

EHITUSE KASTIÜLESANNE

ÜLESANDE SISSEJUHATUS

Tänapäeva ehituses on kraana asendamatu tööriist. Kuid masin, mis suudab tõsta mitmeid tonne kõrgele ja kaugele peab ise olema väga hästi ehitatud. Siin uurime tornkraanat, mis koosneb vertikaalsest tornist ja horisontaalsest noolest.

Kraana ümber kukkumine võib tuua kaasa väga suuri kahjustusi nii inimestele kui asjadele ja hoonetele selle ümber. Seega esiteks peab kraana kindlasti püsti püsima.

Olukorra võib lihtsustada kahemõõtmeliseks ja öelda, et kraana raskuskese peab olema selle telje kohal (s.t jääma torni keskele).

$$F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$$

F_1 – vastukaalu tekitatav jõud (kN)

L_1 – vastukaalu kaugus teljest ehk jõuõlg (m)

L_2 – koormuse kaugus teljest ehk jõuõlg (m)

F_2 – koormuse tekitatav jõud (kN)

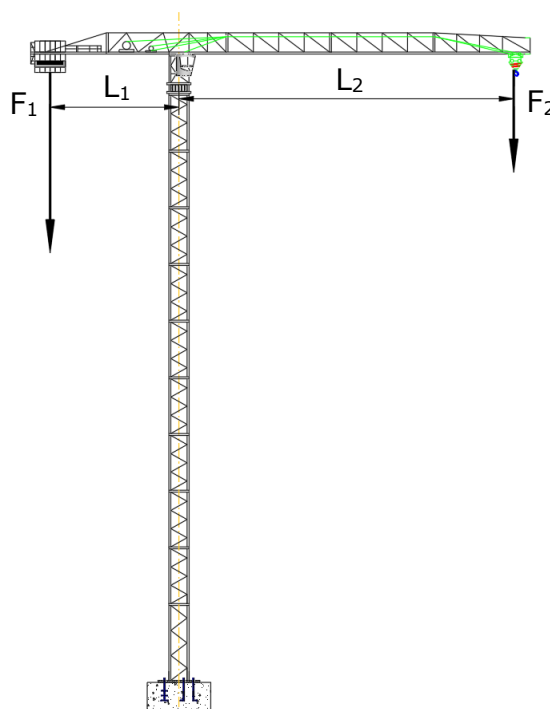
Kraana peab aga ka oma konstruktsiooni poolest olema piisavalt tugev, et sellist koormust vastu võtta. Et leida täpselt, kui tugev peab kraana olema, tuleks leida raskuste poolt tekitatav moment kraana noole erinevates punktides. Moment näidatakse alati mingi kindla asukoha kohta ning see näitab, kui tõhusalt koormused seda kohta painutada püüavad. Moment sõltub nii koormuse suuruselt kui ka sellest, kui kaugel uuritavast kohast see jõud mõjub – seda kaugust nimetatakse jõuõlaks.

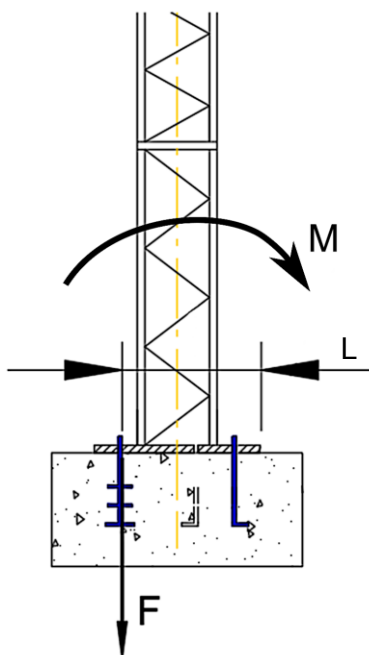
Meie näite puhul on momendi jaoks kriitiline punkt kraana torni ja noole ühenduskoht. Seal on moment kõige suurem. Tegelikult enne näidatud valemit kahel pool võrdusmärki ongi vastava jõu poolt tekitatav moment selles kriitilises punktis. Seega moment selles punktis on võrdne:

$$M = F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$$

Vastukaalu suurus pole võimalik muuta samamoodi nagu tõstetava koormuse kaugust, mistõttu pole tegelik koormuste poolt tekitatav moment kogu aeg null (iseegi mitte tavaliselt). See moment kandub mööda kraana torni maani edasi. Kraana kinni hoidmiseks peab torn olema kas maa külge ankurdatud (tornkraanad) või piisavalt suure toepinnaga, et kraana ümber ei kukuks (see tähendab, et raskuskese ei satuks tugede vahelt välja).

Kraana maa külge ankurdamise puhul üritab moment M (kNm) pöörata kraanat külili ning surub ühte tornijala külge vastu maad ja teist püüab üles tõsta. Üles tõstmist takistab aga polt ning hoiab torni maa küljes kinni. Et kraana ei kukuks, peab kõigi momentide summa torni jala servas olema 0.





Kui suurendada kaugust L (m), ehk suurendada torni jalust, siis väheneb kraana kinni hoidmiseks vajalik jõud F (kN).

KASTIS LEIDUVAD MATERJALID

- Laud, millele kraana toetada/kinnitada
 - Jäätisepulgad (100tk)
 - Segamispulgad (300 tk)
 - Nöör 2 meetrit
 - Veepudel 0,5 L (koormus)
 - Kuumliimi pulgad (20 tk)
 - „Möödulindi“ paber
-
- Kuumliimi püstol (tuleb reedel tagastada Maarika Pauna kabinetti)

OHUTUS

Kuumliimi püstol on läheb vooluvõrku ühendades otsast tuliseks, otsa katsudes võivad tekkida põletushaavad.

Kui jätta püstoli ots millegi vastu pikemaks ajaks, võib materjal muuta värvi, söestuda või lausa süttida.

Kuumliimipüstol tuleks ruumist lahkudes vooluvõrgust lahti ühendada, et vältida tulekahju tekkimise ohtu.

Kui kuumliimi püstolit mitme minuti jooksul liimimiseks ei kasutata, on parem see vooluvõrgust lahti ühendada (püstol kuumeneb seest ning võib tekkida lühis).

Kuumliim on vahetult pärast püstolist väljumist kuum.

Paberi serv on terav ning võib ettevaatamatul käsitsemisel põhjustada nahahaavu.

Puitmaterjali murdmisel võivad murdekohas püsti jääda lühemad või pikemad pinnud, mis võivad torgata läbi naha ja põhjustada valu.

Kastis leiduvad asjad ei sobi söögiks, välja arvatud vesi.

ÜLESANDE SISU

Ülesandeks on ehitada kraana, mis suudab üleval hoida veepudelit koos veega, raskuseks vähemalt 0,2 kg. Konstruktsiooni materjaliks on puidust jäätisepulgad ja segamispulgad, kraana trossiks nöör ja nende kinnitamiseks kuum liim. Vastukaalu jaoks võib ise valida sobivaid käepäraseid esemeid.

Nõuded kraanale:

- Kraana peab välja nägema nagu tornkraana, koosnedes vertikaalsest tornist ja horisontaalsest noolest.
- Kraana peab suutma ilma lagunemata kanda sellele asetatud koormust.
- Kraana kõrgus peab olema piisav, et riputatud koormus saaks vabalt rippuda – ei toetuks maha ega oleks kokkupuutes kraana muude detailidega peale „trossi“.
- Kraana ei tohi ümber kukkuda.

ÜLESANDE ESITAMINE

Oma kraana esitatakse hindamiseks video teel. Videos palume:

- rääkida Teie kraana tööpõhimõttest, kasutatud lahendustest ja miks just sellised valikud tehti
- mõõta kraana „tõstekaugus“ mõõdulindi või mõõdupaberiga abil (selles ka foto)
- näidata veepudeli mass kas kaalul või joonlaua ees pildistades näidata, mis nivoo on pudel täidetud (sellest ka foto)
- demonstreerida kraana toimivust

Esitada võib ühe või mitu videot ning. Videos ja fotodel võiks olla näha meeskonna nimi.

PUNKTIARVESTUS

Kokku on võimalik saada maksimaalselt 100 punkti. Punktid jaotuvad järgmiselt:

- Kraana välimus – kuni 10 p
- Kraana toimivus (suudab kanda ettenähtud koormust ega kuku kokku) – kuni 40 p
- Kraana tõstevõime – moodustatakse pingerida arvestades nii tõstekaugust kui kasutatud koormust, kuni 30 p
- Lahenduse ja teooria seos, põhjendatud valikute tegemine – kuni 20 p

MIS VEEL?

Kui kraana toimib, kuid ei ole stabiilne – püsib ehku peal püsti –, võidakse vähendada punkte kraana toimivuse arvelt.

Tornkraanast teistsuguste lahenduste kasutamist ei võeta arvesse mujal kui välimuse punktides.

Muude materjalide kasutamine pole keelatud, kuid nende kasutamise arvelt vähendatakse punkte lähtudes mõistlikkuse printsiibist. Kõik muud kasutatud materjalid tuleb selgelt esitleda.

Lahendamisel soovitame inspiratsiooni hankida päris kraanade lahendustest ning mõelda konstruktsiooni ehitades, millise kujuga detaili on lihtsam katki painutada ja millist raskem.

Kraana tornis ja kraana noole surutud osades on soovitatav kasutada jämedamaid jäätisepulkasid ning nendes osades, kus mõjuvad valdavalt tõmbejõud, peenemad pulkasid. Peenemad pulgad sobivad hästi ka diagonaalideks. Peenemaid pulkasid on võimalik vajadusel ühendada.

Kõige lihtsam kujupüsiv kujund on kolmnurk. Ka torn võib plaanil olla kolmnurkne.

Kui ülesande kohta tekib küsimusi, siis kirjuta rlembe@taltech.ee