



Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet
Zavod za organizaciju, tehnologiju i menadžment

Tehnologija građenja niskogradnja

10. predavanje

doc.dr.sc. Matej Mihić, mag.ing.aedif.

Sadržaj

- Dizalice
- Toranske dizalice
- Autodizalice i bager-dizalice
- Ostale dizalice i dizala

Dizalice

Dizalice

- ❑ Dizalice su strojevi i oprema namijenjeni za istodobni horizontalni i vertikalni transport materijala, alata i radnika po gradilištu.
 - ❑ Isključivo gradilišni odnosno unutrašnji transport.
 - ❑ Učinak svih vrsta dizalica računa se kao umnožak broja ciklusa koji se mogu ostvariti u satu i transportirane količine materijala po ciklusu (m^2 , m^3 , m' , kg , ...)
 - ❑ Ciklus predstavlja ukupnu operaciju od prihvata tereta, dizanja, horizontalnog transporta, manevriranja, pozicioniranja, spuštanja i otpuštanja tereta, te svih istih radnji na povratku.

 - ❑ Dizalice transportiraju sve vrste materijala, ali najznačajnije su za montažne radove, odnosno ugradnju prefabriciranih elemenata.
-

Vrste dizalica

□ Konstrukcijski gledano, postoje tri vrste dizalica u građevinarstvu:

- portalne dizalice
- mosne dizalice
- dizalice sa strijelom
 - derrick dizalice
 - toranske dizalice
 - autodizalice

□ Ovisno o pokretljivosti:

- nepokretne dizalice
- pokretne dizalice
 - dizalice na kotačima
 - dizalice na gusjenicama
 - dizalice na željezničkom postolju
 - plovne dizalice

Portalne dizalice

- Pokretne dizalice
- Cijela konstrukcija dizalice je pokretna, i greda i stupovi
- Mogu biti na:
 - Tračnicama – uglavnom u proizvodnim pogonima, veće nosivosti, pokretne u jednom smjeru
 - gusjenicama ili pneumaticima – na velikim gradilištima za transport prefabriciranih elemenata, pokretne u svim smjerovima



Portalne dizalice



Mosne dizalice

- Pokretne dizalice
- Konstrukcija dizalice se sastoji od poprečne grede koja se miče po tračnicama položenim na visini
- Isključivo se koriste u proizvodnim pogonima (bilo centralnim ili gradilišnim)
- Veće maksimalne nosivosti od portalnih dizalica

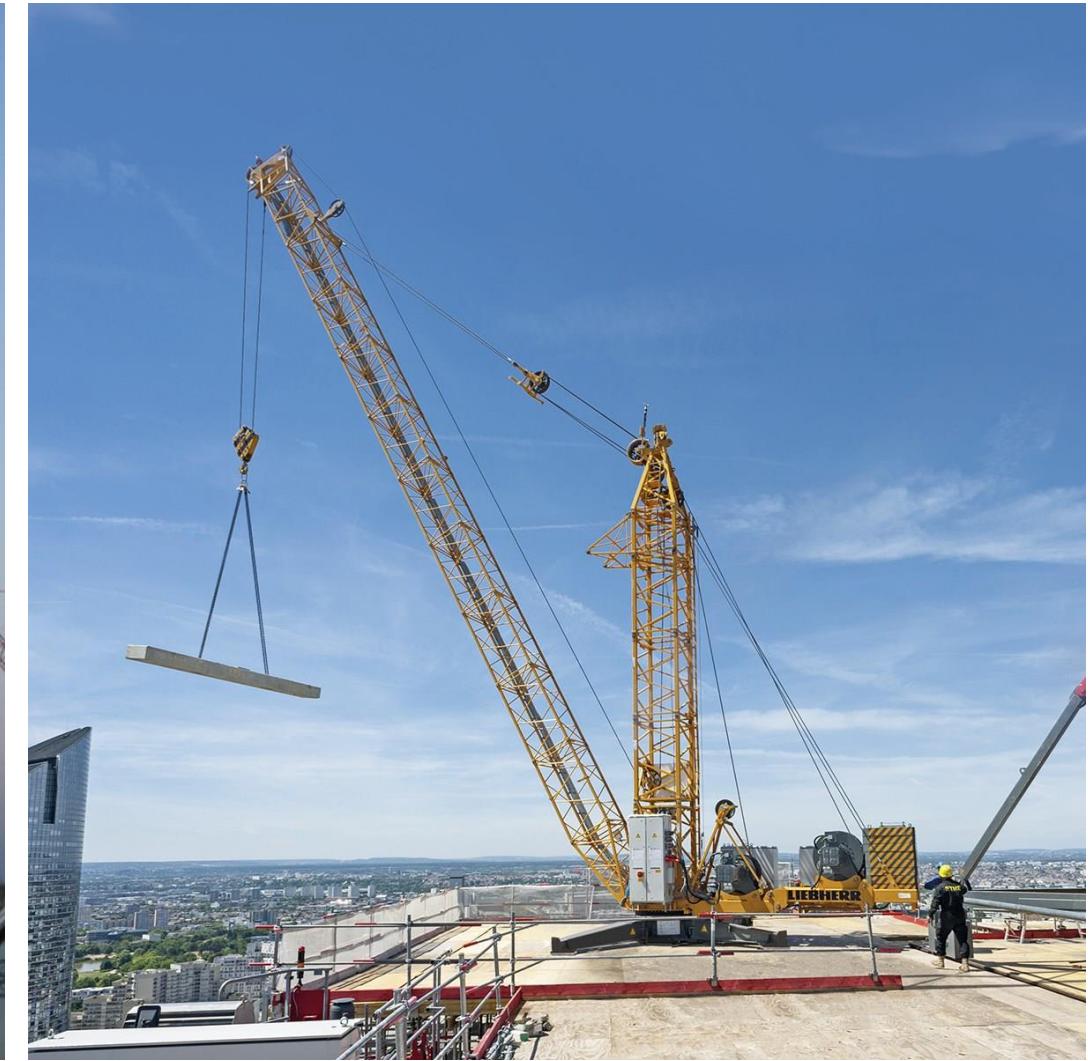


Mosne dizalice

Derrick dizalice

- Posebna konstrukcija dizalice koja omogućava izrazito velike maksimalne terete
- Razlika od ostalih dizalica s krakom je u tome što se i teret i sama ruka podižu sustavom kolotura
 - Zbog jednostavnosti konstrukcije i načina podizanja, to je ujedno i prva vrsta dizalica koja se i pojavila
- Koriste se u niskogradnji za montažu jako visokih i/ili jako teških elemenata
- Nedostatak u odnosu na toranjske dizalice je nepreciznija kontrola i manji broj ciklusa

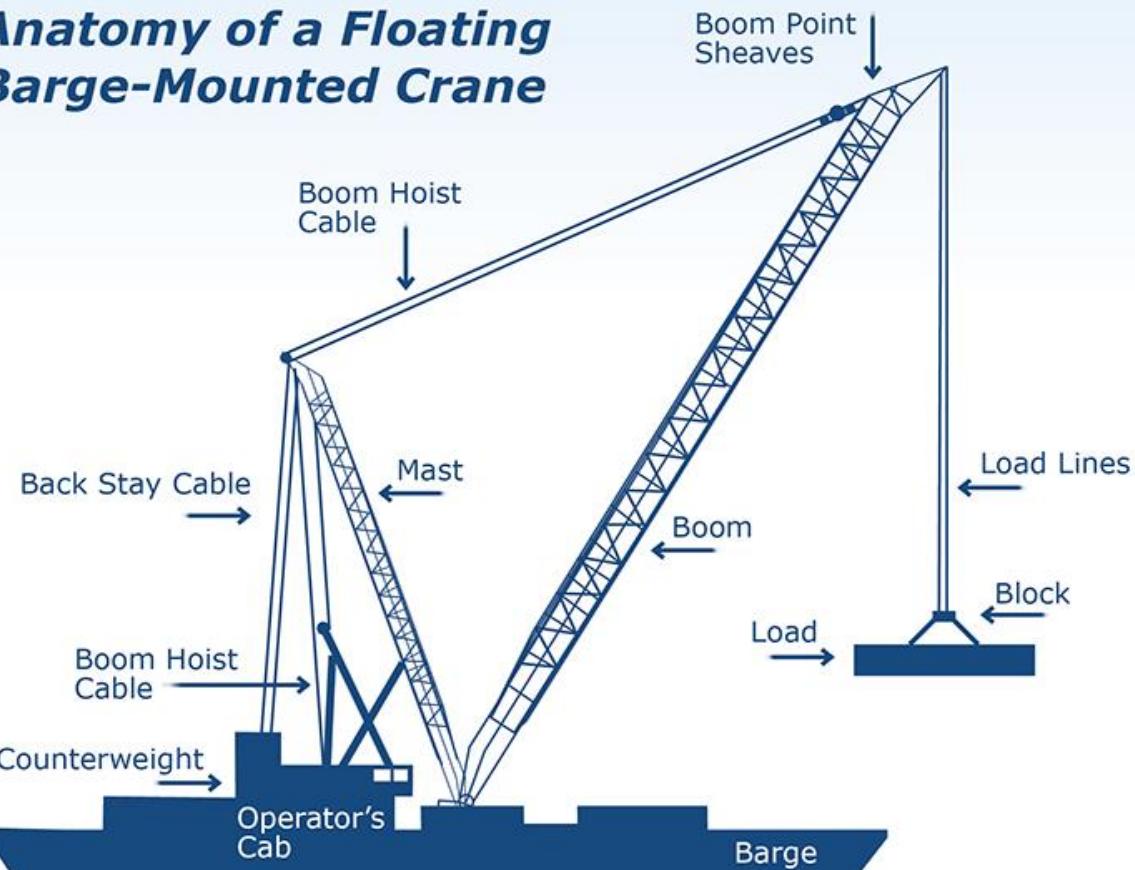




Plovne dizalice

- Dizalice koje se nalaze na plovnom postolju, za izvođenje radova u vodi ili s vode na kopnu.
 - Vučene
 - Samohodne
- Moguće transportirati izrazito velike i teške terete: segmenti mostova, podvodnih tunela, vjetrenjača, elemenata lukobrana,...
- Konstruktivno mogu biti bilo koje vrste, međutim zbog mase tereta koji se prenosi najčešće su tipa derrick dizalica.

Anatomy of a Floating Barge-Mounted Crane



Toranjske dizalice

Toranjska dizalica

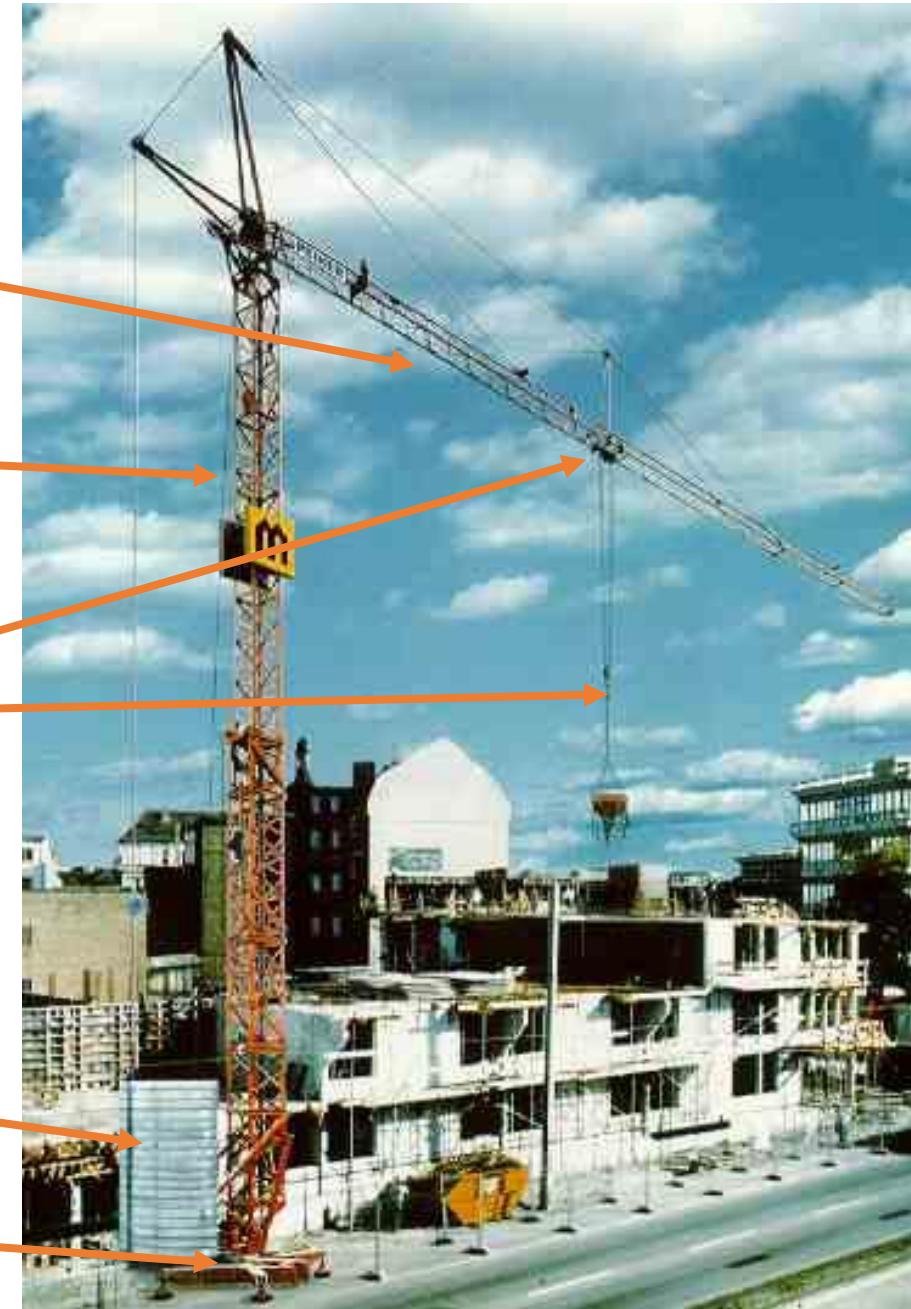
vodoravna grana
ili kosa strijela (krak)

toranj

oprema –
uređaj ili sklop (“mačka”)
za prijenos tereta

balasti

postolje



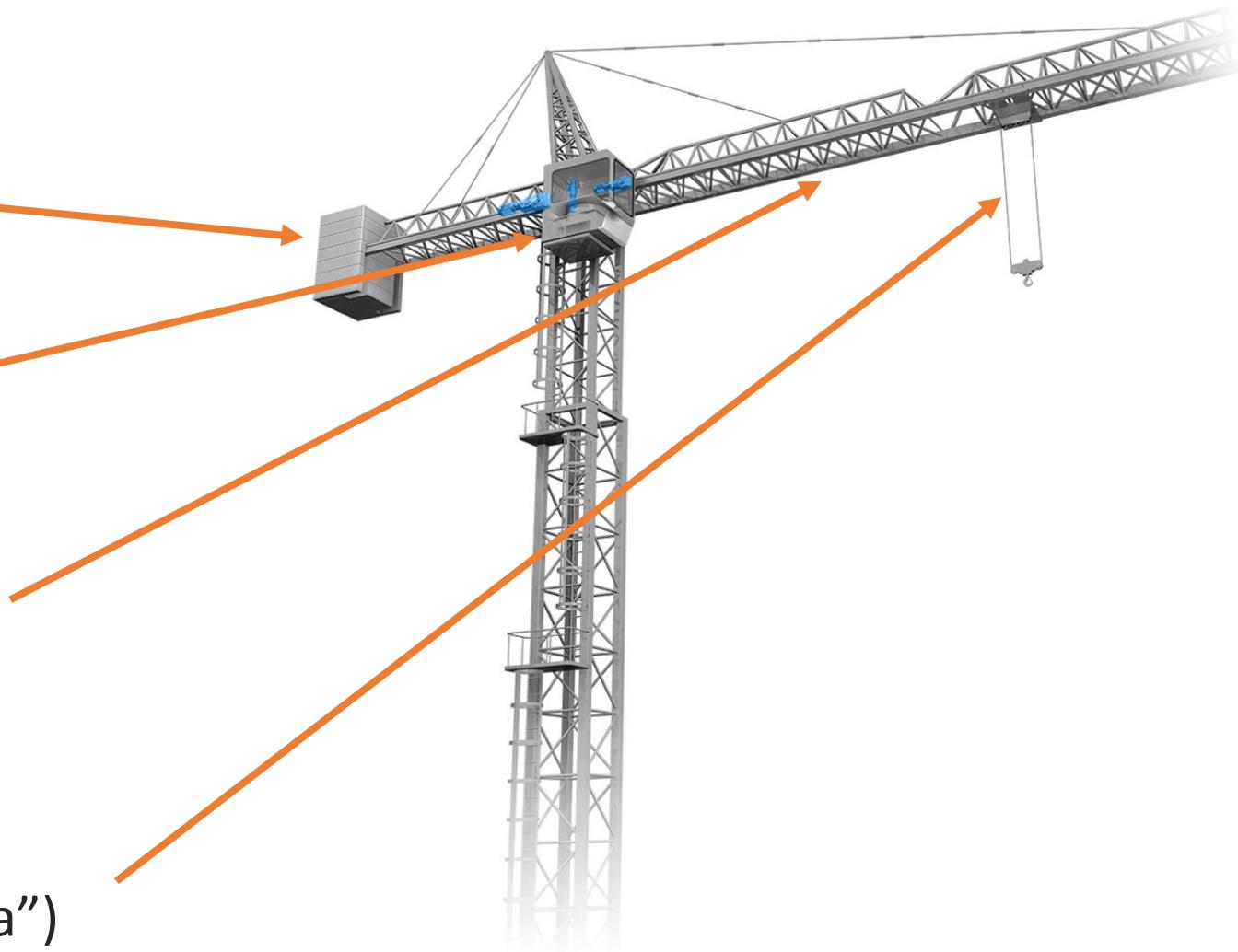
Toranjska dizalica

balasti

kabina

vodoravna grana
ili kosa strijela (krak)

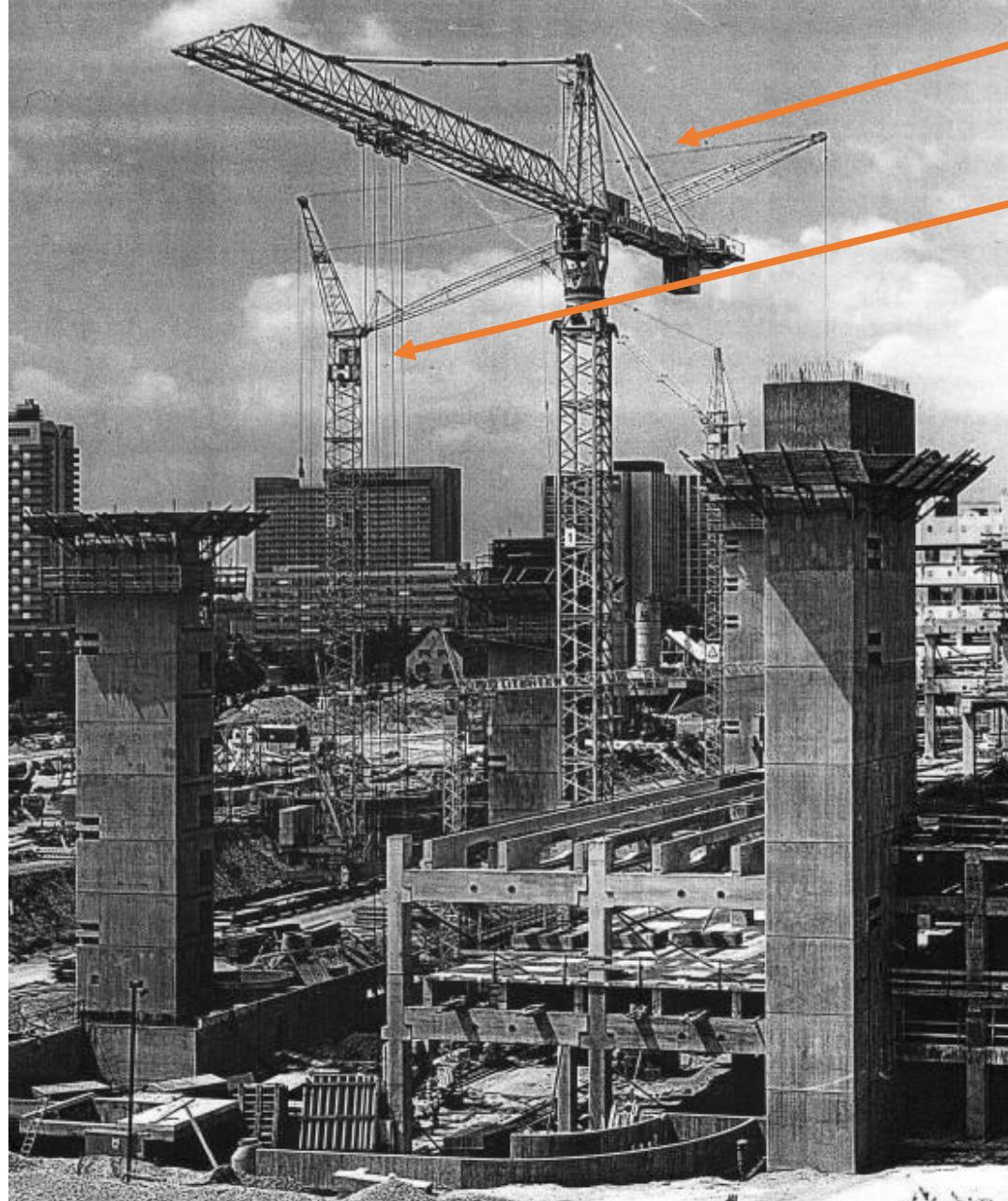
oprema –
uređaj ili sklop (“mačka”)
za prijenos tereta



Osnovna podjela toranjskih dizalica

□ Prema koncepciji dizanja i konstrukciji dijelova:

- toranjske dizalice s okretnom vodoravnom granom
 - uređaj (sklop) za dizanje i prijenos tereta ("mačka") kreće se po vodoravnoj grani
 - toranj se ne okreće (pri dnu) na postolju
 - dizalice srednje do velike nosivosti i dohvata
- toranjske dizalice s vodoravnom (ili blago kosom) granom na okretnom tornju
 - uređaj (sklop) za dizanje i prijenos tereta ("mačka") kreće se po grani
 - cjelokupni uspravni toranj okreće se (pri dnu) na postolju
 - dizalice male do srednje nosivosti i dohvata
- toranjske dizalice sa kosom (okretnom) strijelom
 - sklop za dizanje i prijenos tereta je na vrhu ("špici") strijele
 - ili se cjelokupni toranj se okreće na postolju
 - ili se okreće gornji dio (s kosom strijelom) na tornju
 - dizalice male, srednje te velike nosivosti i dohvata



- toranjske dizalice s okretnom vodoravnom granom
- toranjske dizalice sa kosom (okretnom) strijelom na okretnom tornju
- toranjske dizalice s vodoravnom (ili blago kosom) granom na okretnom tornju



Podjela prema nosivosti

□ Toranske dizalice male nosivosti ili male toranske dizalice slijedećih su obilježja:

- dohvati 15 m do 25 m
- visina dizanja 20 m do 30 m
- nosivi moment do 30 tm*
- nosivost do 2 t

□ Toranske dizalice srednje nosivosti ili srednje toranske dizalice slijedećih su obilježja:

- dohvati 20 m do 45 m
- visina dizanja 30 m do 50 m
- nosivi moment do 100 tm*
- nosivost od 3 t do 5 t

□ Toranske dizalice velike nosivosti ili velike toranske dizalice slijedećih su obilježja:

- dohvati veći do 50 m
- visina dizanja veća od 50 m
- nosivi moment veći od 100 tm *
- nosivost veća od 5 t

* U literaturi su kod razmatranja dizalica količine i nosivost izraženi kao masa tereta u "tonama" te momenti nosivosti u "tona*metrima" u logističkom, a ne "fizikalnom" smislu iako je teret sila koja se izražava u kN

Toranjske dizalice s kosom strijelom

- Povoljna tehničko-tehnološka i logistička obilježja:
 - jednostavna konstrukcija,
 - moguć prijenos (prijevoz) dizalice u većim cjelinama,
 - nisko položeno težište,
 - balast i vitla se nalaze u dolje na postolju koje daje dizalici veću stabilnost,
 - lakše održavanje navedenih nisko smještenih strojnih sklopova,
 - visina dohvata iznad vrha tornja,
 - prilagodljiva za rad u skučenim prostorima oko građevina



Toranjske dizalice s kosom strijelom

□ Nepovoljna tehničko-tehnološka i logistička obilježja:

- vodoravno premještanje tereta vezano uz uspravno okretanje strijele,
- potrebna veća snaga motora kod vitala za užad,
- smanjena točnost namještanja tereta,
- nemogućnost neposrednog (“bliskog”) položaja tereta uz toranj,
- ograničena visina dizanja,
- kod višeg dizanja smanjeno opažanje tereta od strane dizaličara,
 - manja sigurnost u rukovanju teretom,
 - manji učinak od dizalice sa vodoravnim granom.

Toranjske dizalice s vodoravnom granom

□ Prednosti u odnosu na toranjske dizalice sa kosom strijelom u tehničko-tehnološkom i logističkom smislu:

- vodoravno kretanje tereta nije vezano uz okretanje grane
- potrebna manja snaga motora vitala za užad
- veća točnost u namještanju tereta
- može stajati bliže ili se vezati uz građevinu
- zbog prije navedenog primjenjiva je za jako visoke građevine
- kod visokog dizanja i položaja bolje opažanje tereta od strane dizaličara
- veća sigurnost u rukovanju teretom
- do 30% veći učinak od dizalice sa kosom granom



□ Nedostaci u odnosu na toranjske dizalice sa kosom strijelom:

- složena konstrukcija
- visina dohvata ispod vodoravne grane
- otežan rad u skučenim prostorima oko viših građevina

Toranjske dizalice s vodoravnom granom

□ Toranske dizalice – daljnja podjela (uglavnom se odnosi na toranske dizalice s vodoravnom ili zakošenom granom):

- u smislu konstrukcije tornja
 - toranske dizalice s krutim (nepromjenjivim) tornjem
 - toranske dizalice s teleskopskim (provlačnim) tornjem
 - toranske dizalice s preklopnim tornjem
 - složene toranske dizalice
- pri čemu grana može biti
 - kruta
 - lomljiva
 - produžna - teleskopska

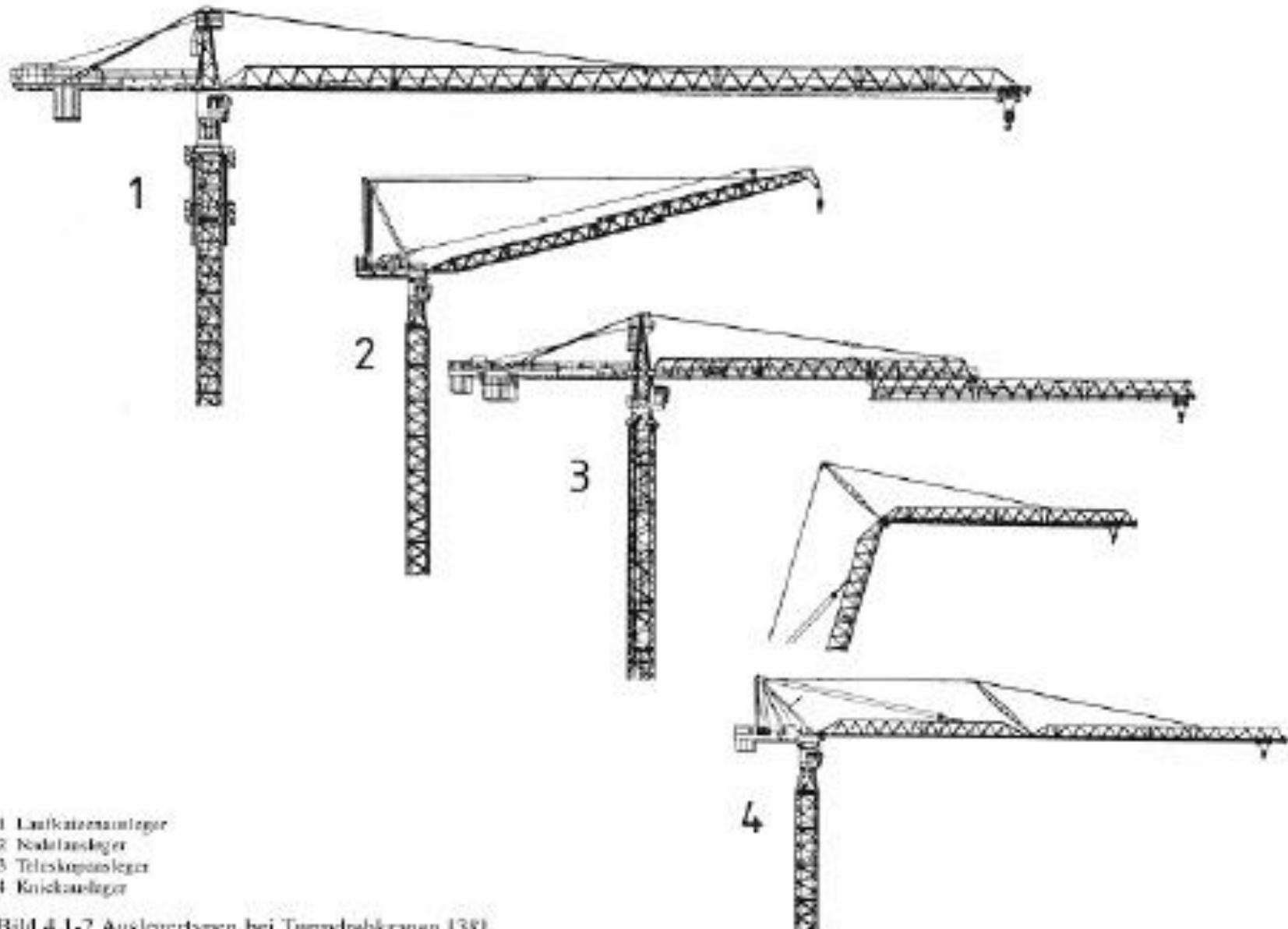


Bild 4.1-2 Auslegetypen bei Turmdrehkranen [38]

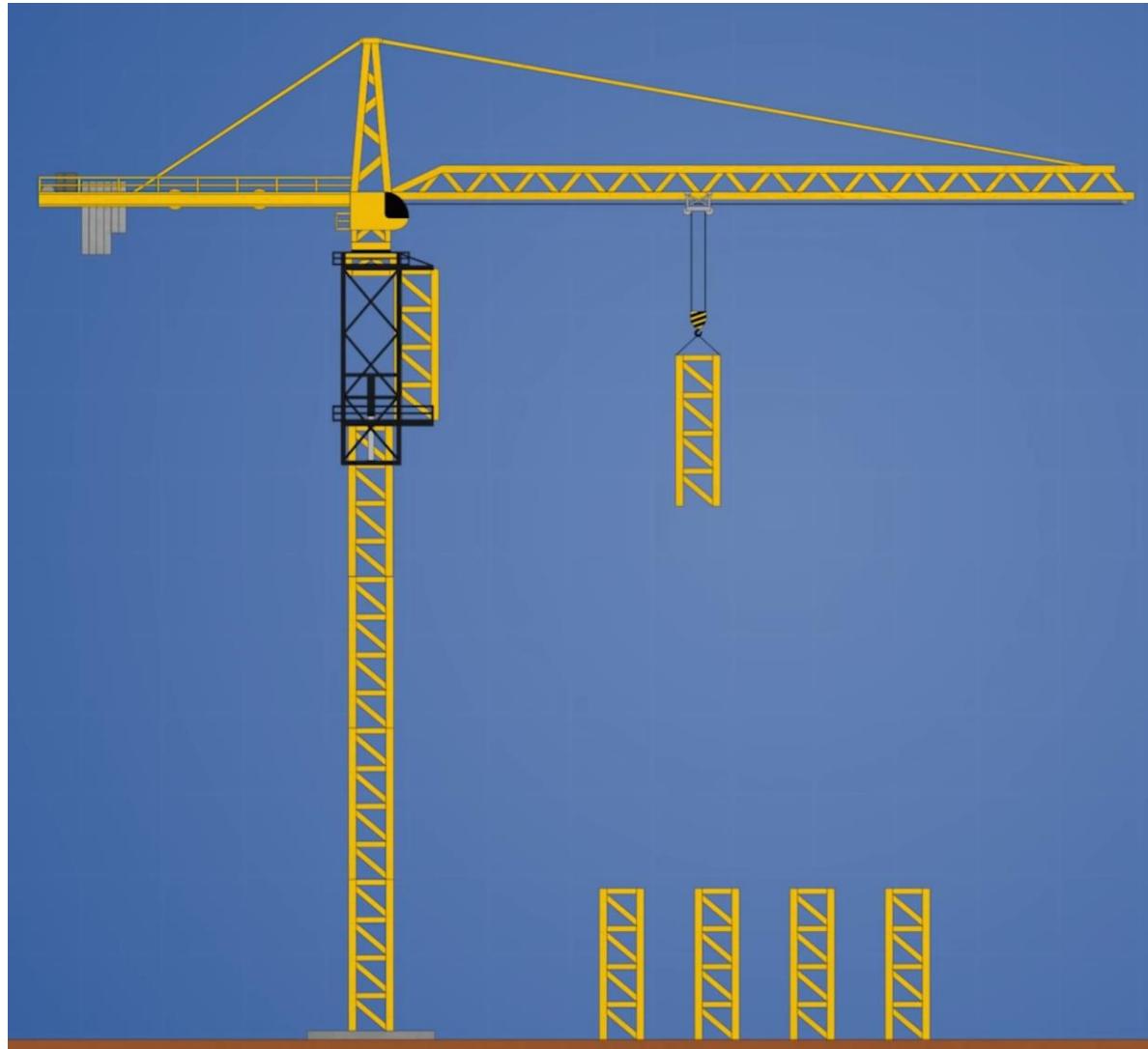


toranjske dizalice s teleskopskim (provlačnim) okretnim tornjem i s lomljivom kosom granom (lijevo) i teleskopskom zakošenom granom (desno)

Toranjske dizalice – daljnja podjela

□ U smislu pokretljivosti i načina montaže

- montažno/demontažne toranjske dizalice (doprema dijelova i sklopova uobičajenim i/ili posebnim vozilima, montiranje drugim dizalicama)
- samomontažne toranjske dizalice (doprema sklopova posebnim vozilima, samomontiranje bez pomoći druge dizalice)
- samomontažne polupokretne toranjske dizalice
 - smještene na postolju koje se vuče drugim vozilima
- samomontažne samohodne toranjske dizalice



**Toranjske dizalice koje se
same povisuju**

Toranjske dizalice – daljnja podjela

□ pokretne (slobodno samostojeće) toranjske dizalice

- koriste se za prijenos i dizanje tereta također pri kretanju
- ograničeno pokretne toranjske dizalice na postolju na tračnicama
- toranjske dizalice na samohodnom postolju
 - toranjske dizalice na postolju s gusjenicama
 - toranjske dizalice na postolju s kotačima = toranjske autodizalice
 - toranjske dizalice na vučenom postolju s kotačima

□ nepokretne toranjske dizalice

- prilikom prijenosa i dizanja tereta se ne kreću
- samostojeće toranjske dizalice udaljene od građevine
- samostojeće toranjske dizalice vezane na građevinu
 - smještaj unutar građevine
 - smještaj na vanjskom obodu (“plaštu”) građevine
- penjuće toranjske dizalice u okviru građevine

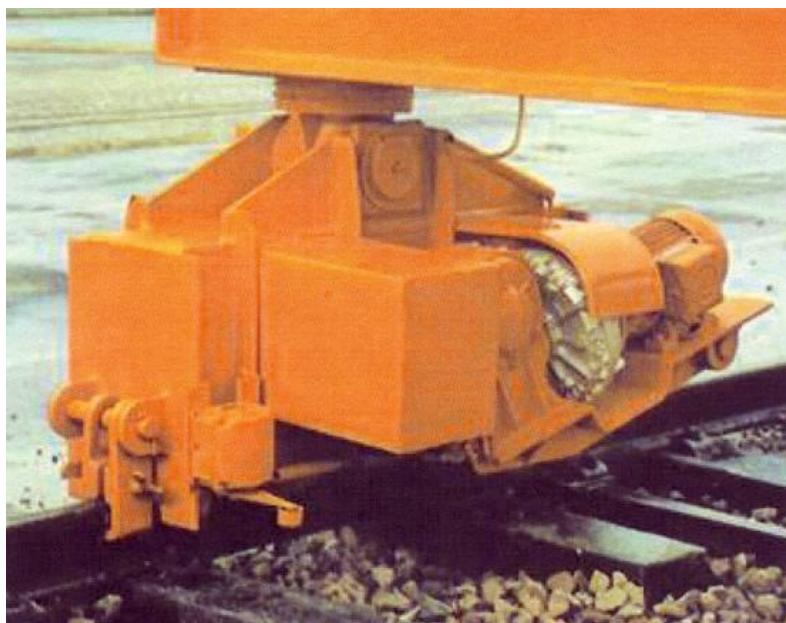
samohodne brzo- i samo- montirajuće toranske dizalice





**(samohodne) samomontažne toranjske autodizalice s kosom
strijelom (toranj rešetka)**

Toranjske dizalice na samohodnom postolju na tračnicama



Temeljna tehnološka i logistička obilježja

- ❑ visina dizanja (za nepokretno ili pokretno postavljenu dizalicu),
- ❑ duljina kraka ili grane, dohvata,
- ❑ nosivi moment dizalice,
- ❑ masa središnjeg balasta ovisno o visini dizanja,
- ❑ najveća nosivost (uz toranj) dizalice, nosivost dizalice na pojedinoj točci dohvata ili dijela duljine kraka dizalice, najmanja nosivost odnosno nosivost na najvećem dohvatu dizalice,
- ❑ pokretljivost dizalice kao cjeline (razmak kotača, razmak tračnica, najmanji promjer krivine unutarnje tračnice, masa pokretnog postolja dizalice)
- ❑ ...

Temeljna tehnološka i logistička obilježja

 brzina:

- okretanja oko svoje osi,
 - kretanja mačke (opreme za prihvatanje tereta),
 - kretanja dizalice (po tračnicama ili na pneumaticima/gusjenicama),
 - dizanja tereta (ovisno o masi tereta i visini dizanja)

nosivost i slijeganje tla ispod dizalice

Onjihanje dizalice za vrijeme rada

preglednost dizanja unutar predviđenog područja rada dizalice i unutar građevina u tom području

▫ način upravljanja dizanjem

- na tornju ili daljinskim putem.

Nosivost dizalice

- ključno tehničko obilježje dizalica općenito
- kod toranjskih dizalica proizlazi iz temeljnog tehničkog obilježja svih vrsta dizalica sa granom, a to je da je moment nosivosti „ M_n “ nepromjenjiv po čitavoj duljini “ ℓ ” grane dizalice.

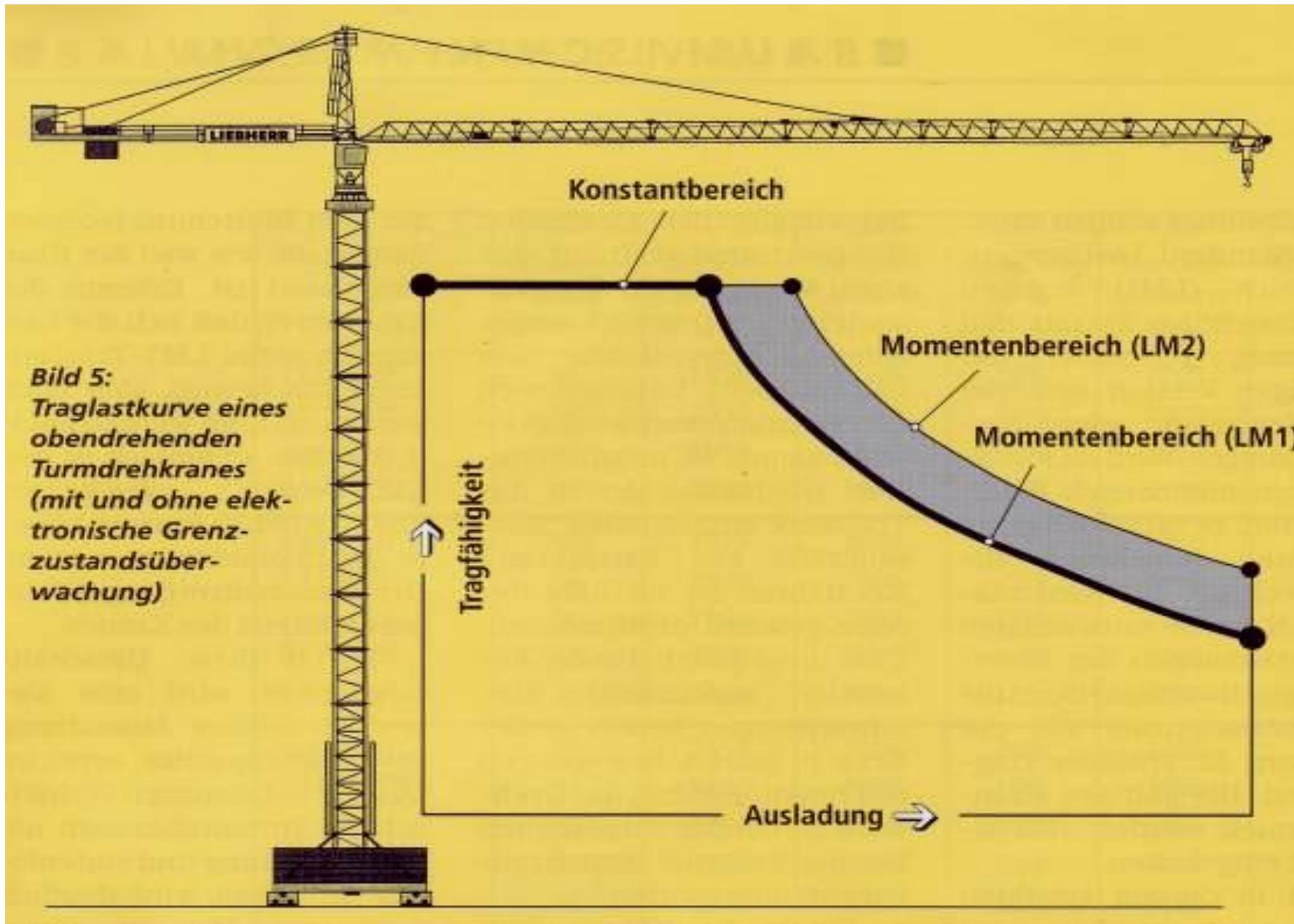
$$M_n = N * \ell = \text{const}$$

$$N = M_n / \ell (t)$$

$$N_{\min} = M_n / \ell_{\max} (t)$$

$$N_{\max} = M_n / \ell_{\min} (t)$$

- ℓ_{\max} ... najveća duljina dohvata kraka dizalice (m)
 - ℓ_{\min} ... najmanja duljina dohvata kraka dizalice (m)
-



Vrste kretanja tereta za dizalice s vodoravnom granom

□ samo uspravno kretanje tereta ili dizanjem ili spuštanjem

- kada dizalica miruje
- i kada oprema za prijenos tereta miruje u vodoravnom smislu
- (teret "ide" samo gore-dole po "vertikali")
 - (jednodimenzionalno kretanje tereta)

□ vodoravno kretanje tereta bez dizanja ili spuštanja u istom pravcu i/ili u istoj razini (istoj vodoravnoj ravnini)

- kada dizalica ili miruje ili se kreće
- i kada se oprema za prijenos tereta ili miruje ili se kreće vodoravno po grani dizalice u
- (teret se "kreće" u istoj vodoravnoj ravnini odnosno po istoj razini ili visini)
- (jednodimenzionalno i/ili plošno, dvodimenzionalno, kretanje tereta)

□ složeno kretanje tereta - kombinacija navedenih kretanja dizalice i opreme za prijenos tereta.

Vrste kretanja tereta za dizalice s kosom strijelom

□ Uvijek složeno kretanje tereta jer je kombinacija :

- mirovanja i/ili (bilo kojeg oblika) kretanja cjelokupne dizalice,
- mirovanja i/ili okretanja tornja dizalice,
- okretanja strijele dizalice (što je ustvari vodoravna “translacija” tereta)
- uspravnog kretanja (gore-dolje) opreme za prijenos tereta (dizanje i spuštanje tereta).

Proračun učinka rada toranjskih dizalica

U_p ... planirani ("praktički") satni učinak

U_t ... temeljni tehnički ("teorijski") satni učinak

n_c ... broj ciklusa koji dizalica napravi u vremenu (sat)

Q_c ... količina mogućeg učinka/tereta (količina učinka) po jednom radnom ciklusu dizalice

k_i ... koeficijenta ispravke "teorijskog" učinka ... $k_i = k_o * k_p = k_o$

k_p ... posebni koeficijent korekcije "teorijskog" učinka
 $k_p = 1,00$ (kod transportnih sredstva)

k_o ... opći koeficijent korekcije "teorijskog" učinka ... $k_o = k_{og} * k_{rv}$
 $k_o = k_{og} * k_{rv} * k_{ds}$

k_{og} ... koeficijent organizacije strojnog rada

k_{rv} ... koeficijent radnog vremena

k_{ds} ... koeficijent dotrajalosti strojeva

$k_{ds} = 1,00$ (kod transportnih sredstva, transportna sredstva ne mogu biti "dotrajala"
odnosno "nepouzdana")

<i>Očekivani uvjeti strojnog rada</i>	k_{og}
<i>jako dobri</i>	0,84
<i>dobri</i>	0,78
<i>uobičajeni</i>	0,72
<i>slabi</i>	0,63

<i>odlično korištenje radnog vremena</i>	$k_{rv} = 0,92$ (efektivni rad 55 minuta/sat)
<i>dobro korištenje radnog vremena</i>	$k_{rv} = 0,84$ (efektivni rad 50 minuta/sat)
<i>slabo korištenje radnog vremena</i>	$k_{rv} = 0,75$ (efektivni rad 45 minuta/sat)

Proračun učinka rada toranjskih dizalica

$$U_p = k_i * U_t \quad (\text{tona/sat, kom/sat, m}^3/\text{sat})$$

$$k_i = k_o = k_{og} * k_{rv}$$

$$U_t = n_c * Q_c \quad (\text{tona/sat})$$

$$n_c = T / t_c = 60 / t_c \quad (\text{ciklusa /sat})$$
$$T = 60 \quad (\text{min/sat})$$

$$t_c = t_p + t_{dt} + t_{ot} + t_{kt} + t_{st} + t_i + t_{dp} + t_{op} + t_{kp} + t_{sp} \quad (\text{minute})$$

Elementi vremena trajanja ciklusa

$t_p \oplus$... vrijeme punjenja posude sa teretom ili hvatanja tereta

$t_{dt} \uparrow$... vrijeme uspravnog dizanja tereta

$t_{ot} \cap$... vrijeme okretanja tereta (okretanje grane ili tornja dizalice sa teretom ili pod optrećenjem)

$t_{kt} \Rightarrow$... vrijeme vodoravnog kretanja tereta (kretanje tereta po grani)

$t_{st} \downarrow$... vrijeme uspravnog spuštanja tereta

$t_i \oslash$... vrijeme istovara ili otpuštanja tereta

$t_{dp} \uparrow$... vrijeme povratnog uspravnog dizanja opreme za prihvatu tereta ali bez tereta

$t_{op} \cup$... vrijeme povratnog okretanja (okretanje grane ili tornja dizalice)

$t_{kp} \leftarrow$... vrijeme vodoravnog povratnog kretanja opreme za prihvatu tereta ali bez tereta (kretanja po kraku)

$t_{sp} \downarrow$... vrijeme spuštanja opreme za prihvatu tereta ali bez tereta

Izračun kapaciteta dizalice

Q_c

- količina odnosno masa premještanog korisnog tereta po jednom radnom ciklusu (t_c) toranjske dizalice

$$\begin{aligned} Q_c &= (N / f_s) - P(t) \\ Q_{c,\min} &= [(N_{\min} / f_s) - P] \\ Q_{c,\max} &= [(N_{\max} / f_s) - P] \end{aligned}$$

N ... nosivost dizalice na nekom dijelu njezina kraka (t)

f_s koeficijent sigurnost dizalice u radu sa teretom pri kretanju

$f_s = 1,05$... dizalica se kao cjelina ne kreće u radu sa teretom

$f_s = 4,00$... dizalica se kao cjelina kreće u radu sa teretom

P ... masa opreme za prihvatanje tereta (t)

$Q_{c,\min}$... najmanja moguća masa tereta na krajinjem dohvatu toranjske dizalice (t)

$Q_{c,\max}$... najveća moguća masa tereta moguće prihvaćenog uz toranj dizalice (t)

N_{\min} ... najmanja nosivost na krajinjem dohvatu grane dizalice (t)

N_{\max} ... najveća nosivost dizalice uz toranj dizalice (t)

Primjer vremena trajanja prihvatanja i otpuštanja tereta

- prihvatanja (“utovara”, punjenja) “ $t_p \oplus$ ”
- “otpuštanja” (“istovara”, pražnjenja) “ $t_i \oslash$ ”

nekih tereta (gradiva, sklopova) kod rada toranjskih dizalica:

- vrijeme hvatanja (privezivanja) tereta (primjerice armature)
 - od 0,65 minute pa do 2 minute
- vrijeme otpuštanja (odvezivanja) tereta (primjerice armature)
 - od 0,5 minute pa do 1,0 minute
- vrijeme punjenja posude (“kible”) za beton je
 - od oko 1 minute pa do 1,5 minute
- vrijeme bočnog pražnjenje betona iz posude za beton u skučeni prostor (u skučenom prostoru)
 - od 0,65 minute pa do 0,8 minuta
- vrijeme pražnjenja betona neposredno ispod posude (na ravni široki prostor)
 - od 0,5 minute pa do 0,65 minuta.

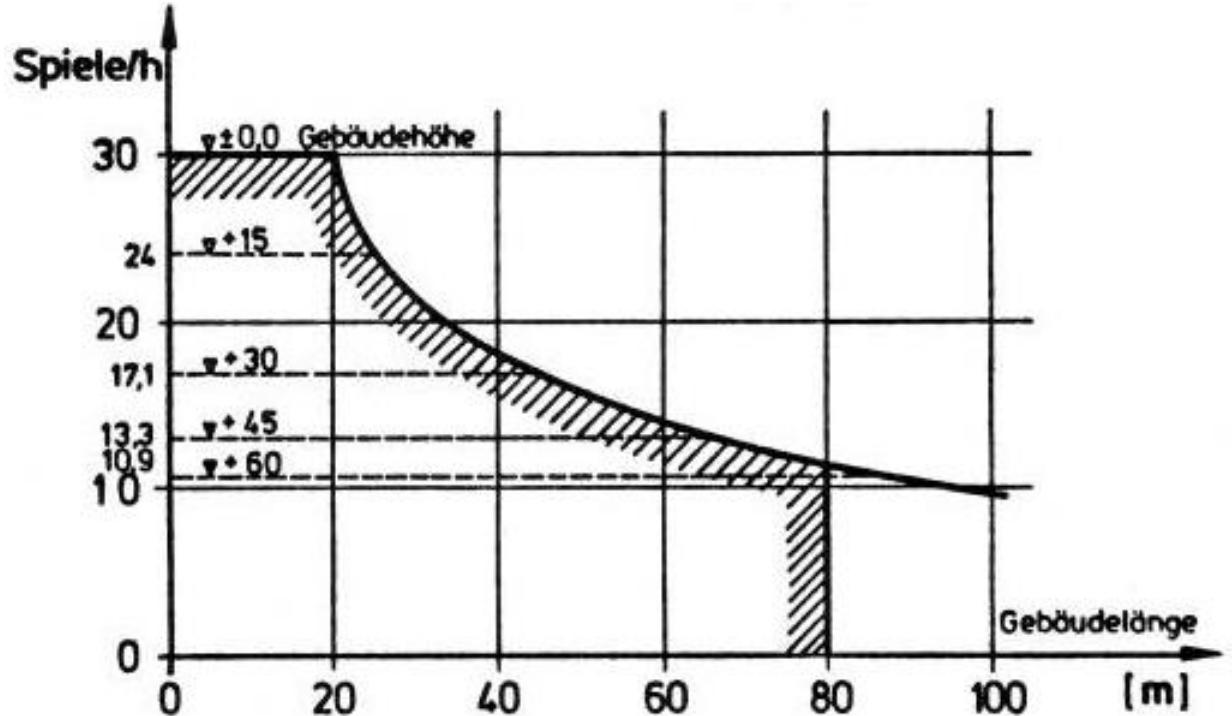
Proračun ukupnog vremena trajanja ciklusa dizalice

$$t_c = t_p + t_{dt} + t_{ot} + t_{kt} + t_{st} + t_i + t_{dp} + t_{op} + t_{kp} + t_{sp}$$

- vrijeme trajanja pojedinog zahvata =
$$\frac{\text{duljina putanje tereta (m) pojedinog zahvata}}{\text{brzina gibanja tereta na putanji pojedinog zahvata}}$$
- mora se uzeti u obzir usporednost i istovremenost izvedbe nekih zahvata i kretanja tereta
- ukupni radni ciklus dizalice čine oni zahvati i kretanja koji su najdulji po trajanju
- ostali kraći zahvati dešavaju se istovremeno sa tim duljim zahvatima - primjerice
 - u vremenu kretanja mačke sa teretom po vodoravnoj grani može provoditi istovremeno okretanje tornja ili grane dizalice te spuštanje tereta ili dizanje opreme za prihvatanje tereta
 - kretanje tereta po grani kraće od okretanja tornja ili dizanja odnosno spuštanja tereta
- istovremenost pojedinih zahvata ili kretanja mora biti prostorno moguća odnosno na bilo koji način neograničena.

Pojednostavljenje proračuna učinka toranjskih dizalica

- Može se pretpostaviti između 10 do 30 ciklusa na sat, ovisno o visini dizanja, masi tereta i horizontalnoj udaljenosti prijenosa.
- Očekivana trajanja ciklusa u odnosu na visinu i udaljenost
 - na +/- 0,0 m do 20 m oko 30 c/sat
 - na + 15,0 m do 25 m oko 24 c/sat
 - na + 30,0 m do 45 m oko 17 c/sat
 - na + 45,0 m do 65 m oko 13 c/sat
 - na + 60,0 m do 85 m oko 11 c/sat



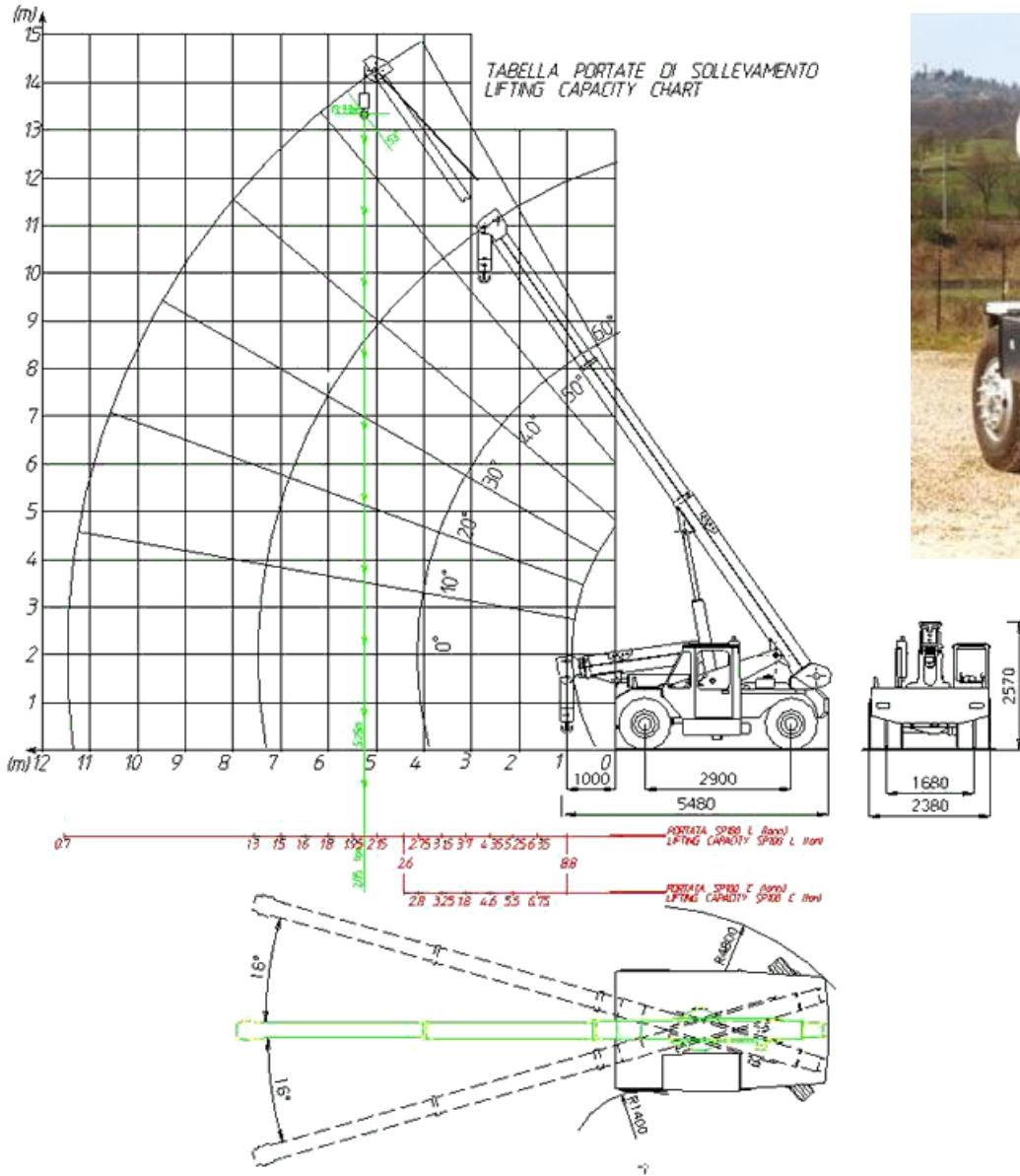
Autodizalice i bager-dizalice

Autodizalice – osnovna podjela

- ❑ Bager dizalice – podvozje bagera
- ❑ Autodizalice – kamionsko podvozje
 - toranjske autodizalice
 - autodizalice sa krutim krakom u obliku rešetke
 - krak se montira s drugom autodizalicom
 - autodizalice sa teleskopskim krakom
 - složene autodizalice

(“bager”) dizalice na kotačima





(“bager”) dizalice na kotačima

Bager dizalice na gusjenicama



Autodizalice

- Autodizalice nisu visokoučinkovite dizalice što se tiče broja ciklusa nego su to vrlo pokretljive dizalice visoke nosivosti (do nekoliko stotina tona) i velikog dohvata (do stotinu metara) za podizanje posebnih teških tereta ili elemenata prilikom izvedbi građevinskih montažerskih radova odnosno izvedbe montažnih građevina.
- Učinak se u načelu računa kao kod toranjskih dizalica

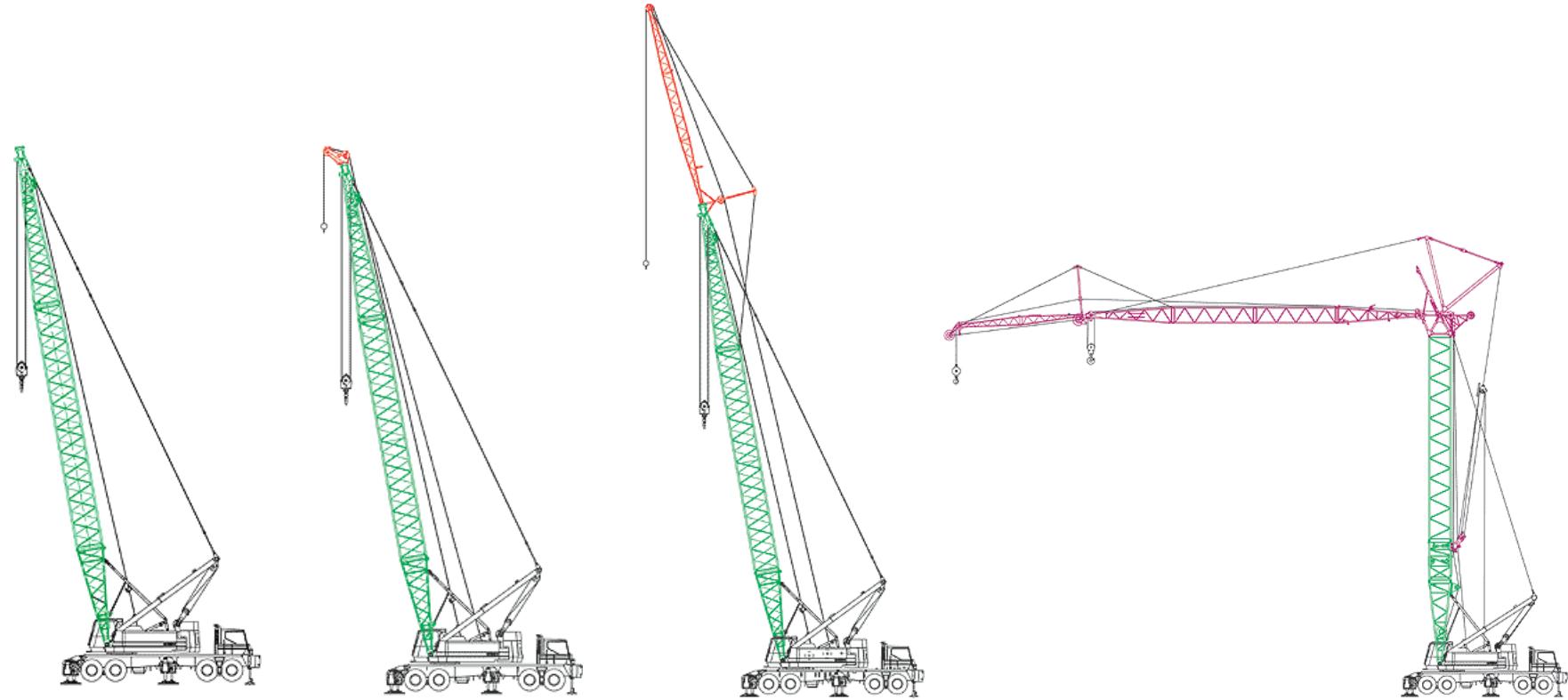
toranjske autodizalice





autodizalice sa teleskopskim krakom

autodizalice sa krutim krakom u obliku rešetke



**autodizalice sa
krutim krakom u
obliku rešetke**





26 10:29 AM



Osiguranje stopa autodizalica prije početka rada

Ostale dizalice i dizala

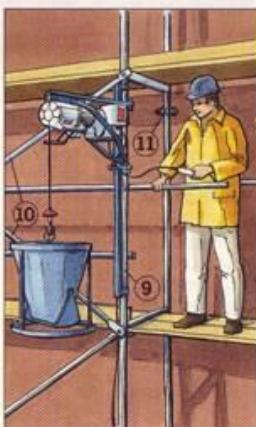


Vučena, pokretna, samomontažna toranjska dizalica

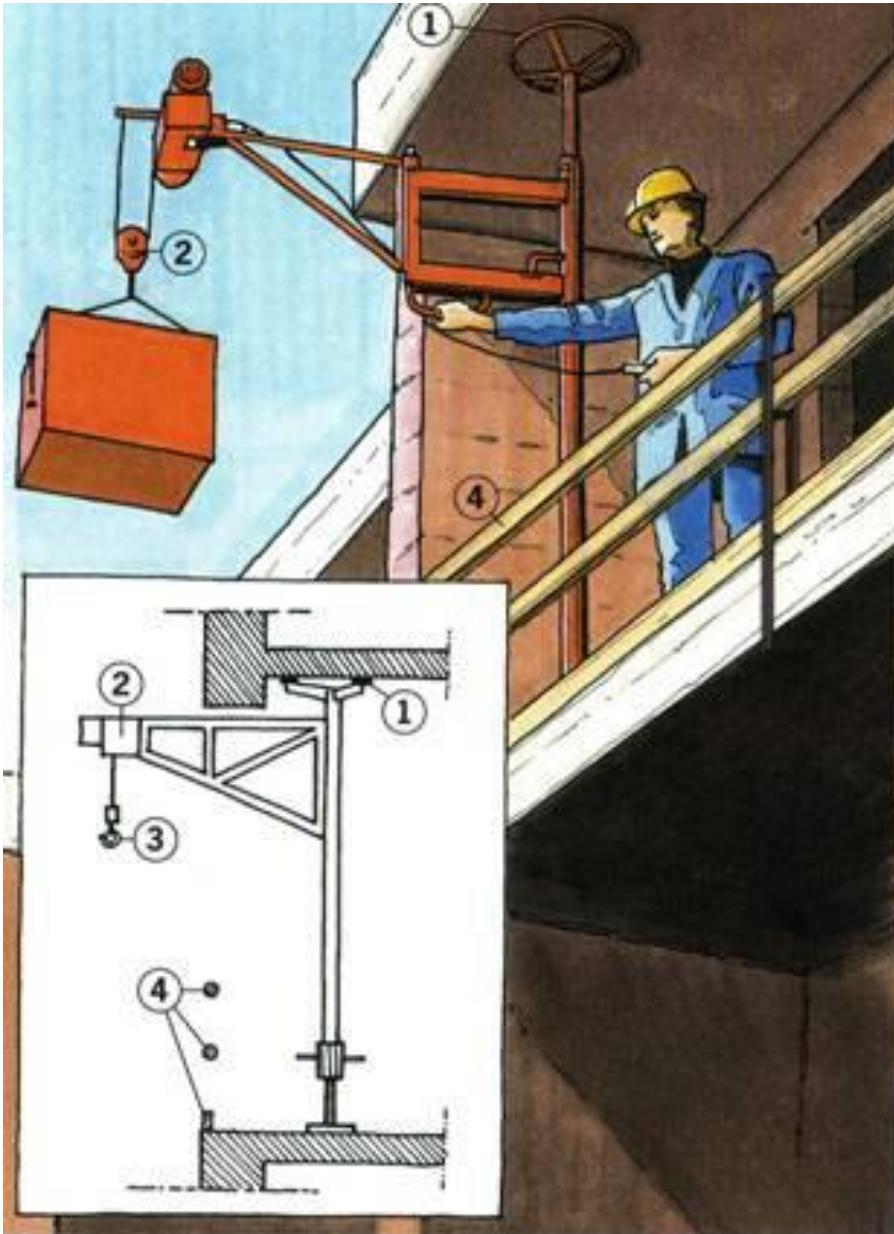
Prikladna za manje terete na manjim gradilištima i za gradilišta gdje je potrebno njeno često premještanje



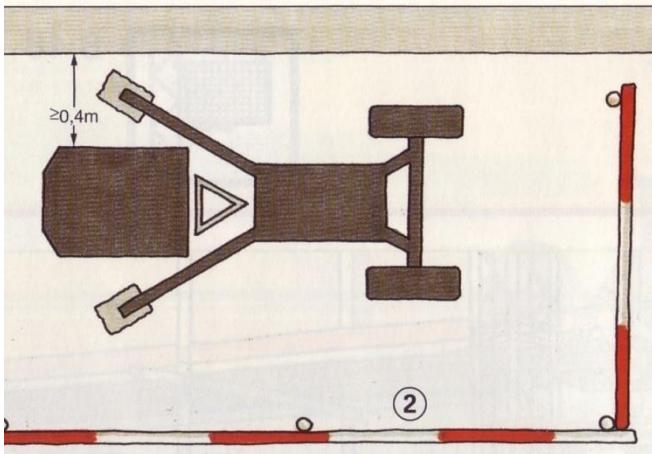
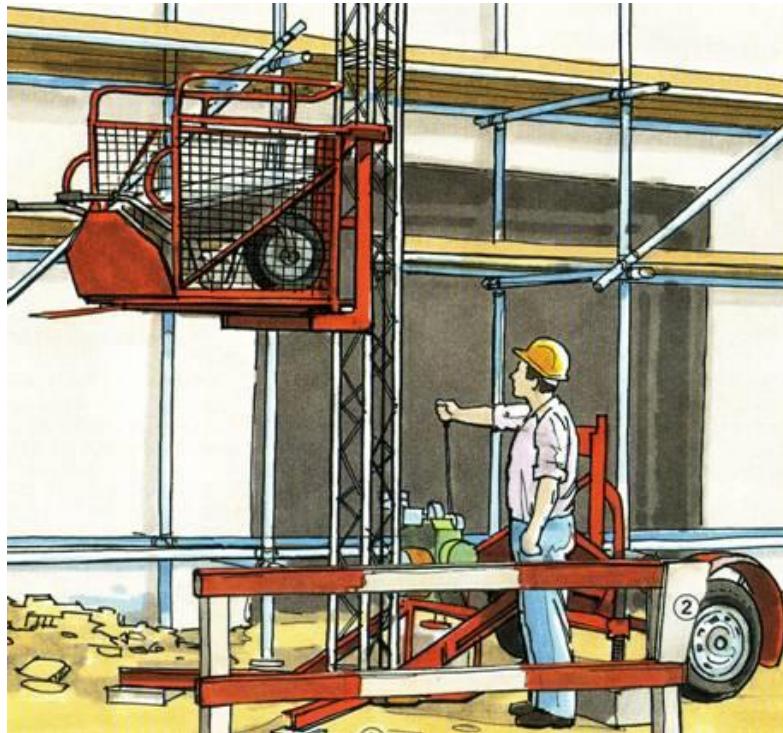
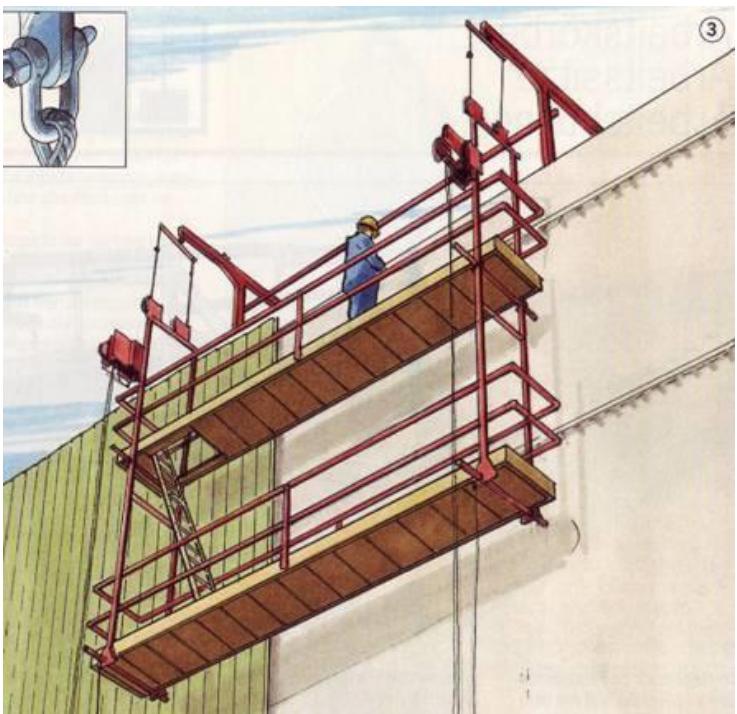
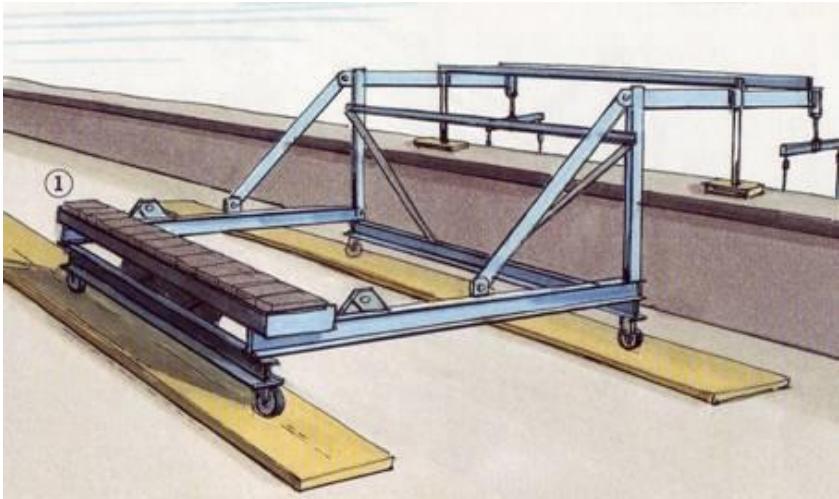
Fasadne dizalice na koloturu



Weitere Informationen:
BGV D7 „Bauaufzüge“
BGR 500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“



Pokretna dizalica na koloturu



Konzolna
dizalica na
koloturu



**transportna
sredstva pri
građenju – podizači
(liftovi) – podizači
(na krov)**

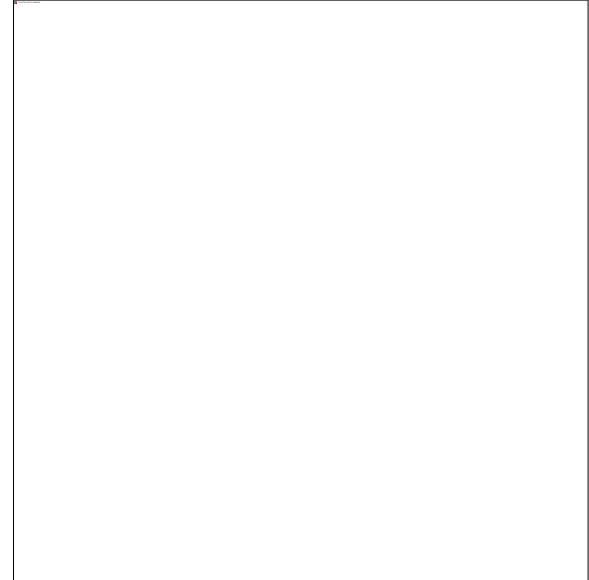
transportna sredstva pri građenju – podizači – podizna postolja



transportna sredstva pri građenju – podizači – liftovi

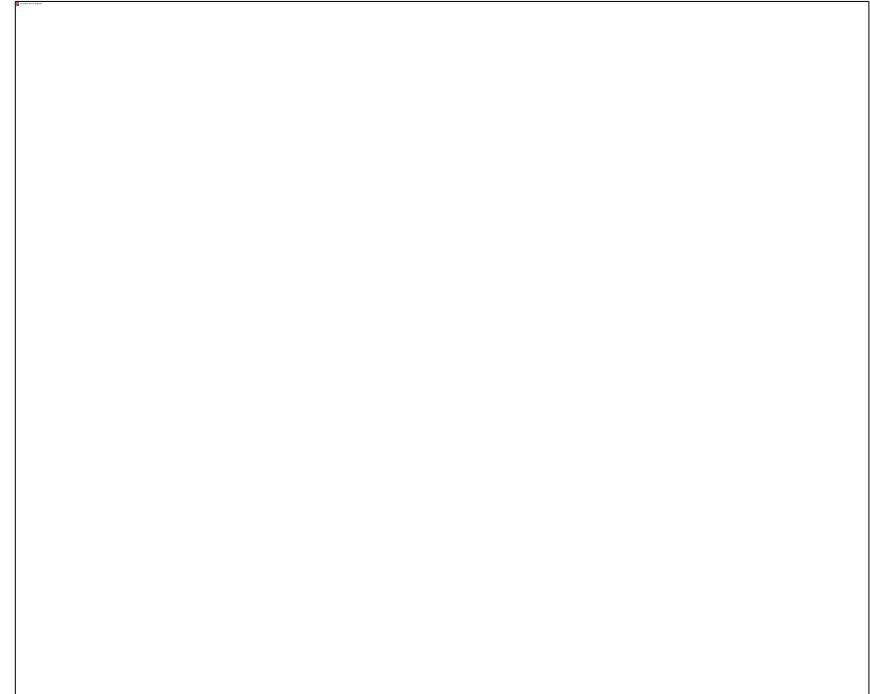


transportna sredstva na gradilištu – podizači – viličari



Teleskopski utovarivač (“telehandler”)

Ujedinjuje tehnička, tehnološka, logistička i prometna obilježja utovarivača na kotačima, viličara (podizača) i podiznog radnog postolja



Podizači – teleskopska postolja



Kamion sandučari s dizalicom



Kamionske teleskopske autodizalice

