	Indikacija	Opozorilo	Ustaviti
Preobremenitev	x	x	
Prevelik prevrnilni moment	x	x	x
Lega kavlja (zgornja, spodnja)	x		x
Lega roke (zgornja, spodnja)	x		x
Constant tension / stalni vlek	x		
Izklop v sili	x	x	x
Izklop v sili – izklopi tudi motor			x
Ohlapna vrv	x		x
Napaka v sistemu upravljanja	x	x	
Napaka v varnostnem sistemu	x	x	
Izpad pogonske energije		x	x
Požar / plin		x	x

VARNOSTNE ZAHTEVE

MAN-RIDING
PRENAŠANJE OSEB

Prenos oseb	
Pojem	**Zahteva**
Nosilnost	Največ 50% nosilnosti za tovore
Izbira programa	Sme biti možna le pri razbremenjenem žerjavu
Indikator programa	Opozorilna lučka (bela)
Indikator bremena	Dovoljena nosilnost mora biti prikazana
Zavore vitla	Omogočen mora biti preizkus vsake zavore zase
Druga zavora	Odprta pri prenašanju tovorov, aktivna le pri prenosu ljudi
Aktiviranje zavor	Se morajo aktivirati, če je ročica upravljanja v nevtralni legi
Omejevalec dviga	Zahtevan, ni dovoljen dotik prijemala z glavo roke
Omejevanje gibov	Za zgornjo in spodnjo lego kavlja (EN 13852-1: zahteva celo redundantno izvedbo)
AOPS, MOPS	Onemogočeno
Constant tension	Onemogočeno
Cilindri	Nagibni in cilindri za izvlek roke redundantni, alternativno pa nobena posamezna napaka ne sme povzročiti nekontroliranih pomikov
Izpad energije	Zahtevan pomožni agregat; ročni vklop, deluje na "drži"
Pogoji	Do H_{sig} = 2.0 m, dnevna svetloba, veter do 10 m/s

OCENA TVEGANJA

OVREDNOTENJE TVEGANJA

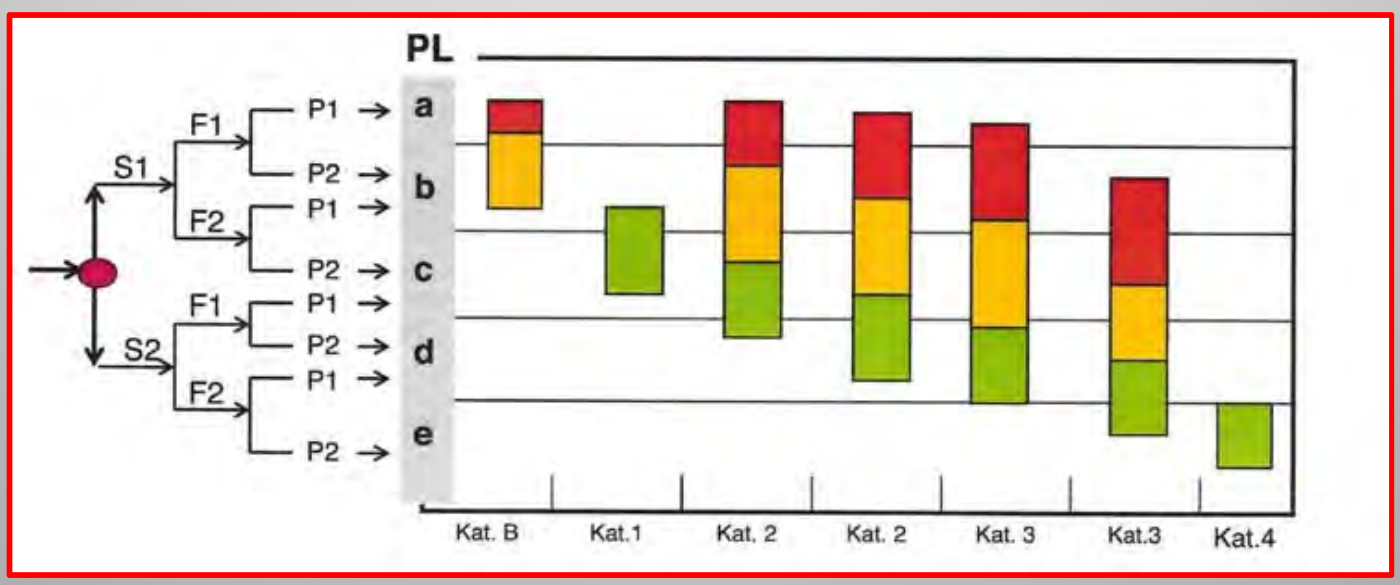
Po vzoru EN 14121

S		F		P		W		
Tveganje		Prisotnost ljudi		Zaznavnost		Verjetnost		
Ni tveganja	S0					Nizka W1	Srednja W2	Visoka W3
Nizko	S1			Možna	P1	0	0	1
				Težavna	P2	0	1	2
Resno	S2	Redko	F1	Možna	P1	1	2	3
		Redko	F1	Težavna	P2	2	3	4
		Pogosto	F2	Možna	P1	3	4	5
		Pogosto	F2	Težavna	P2	4	5	6
Usodno	S3	Redko	F1	Možna	P1	5	6	7
		Redko	F1	Težavna	P2	6	7	8
		Pogosto	F2	Možna	P1	7	8	9
		Pogosto	F2	Težavna	P2	8	9	10

Risc Identification / Prepoznavanje tveganja

Pos Poz	Lifetime phase Življenska faza	Risc description Opis tveganja	Estimated risc Ocena tveganja	Implemented actions Ukrepi	Estimated risc Ocena tveganja	Rest risc / Comment Preostanek tveganja / Opomba
1	Med obatovanjem Med prevozom	Odpoved žerjava zaradi premajhne trdnosti	S = 3 F = 1 P = 2 W = 2 Rez = 7	Žerjav preračunan po priznanih standardih (DNV Standard 2.22), sledi zahtevam družb. Preračun izveden s pomočjo teorije II. reda..	S = 2 F = 1 P = 2 W = 1 Rez = 2	Navodilo in nalepke: Zadrževanje oseb v delovnem področju žerjava prepovedano.
2	Med obratovanjem	Odpoved žerjava zaradi premajhne moči	S = 1 F = 1 P = 2 W = 2 Rez = 1	Potrebna energija dimenzionirana po EN13852-1_2012, 5.3.3	S = 1 F = 1 P = 2 W = 1 Rez = 0	
3	Med	Vrtenje žerjava onemogočeno	S = 1	Žerjav opremljen z 2	S = 1	Je v skladu z EN

RAVEN ZANESLJIVOSTI
PERFORMANCE LEVEL
EN 13849



S Severity – raven nevarnosti
F Frequency – pogostost
P Prevention - zaznava

Kategorije
B Osnovna varnost
1 Preverjeni deli
2 Preverjanje
3 Zaznavanje napak
4 Zaznavanje skupinskih napak, tudi med obratovanjem

MTTF nizek (3 do 10 let)

MTTF srednje (10 do 30 let)

MTTF visok (30 do 100 let)

MTTF Mean time to failure
Srednji čas do nastopa napake

ZAHTEVANA RAVEN ZANESLJIVOSTI PLr

EN 13852-1

Nevarnosti	Raven nevarnosti	Pogostost	Zaznava	Potrebna raven PL
Padec bremena	S2	F1	P1	c
Padec roke	S2	F2	P1	d
Nenadzorovano vrtenje	S2	F1	P1	c
Nenadzorovano teleskopiranje	S2	F1	P2	c
Nenedzorovano dviganje z vitlom	S2	F1	P1	c
Nenadzorovano nagibanje roke	S2	F1	P1	c
Funkcije				
Izklop v sili	S2	F1	P2	d
AOPS	S2	F1	P1*/ P2	c* / d
MOPS	S2	F1	P1	c
Omejevalci	S2	F1	P1	c
Prikazi	S1	F1	P1	b
Varnostni deli upravljanja	S1	F1	P1	b

* Po EN13852-1

VARNOSTNE ZAHTEVE

Indikator bremena
Protipreobremenilna naprava: nastavljena na ψ x SWL, opozorilo pri 90% SWL v pristaniških pogojih. V preobremenitvi onemogočeni vsi gibi, ki povečujejo moment, nasprotni morajo biti možni
Končna stikala Vitel – 3 ovoji vrvi morajo ostati na bobnu, ni dovoljen dotik kavlja z glavo roke
Ohlapna vrv: optično in akustično opozorilo
Hupa za splošno opozarjanje oseb
Odklop v sili (stop) rdeč z rumeno podlago, prevlada nad vsemi ukazi, razen nad MOPS!
Kamera na vrhu roke – boljši pregled
Komunikacija – brezročna komunikacija
Držalni ventili
Gasilni aparati
Napaka izvora energije - opozorilni signal
EOS sistem / pomožni pogon
Temperatura in nizka raven olja – signal
Inklinometer – merilec nagibov
Anemometer
Zapisovalec podatkov (preobremenitev, kdaj)
Preračun **časovne trdnosti**
Analiza zaporedja odpovedovanja
Analize tveganja (delovanja, sklopov)

ZAHTEVE (osnove)

- **3.1 ali celo 3.2 certifikati gradiv (delitev na 1. in 2. kategorijo konstrukcij), vključno s preizkusi žilavosti**

1. Jeklene konstrukcije
2. Cilindrii
3. Sorniki
4. Ležaji za vrtenje žerjava
5. Pritrdilni elementi – vijaki
6. Drugi obremenjeni deli

- **Tlačni prizkusi**

1. Cilindri
2. Gibljive cevi
3. Hidravličen sistem

- **Mehanski deli, pogoni - certifikati**

1. Vitla
2. Pogoni vrtenja
3. Vrvi
4. Kavlji in obešala

- **Električni sklopi - certifikati**

1. Izvori moči – motorji
2. Varnostne naprave (PLC, stikala, etc.)
3. Raven zanesljivosti (Performance level) postaja vse pomembnejša

H V A L A

za vašo pozornost!

Aleksander Hercog