

Sanni Piispa

Opas STACK-tehtävien laadintaan

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	3
2	STACK-LYHENTEITÄ	3
3	UUDEN TEHTÄVÄN LUOMINEN	4
4	TEHTÄVÄN PERUSTIEDOT	5
5	VASTAUSKENTTIEN MÄÄRITTELY.....	12
6	VASTAUSPUUT	16
7	ESIMERKKI TERÄSBETONIPALKIN PURISTUSRAUDOITUS	17
8	ESIMERKKI TERÄSBETONIPALKIN LEIKKAUSRAUDOITUS.....	29
9	ESIMERKKI MASSIIVILAATAN MITOITUS TAIVUTUKSELLE	39
	LÄHTEET.....	48

1 JOHDANTO

Tämän ohjeistuksen tarkoituksena on nopeuttaa ja helpottaa STACK-tehtävien luomista. Ohjeet ovat tehty suomenkielisen Learn-oppimisympäristön pohjalta. STACK-tehtävien luomiseen tarvitaan Learn-alustalla vähintään roolin ”opettaja” käyttöoikeudet.

2 STACK-LYHENTEITÄ

STACK-tehtävien kanssa noudatetaan järjestelmän mukaista kielioppia. Vastauksen syöttäminen muistuttaakin graafisen laskimen käyttämistä. Jos vastauksessa tarvitaan lukuja, tulee luvut syöttää tarkasti ja murtolukuina. Luku $\frac{3}{4}$ tulee syöttää muodossa (3/4) eikä 0.75. Jos tehtävässä käytetään liukulukuja (desimaalilukuja) erottimena käytetään pistettä (.) ei pilkkua. Pilkkua käytetään esimerkiksi lukujonoissa erottimena. Alla olevassa taulukossa on esitelty oikeaoppisia lausekkeita ja symboleita.

symboli/lauseke	STACK-syntaksi
pi	pi
e	e
i	i
potenssi	a^b
neliöjuuri	sqrt(x)
trigonometriset funktiot	sin(x), cos(x), tan(x)
logaritmit	log(x), exp(x), ln(x), log10(x)
kertolasku	*
vähennyslasku	-
Yhteenlasku	+
Jakolasku	/
$(5x + 3)(x^3 + 2)$	$(5 * x + 3) * (x^3 + 2)$
$\frac{4x - 2}{2^{x+3}}$	$(4 * x - 2)/(2^(x + 3))$
$(6x - 3)^{\frac{7}{x-2}}$	$(6 * x - 3)^(7/(x - 2))$

3 UUDEN TEHTÄVÄN LUOMINEN

STACK-tehtävän luominen aloitetaan valitsemalla Learn-työskentelyalustan oikeassa yläkulmassa olevissa hallintatyökaluissa painiketta **Kysymyspankki**, josta aukeaa seuraavanlainen valikko:

Kuva 1. Kysymyspankki

Valitaan tehtävän kategoria (yleensä oletus). Tässä mahdollista tarkastella myös jo luotuja kysymyksiä kategorioista. Täysin uuden kysymyksen luomiseksi painetaan **Luo uusi kysymys- painiketta**, josta avautuu alla oleva näkymä. Valitaan STACK-tehtävä ja painetaan Lisää-painiketta.

Kuva 2. Lisättävä kysymystyyppi

4 TEHTÄVÄN PERUSTIEDOT

Ensimmäisenä uutta STACK-tehtävää luodessa syötetään tehtävän perustiedot varattuihin kenttiin, joita ovat:

- kysymyksen nimi
- kysymysteksti
- oletuspisteet
- rangaistus

Pakolliset tiedot ovat merkitty punaisella tähdellä. Oletuspisteet ja rangaistus ovat oletusarvoja, eikä näitä yleensä tarvitse muuttaa.

Kysymyksen nimi

Kysymyksen nimen voi itse valita vapaasti. Nimen valitsemisen jälkeen kysymys syötetään kysymysteksti kenttään.

Kysymyksen muuttujat

Tehtävän satunnaistamiseksi täytetään kohta **Kysymyksen muuttujat**. Satunnaistettujen kertoimien avulla samasta tehtävästä on mahdollista luoda lukuisia tehtävävariantteja. Kysymyksen muuttujien määrittämisen lisäksi tässä kentässä voidaan suorittaa tarvittava laskenta oikeaa ratkaisua varten. Alla olevassa kuvassa on esitetty esimerkki **kysymyksen muuttujat**-kohdassa olevista muuttujista, laskun ratkaisukaavasta sekä opettajan mallivastauksesta. Jokainen komento on kuvanmukaisesti päätettävä ";"-merkkiin.

```

h: 280;
Med : rand_with_step(38,39,0.1);
n: 1.0;
fcd: 17;
fyd: 435;
b: 1000;
d1:d-4;

d: (h-30)-((1.1*10)/2);
d: decimalplaces(d,0);
ta1: d;

```

Kuva 3. Kysymyksen muuttujat

h: 280; tarkoittaa laatan korkeutta.

Med: rand_with_step(38,39,0.1); tarkoittaa mitoitusmomenttia reunakentässä, jonka arvo määräytyy satunnaisesti väliltä 38 ja 39 0.1 desimaalin tarkkuudella. rand_with_step viittaa siihen, että satunnaistettu lukuarvo määräytyy tietyn askelman välein, joka on tässä tehtävässä 0.1.

n: 1.0; viittaa lujuusarvoon $\eta = 1.0$.

fcd: 17; tarkoittaa betonin puristuslujuuden mitoitusarvoa, jolle on määritelty arvo 17. Tällöin kirjoittaessa kaavaan "fcd" STACK-järjestelmä ymmärtää sen tarkoittavan arvoa 17.

fyd: 435; tarkoittaa raudituksen laskentalujuutta. Kuten aiemmissakin kohdissa, STACK-järjestelmä ymmärtää automaattisesti "fyd" yhdistelmästä sen tarkoittavan lukuarvoa 435.

b:1000; viittaa laatan leveyteen.

Kaava d: (h-30) -((1.1*10) /2); viittaa tehollisen korkeuden kaavaan

$$d = h - c_{nom} - \frac{1.1\Phi}{2}$$

d: decimalplaces(d,0); pystytään määrittelemään halutun vastauksen tarkkuus. (d,0) tarkoittaa sitä, ettei halutussa vastauksessa ole liukulukuja (desimaaleja), vaan vastaus annetaan kokonaislukuna.

ta1: d; tarkoittaa opettajan antamaa malliratkaisua, eli tällä viitataan lausekkeen d: (h-30)-((1.1*10)/2); avulla saatavaan vastaukseen, jonka vastaus on siis tehtävässä haluttu lukuarvo.

Kysymysryhmä

Normaalisti tämä kohta pidetään tyhjänä. Jos halutaan kahden tenttikysymyksen käyttävän samaa satunnaislukugeneraattorin siementä, kirjoitetaan tähän kenttään sama merkkijono molemmille kysymyksille.

Kysymysteksti

Kysymysteksti-kohtaan kirjoitetaan tehtävänanto. **Kysymysteksti**-kohdassa on automaattisesti syötekentän opiskelijan antamalle vastaukselle määräävä komento [[input:ans1]]. Syötekentän voi sijoittaa tehtävänannossa vapaasti. Vastauskenttäkomentoja voi monistaa tehtävänantoon halutun määrän muuttamalla vastaustunnusta esim., ans2, ans3, jne. Kysymysteksti-kohdassa on valmiina myös komento [[validation:ans1]], joka luo kysymyksen yhteyteen validointikentän, josta opiskelija näkee, kuinka STACK-järjestelmä on tulkinut

vastauskenttään annetun vastauksen. Jokaista vastaustunnusta ([[input:ans1]]) kohden täytyy olla myös vastaava validointikomento [[validation:ans1]].

Myös vastauspuussa käytettävän komennon [[feedback:prt4]] voi sijoittaa kysymystekstiin nähtäville. Komennot voi sijoittaa peräkkäin seuraavanlaisesti: [[input:ans4]] [[validation:ans4]][[feedback:prt4]]. Tämän komennon avulla vastaukselle saadaan siis luotua vastauspuu, jossa vastauksen tarkistus käsitellään. Tämä komento on mahdollista sijoittaa myös **erityinen palaute**-kohdassa.

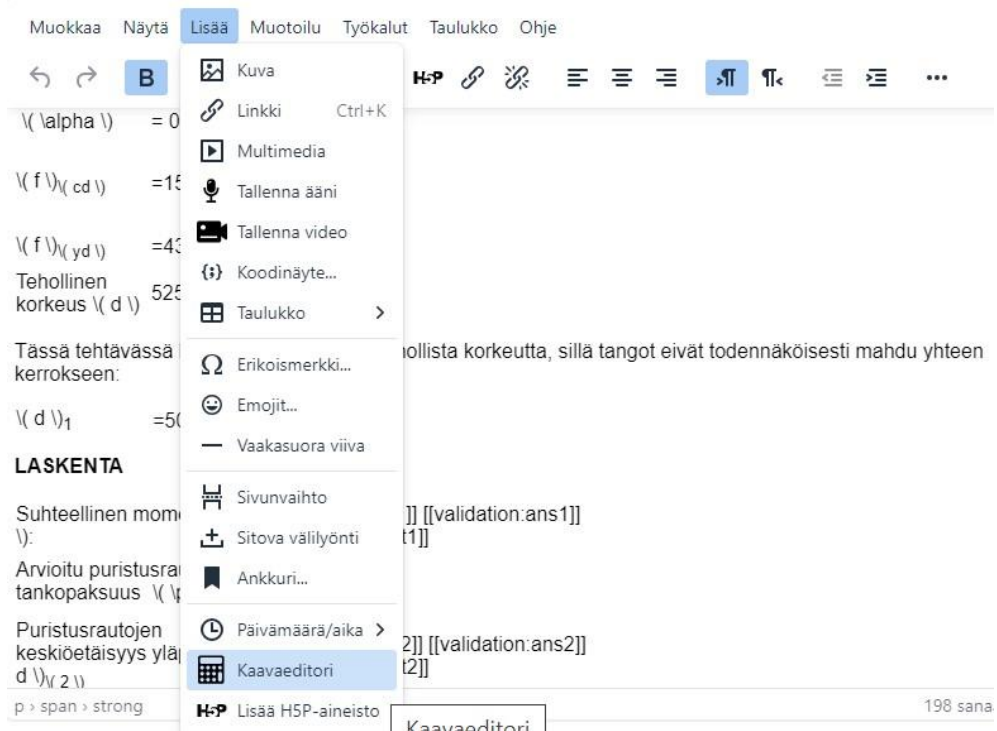
Kysymyksen muuttujat-kohdassa esitetty muuttuva arvo on mahdollista saada näkyviin valmiissa tehtävässä esittämällä se **kysymysteksti**-kohdassa seuraavanlaisesti: {**@Med@**}.

Valmiissa tehtävässä teksti näkyy seuraavanlaisena:

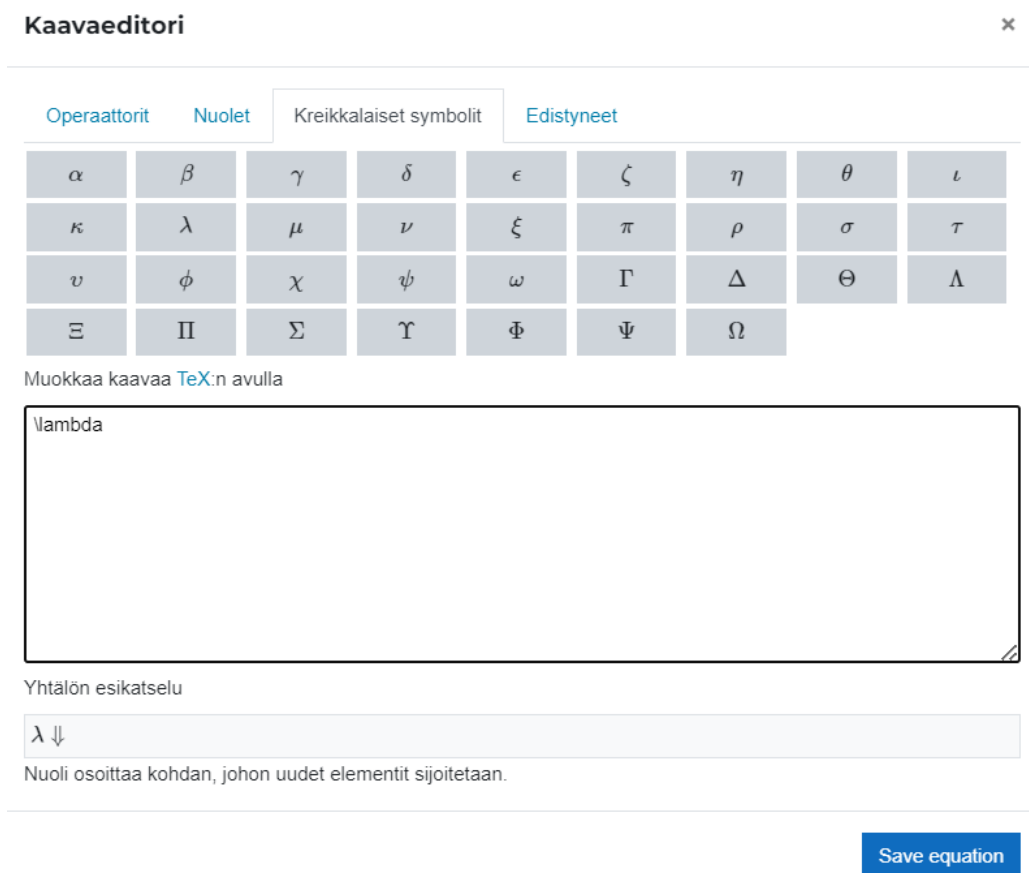
Mitoitusmomentti reunakentässä: $M_{Ed} = 38.9 \text{ kNm}$

Kuva 4. Muuttuja valmiissa tehtävässä

STACK-tehtävän **kysymysteksti**-kohtaan on mahdollista kirjoittaa erikoismerkkejä, jotta tehtävänannossa olevat luvut saadaan samalla fontilla, kuin satunnaistetun muuttuvat arvot. Kirjoittamalla lähtöarvot kaavaeditorin avulla oppilas ei välttämättä pysty havaitsemaan mitkä arvoista ovat satunnaistettuja ja mitkä vakioita. Kysymysteksti kentän yläosasta löytyy kohta lisää, josta valitaan kaavaeditori.



Kuva 5. Kaavaeditori



Kuva 6. Kaavaeditorin käyttö

Kaavaeditorin avulla saadaan kirjoitetuksi yleisimmät symbolit. Esimerkiksi "λ"-symboli saadaan näkyville kysymystekstissä \lambda-tekstin avulla. Valkoiseen tekstikenttään on myös mahdollista kirjoittaa omaa tekstiä. Kaavaeditori lisää $(\)$ merkit halutun tekstin ympärille alla olevan kuvan mukaisesti.

Lujuusarvot:

$$\lambda = 0,80$$

$$\eta = 1,0$$

$$\alpha = 0,85$$

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

$$\text{Mitoitusmomentti reunakentässä: } M_{Ed} = \{ @Med@ \} \text{ kNm}$$

Kuva 7. Lähtöarvot kaavaeditorilla kirjoitettuna

Valmiissa tehtävässä arvot näyttävät tältä:

Lujuusarvot:

$$\lambda = 0,80$$

$$\eta = 1,0$$

$$\alpha = 0,85$$

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

$$\text{Mitoitusmomentti reunakentässä: } M_{Ed} = 38,9 \text{ kNm}$$

Kuva 8. Lujuusarvot valmiissa tehtävässä

Kuvat ja taulukot STACK-tehtävässä

STACK-tehtäviin voi lisätä kuvia ja taulukoita esimerkiksi kysymysteksteihin, palautteeseen sekä malliratkaisuihin.

Kuvia voi lisätä yläpalkissa olevasta kuva valikosta, jolloin kuvaan on mahdollista laittaa myös kuvaus, mitä kuvassa on siltä varalta, ettei kuva näy joillekin opiskelijoille. Kuvien lisääminen copy+paste tyylillä onnistuu myös.

Kuvan ominaisuudet x

Lisää url-osoite

Selaa arkistoja...

Kuuaile tätä kuvaa henkilölle, joka ei voi nähdä sitä

0/125

Tämä kuva on vain koristeellinen

Koko

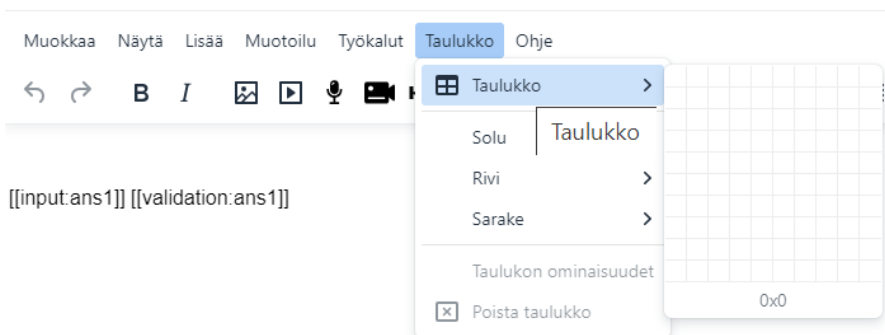
x
 Automaattinen koko

Tasaus Ylös

Tallenna kuva
Peruuta

Kuva 9. Kuvan lisääminen STACK-tehtävään

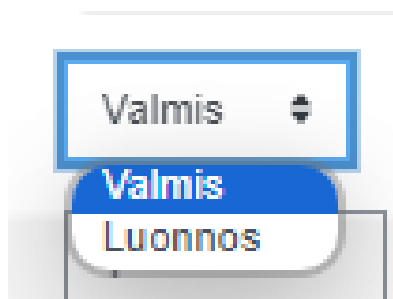
STACK-tehtävien ulkonäön siistimiseksi esimerkiksi käytettäessä monia vastaus- ja validointikenttiä on suositeltavaa käyttää taulukoita. Taulukoita pystyy lisäämään kysymysteksti- kohdan yläpalkista. Tehtävän asettelun onnistuttua halutulla tavalla voi taulukon asetuksista reunaviivojen paksuuden muuttaa arvoksi 0, jolloin reunaviivat eivät näy valmiissa tehtävässä. Tämän liitteen lopussa olevissa esimerkkitehtävissä taulukot on jätetty näkyville havainnollistamiseksi.



Kuva 10. Taulukon lisääminen

Kysymyksen tila

Kysymyksen tila kohdan alas veto-valikosta voi valita onko tehtävä valmis vai luonnos.



Kuva 11. Kysymyksen tila

Oletuspisteet

Oletuspisteitä ei yleensä tarvitse muuttaa. Tehtävästä saatavat pisteet on mahdollista määritellä myös tenttiä laadittaessa.

Eriytyinen palaute

Eriytyinen palaute- kenttä sisältää automaattisesti yhden vastauspuun tuottamat palautteet. Palaute saadaan esille komennon `[[feedback:prt1]]` avulla. Jokaiselle vastauskentälle kannattaa luoda oma vastauspuunsa, jos mahdollista. Jos vastauspuita on useita, palautteiden sijoittaminen kannattaa tehdä kysymystekstin joukkoon. Tämä komento mahdollista sisällyttää myös kysymystekstin sekaan **kysymysteksti-** kohdan mukaisesti.

Rangaistus

Tämä kohta täytetään tenttiä luodessa, jossa määritellään suorituspisteiden väheneminen yrityskertojen jälkeen, silloin kun kysymys on tyyppiä **mukautuvat kysymykset**.

Yleinen palaute

Tässä kentässä esitetään koko tehtävää koskevaa yleistä palautetta esimerkiksi malliratkaisu.

Tehtävän erotteluteksti

Tämän kentän tarkoituksena on yksilöidä satunnaisesti muuttuvien tehtävien myöhempää tarkastelua varten. Tässä esimerkissä kenttä näyttää tältä:

MEd={@MEd@}

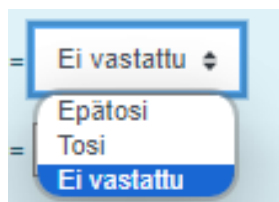
5 VASTAUSKENTTIEN MÄÄRITTELY

Vastauksen tyyppi

Vastauksen tyyppi vaihtoehtoja ovat:

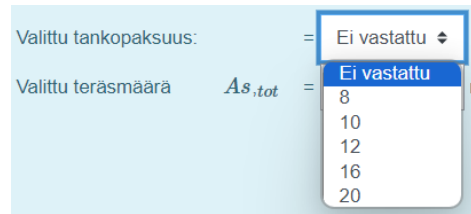
- Algebrallinen lauseke, jota käytetään käsitellessä matemaattisia lausekkeita tai lukuja.
- Ekvivalenssiperustelu luo vastauskentäksi tekstialueen, johon voi kirjoittaa esimerkiksi yhtälöitä. Ekvivalenssiperustelulle on arviointia määriteltäessä omat tarkistusmenetelmät (Korhonen, 2021).
- Lukuarvo, jos vastaus on pelkkä lukuarvo. Tämä vastaustyyppi huomioi vastauksen tarkkuutta arvioidessa nollat desimaaliesityksen lopussa.
- Matriisi luo vastauksen matriisiin alkioille oman kentän.
- Merkkijono valitaan, jos vastauksen halutaan olevan tekstiä.
- Muistiinpanot tyyppiä ei arvioida automaattisesti. Vastausvaihtoehto luo tekstikentän, johon voi vapaasti kirjoittaa muistiinpanoja.
- Tekstialue valitaan, jos halutaan useita yhtälöitä vastaukseen.
- Yksiköt vastausvaihtoehto valitaan, jos vastaukseen halutaan yksikkö mukaan. Tässä vaihtoehdossa STACK-järjestelmä ymmärtää yksiköt samaksi eri etuliitteiden kanssa esimerkiksi 2000 g ja 2 kg tulkitaan samaksi.
- Yksittäinen merkki valinta sallii vastaukseksi yhden merkin. Tämän vastaustyyppin avulla pystytään toteuttaa myös monivalintatehtäviä.
- Monivalinnat ja väittämät: käytetään vaihtoehtoja Oikein/väärin, Pudotusvalikko, Radio tai Valintaruutu. Näitä vaihtoehtoja käytettäessä kysymyksen muuttujat kohdassa tehtävä esitetään esimerkiksi: tankopaksuus: `[[8,false,"8"],[10,true,"10"],[12,false,"12"],[16,false,"16"],[20,false,"20"]]`; jossa on määritelty oikean tankopaksuuden valinta. Alla olevissa kuvissa on havainnollistettu vaihtoehtoja:

- Oikein/väärin



Kuva 12. oikein/väärin

- Pudotusvalikko



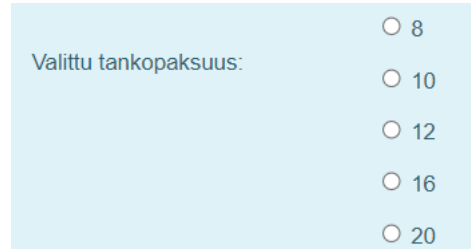
Valittu tankopaksuus: = Ei vastattu ▾

Valittu teräsmäärä *As,tot* = Ei vastattu

- 8
- 10
- 12
- 16
- 20

Kuva 13. Pudotusvalikko

- Radio

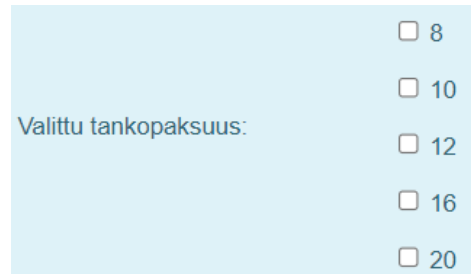


Valittu tankopaksuus:

- 8
- 10
- 12
- 16
- 20

Kuva 14. Radio

- Valintaruutu



Valittu tankopaksuus:

- 8
- 10
- 12
- 16
- 20

Kuva 15. Valintaruutu

Mallivastaus

Mallivastaus kohtaan syötetään kyseistä vastauskenttää vastaava oikea, opettajan määräämä ratkaisu, joka on nimetty esimerkiksi "ta1". Opettajan mallivastauksen nimen saa itse valita, mutta selkeyden vuoksi nimi kannattaa valita lyhyeksi. Tällä viitataan **kysymyksen muuttujat** – kohdassa esitettyyn opettajan mallivastaukseen.

```
d: (h-30)-((1.1*10)/2);
d: decimalplaces(d,0);
ta1: d;
```

Kuva 16. Opettajan mallivastaus

VASTAUS: ANS1

Vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Lukuarvo"/>
Mallivastaus	<input type="text" value="ta1"/>
Vastauskentän pituus	<input type="text" value="8"/>
Lisätäänkö tähdet	<input type="text" value="Älä lisää tähtiä"/>
Syntaksivihje	<input type="text"/>
Syntaksivihjeen tyyppi	<input type="text" value="Muokattava arvo"/>
Kielletyt merkkijonot	<input type="text"/>
Sallitut sanat	<input type="text"/>
Liukuluvut kielletään	<input type="text" value="Ei"/>
Vaaditaanko supistettu muoto	<input type="text" value="Ei"/>
Tarkista vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Ei"/>
Esikatselu	<input type="text" value="Kyllä"/>
Näytä validointi	<input type="text" value="Kyllä, muuttujalistan kanssa"/>
Lisämääritykset	<input type="text"/>

Kuva 17. vastaus: ANS1

Vastauskentän pituus

Tämän komennon avulla säädetään kysymystekstin vastauskentän pituutta. Lyhyille vastauksille riittää oletuspituus 5. Vastauskentän pituutta voi muuttaa myös tehtävän siistimiseksi esimerkiksi pudotusvalikkoja sisältävissä kysymyksissä muiden vastauskenttien kannattaa olla samankokoisia (yleensä pituus 8 on riittävä).

Lisätäänkö tähdet

Lisätäänkö tähdet -valinnalla voi vaikuttaa siihen, pyrkiikö järjestelmä lisäämään puuttuvia kertomerkkejä (*) opiskelijan antamaan vastaukseen. Esimerkiksi $2x$, muuttuu muotoon $2*x$, jolloin Maxima-ohjelmisto ymmärtää laskun kertolaskuna.

Syntaksivihje

Tämän kentän avulla on mahdollista antaa opiskelijalle vihje siitä, miten tai missä muodossa vastaus kuuluu antaa. Vihje näkyy syötekentässä, kunnes opiskelija on syöttänyt kenttään oman vastauksensa. Jos opiskelija jättää vastaamatta kysymykseen, järjestelmä ymmärtää syntaksivihjeen vastauksena.

Syntaksivihjeen tyyppi

Tämän kohdan avulla määritellään, miten annettu vihje käyttäytyy: onko vihje esimerkiksi muokattavissa oleva arvo vai katoaako teksti vastauksen syöttämisen alkaessa.

Kielletyt merkkijonot

Tätä kohtaa tarvitsee esimerkiksi laskettaessa lausekkeen itseisarvoa. Tässä kohdassa on mahdollista asettaa rajoituksia opiskelijan vastaukselle.

Sallitut sanat

Tätä kenttää ei yleensä tarvitse muuttaa. Mikäli opiskelijoille halutaan sallia esimerkiksi useamman kuin yhden merkin pituiset muuttujat se onnistuu tämän kentän avulla. Muuten järjestelmä ei niitä hyväksy.

Liukuluvut kielletään

Tämän avulla määritellään, onko desimaaliluvut kiellettyjä vastauksessa. Lisäämällä **kysymyksen muuttujat** - kohtaan lauseen `d: decimalplaces(d,0)`; saadaan määriteltyä, kuinka monen desimaalin tarkkuudella vastaus halutaan antaa.

Vaaditaanko supistettu muoto

Jos vastauksesta halutaan supistettu muoto, tulee tämä valinta pitää päällä.

Tarkista vastauksen tyyppi

Tällä valinnalla voidaan suoraan hylätä väärän tyyppiset vastaukset esimerkiksi lausekkeet, jos vastaukseksi haluttiin matriisi. Tätä kenttää ei yleensä tarvitse muuttaa.

Esikatselu

Kannattaa pitää päällä tai opiskelija ei näe järjestelmän tulkintaa omasta vastauksestaan. Monivalinta- ja Oikein/väärin- tehtävissä esikatselu voi olla pois päältä.

Näytä validointi

Tätäkin valintaa ei ole yleensä tarpeen muuttaa. Jos validointi kytketään kokonaan pois päältä, opiskelija ei näe järjestelmän tulkintaa omasta vastauk-

sestaan. Jos pelkästään muuttujalista kytketään pois päältä, opiskelija ei näe, mitä merkkejä järjestelmä tulkitsee muuttujiksi.

Lisämääritykset

Ei tarvitse yleensä muuttaa.

6 VASTAUSPUUT

Opiskelijan vastausten arviointi suoritetaan niin sanottujen vastauspuiden avulla. Vastauspuussa edetään solmusta toiseen riippuen opiskelijan vastausten oikeellisuudesta.

Solmuilla tarkoitetaan vastauspuun kohtia, joissa verrataan opiskelijan vastausta opettajan määrittelemään vastaukseen. Solmun kenttään "SAns" syötetään opiskelijan antama vastaus "ans1" ja kenttään "TAns" opettajan määrittelemä vastaus "ta1" (tai omavalintainen opettajanvastauksennimi, kuitenkin sama kuin mallivastauksessa ja kysymyksen muuttujat kohdassa). Jokaiselle tehtävälle kannattaa luoda oma vastauspuunsa, jossa vastaukset käsitellään. Alla olevassa kuvassa kuva valmiista vastauspuusta:

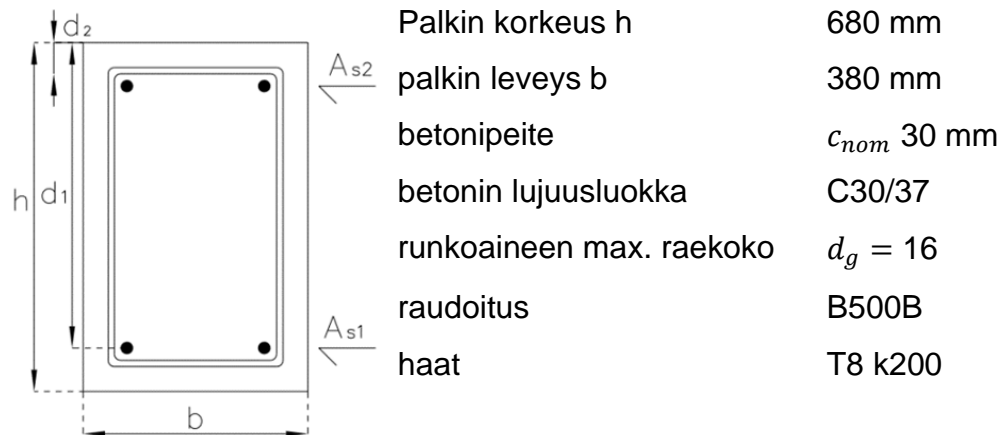
The screenshot displays a question titled "VASTAUSPUU: PRT1" with a value of 1. The question text is empty. Below the question, there are two answer options:

- Solmu 1**: Correct answer. The question text is "Solmu 1, jos vastaus on oikein". The answer text is "Solmun 1 palaute, jos vastaus on oikein". The score is 1 point.
- Solmu 1**: Incorrect answer. The question text is "Solmu 1, jos vastaus on väärin". The answer text is "Solmun 1 palaute, jos vastaus on väärin". The score is 0 points.

The interface includes a rich text editor for the answer text and a toolbar with various editing tools. The question is identified as "1. ATAlgEquiv(ans1,ta1)" and is part of a test "prt1-1-Tprt1-1-F".

Kuva 18. Vastauspuu

7 ESIMERKKI TERÄSBETONIPALKIN PURISTUSRAUDOITUS



materiaaliosavarmuusluvut $\gamma_c = 1,50$; $\gamma_s = 1,15$

Lujuusarvot:

$$\lambda = 0,80$$

$$\eta = 1,0$$

$$a_{cc} = 0,85; a_{ct} = 1,0$$

$$\text{Betonin lujuus} = f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

Betonin puristuslujuuden mitoitusarvo

$$f_{cd} = a_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \times \frac{30 \text{ MPa}}{1,5} = 17 \text{ MPa}$$

Raudoituksen laskentalujuus

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

Mitoitetaan suorakaidepalkin taivutusraudoitus, kun

$$\text{mitoitusmomentti } M_{Ed} = 950 \text{ kNm}$$

Ratkaisu

Poikkileikkaussuureet:

Arvioidaan tankopaksuus: vetoraudoitus 32 mm

Tehollinen korkeus

$$d_1 = h - c_{nom} - 1.1\phi_h - \frac{1.1\phi_1}{2}$$

$$d_1 = 680 \text{ mm} - 30 \text{ mm} - 1.1 \times 8 \text{ mm} - \frac{1.1 \times 32 \text{ mm}}{2} = 624 \text{ mm}$$

Valitaan pienempi tehollinen korkeus, sillä tangot eivät todennäköisesti mahdu yhteen kerrokseen:

$$d_1 = 600 \text{ mm}$$

Mitoitus:

suhteellinen momentti

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{bd^2\eta f_{cd}} = \frac{0.950 \text{ MNm}}{0.380 \text{ m} \times (0.60 \text{ m})^2 \times 1.0 \times 17 \left(\text{M} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)} = 0.408 > \mu_{bd} = 0.372$$

Valittu poikkileikkaus ei kestä pelkällä vetoraidoituksella. Vaihtoehdot tämän poikkileikkauksen käyttämiseksi:

- betonin lujuuden lisääminen
- puristusraidoituksen käyttö
- ➔ Valitaan puristusraidoituksen käyttö.

Arvioidaan puristusraidoituksen tankopaksuus = 25 mm

Puristusraidojen keskiöetäisyys yläpinnasta:

$$d_2 = c_{nom} + 1.1\phi_h + \frac{1.1\phi_2}{2}$$

$$d_2 = 30 \text{ mm} + 1.1 \times 8 \text{ mm} + \frac{1.1 \times 25 \text{ mm}}{2} = 52.5 \text{ mm}$$

Betonin puristusvyöhykkeellä otettava momentti:

$$M_{Rd,c} = \mu_{bd} b d_1^2 \eta f_{cd}$$

$$= 0.372 \times 380 \text{ mm} \times (600 \text{ mm})^2 \times 1.0 \times 17 \text{ MPa} = 865 \text{ kNm}$$

Puristusraidoitukselle jäävä momentti:

$$M_{Rd,s2} \geq M_{Ed} - M_{Rd,c} = 950 \text{ kNm} - 865 \text{ kNm} = 85 \text{ kNm}$$

Tarkistetaan puristusraudoituksen jännitys

$$\beta_{tot} = \beta_{bd} = 0.493$$

$$X_{tot} = \frac{\beta_{tot} d}{\lambda} = \frac{0.493 \times 624 \text{ mm}}{0.80} = 385 \text{ mm}$$

Tarkistetaan, onko, $X_{tot} < d_2 \Rightarrow$ kyllä \Rightarrow "puristusraudoitus" puristusvyöhykkeessä (Betonin lujuusluokilla $\leq C50$ on betonin murtopuristuma vakio $\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$)

$$\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{cu} \left(1 - \frac{d_2}{X_{tot}}\right) = 3.5 \times 10^{-3} \left(1 - \frac{52.5 \text{ mm}}{385 \text{ mm}}\right) = -0.00302$$

(Raudituksen kimmokerroin $E_s = 200 \text{ GPa}$)

$$\sigma_{s2} = \min \left\{ \frac{-E_s \varepsilon_{s2}}{f_{yd}} = \min \left\{ \frac{-200 \times 10^3 \times (-0.00302)}{435 \text{ MPa}} = \begin{cases} 605 \text{ MPa} \\ 435 \text{ MPa} \end{cases} = 435 \text{ MPa}$$

Puristusraudoituksen vaadittava määrä:

$$A_{s2,vaad} = \frac{M_{Rd,s2}}{(d_1 - d_2) \sigma_{s2}} = \frac{0.085 \text{ MNm}}{(600 \text{ mm} - 52.5 \text{ mm}) \times 435 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}} = 357 \text{ mm}^2$$

Vetorausituksen määrä:

$$A_{s1,vaad} = \beta_{bd} b d_1 \frac{\eta f_{cd}}{f_{yd}} + A_{s2}$$

$$= 0.493 \times 380 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} \frac{1.0 \times 17 \text{ MPa}}{435 \text{ MPa}} + 357 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,vaad} = 4393 \text{ mm}^2 + 357 \text{ mm}^2 = 4760 \text{ mm}^2$$

Valitaan raudoitustangot

- puristusraudoitus 1T25:

$$A_{s2,tot} = n \frac{\phi^2}{4} \pi = 1 \times \frac{25^2}{4} \times \pi = 491 \text{ mm}^2 > A_{s2,vaad}$$

Vetorausitus 4T32+3T25:

$$A_{s1,tot} = n \frac{\phi^2}{4} \pi = 3 \frac{32^2}{4} \pi + 5 \frac{25^2}{4} \pi = 4867 \text{ mm}^2 > A_{s1,vaad}$$

Lisäksi tarkistettava:

- raudoitustankojen mahtuminen poikkileikkaukseen
- toteutuva tehollinen korkeus d_1

Valmis STACK-tehtävä

TERÄSBETONIPALKIN PURISTUSRAUDOITUS

LÄHTÖTIEDOT

Tehtävänäsi on mitoittaa palkin puristusraudoitus.

palkin korkeus $h = 680.0$ mm

Palkin leveys $b = 380.0$ mm

Betonipeite $C_{nom} = 30.0$ mm

Betonin lujuusluokka $C30/37$

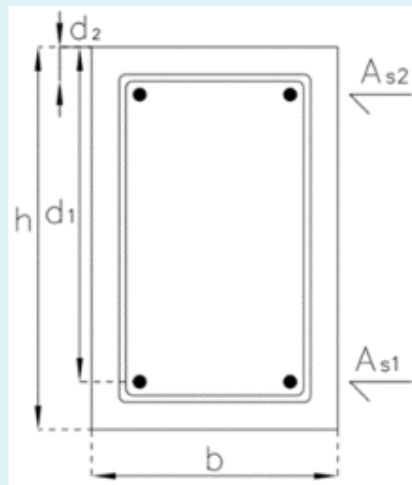
Runkoaineen max. raekoko $d_g = 16$ mm

Raudoitus B500B

Haat T8 k200

Mitoitetaan suorakaidepalkin taivutusraudoitus, kun

mitoitusmomentti $M_{Ed} = 985.0$ kNm



LUJUUSARVOT LASKENTAAN:

Materiaaliosavarmuuslukujen perusarvot ovat:

Betonille $\gamma_c = 1.50$ ja raudoitukselle $\gamma_s = 1.15$

Lujuusarvot:

$\lambda = 0.80$

$\eta = 1.0$

$\alpha = 0,85$

$f_{cd} = 17$ MPa

$f_{yd} = 435$ MPa

Tehollinen korkeus $d_1 = 625$ mm

Käytä pienempää tehollista korkeutta, sillä tangot eivät todennäköisesti mahdu yhteen kerrokseen: $(d_1)_1 = 600$ mm

Kuva 19. Valmis STACK-tehtävä

LASKENTA

Suhteellinen momentti μ : =

Arvioitu puristusraudoituksen tankopaksuus ϕ_2 =

Puristusrautojen keskiöetäisyys yläpinnasta: d_2 =

Betonin puristusvyöhykkeellä otettava momentti $M_{R,d,c}$ =

Puristusraudoitukselle jäävä momentti: $M_{Rd,s2}$ =

Tarkista puristusraudoituksen jännitys X_{tot} =

e_{s2} =

σ_{s2} =

Puristusraudoituksen vaadittava määrä: $A_{s,vaad}$ =

PURISTUSRAUDOITUKSEN VALINTA:

Terästen määrä =

Valittu teräspaksuus =

$A_{s,tot}$ =

Kuinka varma olet? Ei kovin (alle 67%) Kohtalaisen (yli 67%) Todella (yli 80%)

Kuva 20. Valmiin STACK-tehtävän loppuosa

Tehtävän siirto STACK-järjestelmään

Kysymyksen nimi: Teräsbetonipalkin puristusraudoitus

Kysymyksen muuttujat:

KÄSINLASKUN LÄHTÖARVOT	STACK-MUOTO
Palkin korkeus $h=680$ mm	h: 680;
Palkin leveys $b=380$	b: 380;
Betonipeite	cnom: 30;
runkoaineen max. raekoko	dg: 16;
Haat T8	haka: 8;
Puristusraudoitus	puristus: 25;
vetoraudoitus	veto: 32;
$\lambda = 0,80$	lambda: 0.80;
$\eta = 1,0$	n: 1;
$a_{cc} = 0,85$;	acc: 0.85;
$a_{ct} = 1,0$	act: 1.0;
$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$)	ecu: $-3.5 \cdot (10^{-3})$;
Raudoituksen kimmokerroin $E_s = 200 \text{ GPa}$	Es: $200 \cdot 10^3$;
$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	fck: 30;
$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$	fcd: 17;
$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$	fyd: 435;
$\mu_{bd} = 0.372$	ubd: 0.372;
$\beta_{tot} = \beta_{bd} = 0.493$	Btot: Bbd;
	Bbd: 0.493;
$d_1 = h - c_{nom} - 1.1\phi_h - \frac{1.1\phi_1}{2}$	d: 624;
$d_1 = 600 \text{ mm}$	d1: 600;
Mitoitusmomentti: (ohjelma arpoo satunnaistetun arvon opiskelijoille stack-tehtävään)	MEd: rand_with_step(950,1100,1.0);

Kaavat kysymyksen muuttujat-kohdassa:

KÄSINLASKUKAAVA	STACK-MUOTO
$\mu = \frac{M_{Ed}}{bd^2\eta f_{cd}}$	u : (MEd/1000)/((b/1000)*((d1/1000)^2)*n*fcd); u: decimalplaces (u,3); ta1: u;
Arvioidaan puristusraudoituksen tankopaksumuus = 25 mm	tankop: [[12,false,"12"],[16,false,"16"],[20,false,"20"],[25,true,"25"],[32,false,"32"]]; ta2: tankop;
Puristusrautojen keskiöetäisyys yläpinnasta: $d_2 = c_{nom} + 1.1\phi_h + \frac{1.1\phi_2}{2}$	d2: cnom+(1.1*haka)+((1.1*puristus)/2); d2: decimalplaces (d2,1); ta3: d2;
$M_{Rd,c} = \mu_{bd}bd_1^2\eta f_{cd}$	MRdc: (ubd*b*d1^2*n*fcd)/1000000; MRdc: decimalplaces (MRdc,0); ta4: MRdc;
$M_{Rd,s2} \geq M_{Ed} - M_{Rd,c}$	MRds2: MEd-MRdc; MRds2: decimalplaces(MRds2,0); ta5: MRds2;
$X_{tot} = \frac{\beta_{tot}d}{\lambda}$	Xtot: (Btot*d)/lambda; Xtot: decimalplaces (Xtot,0); ta6: Xtot;
$\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{cu} \left(1 - \frac{d_2}{X_{tot}}\right)$	es2: ecu*(1-(d2/Xtot)); es2: decimalplaces (es2,5); ta7: es2;
$\sigma_{s2} = \min \left\{ \begin{array}{l} -E_s\varepsilon_{s2} \\ f_{yd} \end{array} \right.$	Qs2: -Es*es2; Qs2: decimalplaces (Qs2,0); ta8: Qs2;
$A_{s2,vaad} = \frac{M_{Rd,s2}}{(d_1 - d_2)\sigma_{s2}}$	Asvaad: (MRds2/1000)/(((d1/1000)-(d2/1000))*fyd)*1000000; Asvaad: decimalplaces (Asvaad,0); ta9: Asvaad;
Valitaan raudoitustangot (kpl määrä)	puristusmaara:[[1,false,"1"],[2,true,"2"],[3,false,"3"],[4,false,"4"],[5,false,"5"]]; ta10: puristusmaara;
Puristusraudoitteen halkaisija	puristusp:[[12,false,"12"],[16,false,

	"16",[20,false,"20"],[25,true,"25"],[32,false,"32"]]; ta11: puristusp;
Raudoituksen kokonaispinta-ala	As2tot:[[491,false,"491"],[982,true,"982"],[1473,false,"1473"],[1964,false,"1964"],[2455,false,"2455"]]; ta12: As2tot;

Kysymysteksti:

Teräsbetonipalkin puristusraudoitus

LÄHTÖTIEDOT

Tehtävänäsi on mitoittaa palkin puristusraudoitus.

palkin korkeus $h = 680.0$ mm

Palkin leveys $b = 380.0$ mm

Betonipeite $(C)_{(nom)} = 30.0$ mm

Betonin lujuusluokka $(C30/37)$

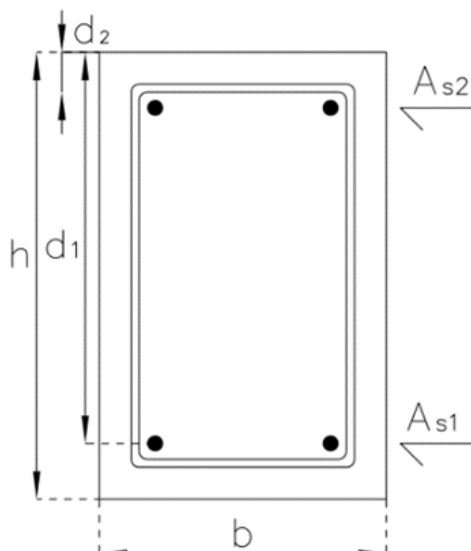
Runkoaineen max. raekoko $(d)_{(g)} = 16$ mm

Raudoitus **B(500)B**

Haat **T8 k200**

Mitoitetaan suorakaidepalkin taivutusraudoitus, kun

mitoitusmomentti $M_{Ed} = \{ @MEd @ \}$ kNm



LUJUUSARVOT LASKENTAAN:

Materiaaliosavarmuuslukujen perusarvot ovat:

Betonille $\gamma_c = 1.50$ ja raudoitukselle $\gamma_s = 1.15$

Lujuusarvot:

$$\lambda = 0.80$$

$$\eta = 1.0$$

$$\alpha = 0.85$$

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

Tehollinen korkeus $d_1 = 625 \text{ mm}$

Käytä pienempää tehollista korkeutta, sillä tangot eivät todennäköisesti mahdu yhteen kerrokseen: $d_1 = 600 \text{ mm}$

LASKENTA

Suhteellinen momentti μ :	= <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Arvioitu puristusraudoituksen tankopak- suus ϕ_{21}	= <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Puristusrautojen keskiöetäisyys yläpin- nasta: d_{21}	= <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Betonin puristusvyöhykkeellä otettava momentti $M_{R,d,c}$	= <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Puristusraudoitukselle jäävä momentti: $M_{R,d,s2}$	= <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Tarkista puristusraudoituksen jännitys X_{tot}	= <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
ϵ_{s2}	= <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

$\backslash(\ \sigma \)\backslash(s2 \)$	= [[input:ans8]] [[validation:ans8]] [[feedback:prt8]]
Puristusraudoituksen vaadittava määrä: $\backslash(A_s, \)\backslash(vaad \)$	= [[input:ans9]] [[validation:ans9]] [[feedback:prt9]]
PURISTUSRAUDOITUKSEN VALINTA:	
Terästen määrä	= [[input:ans10]] [[validation:ans10]]
Valittu teräspaksuus	= [[input:ans11]] [[validation:ans11]]
$\backslash(A_{s,tot} \)$	= [[input:ans12]][[validation:ans12]]

Seuraavia kohtia ei ole muutettu:

- Oletuspisteet
- Eriyinen palaute
- Rangaistus
- Yleinen palaute
- Kysymyksen kuvaus

Kysymyksen erotteluteksti: MEd={@MEd@}

Vastauskentät:

- VASTAUS:ANS1
- VASTAUS:ANS3
- VASTAUS:ANS4
- VASTAUS:ANS5
- VASTAUS:ANS6
- VASTAUS:ANS7
- VASTAUS:ANS8
- VASTAUS:ANS9

täytetään seuraavanlaisesti, vain mallivastaus- kenttä täytetään eri lailla opettajan mallivastauksen mukaisesti esim. VASTAUS:ANS9 kohdan mallivastaus kohtaan täytetään ta9.

VASTAUS: ANS1

Vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Lukuarvo"/>
Mallivastaus	<input type="text" value="ta1"/>
Vastauskentän pituus	<input type="text" value="8"/>
Lisätäänkö tähdet	<input type="text" value="Älä lisää tähti"/>
Syntaksivihje	<input type="text"/>
Syntaksivihjeen tyyppi	<input type="text" value="Muokattava arvo"/>
Kielletyt merkkijonot	<input type="text"/>
Sallitut sanat	<input type="text"/>
Liukuluvut kielletään	<input type="text" value="Ei"/>
Vaaditaanko supistettu muoto	<input type="text" value="Ei"/>
Tarkista vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Ei"/>
Esikatselu	<input type="text" value="Kyllä"/>
Näytä validointi	<input type="text" value="Kyllä, muuttujalistan kanssa"/>
Lisämääritykset	<input type="text"/>

Kuva 21. Puristusraudoitus VASTAUS:ANS1

Vastauskentät:

- VASTAUS:ANS2
- VASTAUS:ANS10
- VASTAUS:ANS11
- VASTAUS:ANS12

Täytetään seuraavanlaisesti, vain mallivastaus-kenttä täytetään eri lailla opettajan mallivastauksen mukaisesti esim. VASTAUS:ANS12 kohdan mallivastaus kohtaan täytetään ta12.

VASTAUS: ANS2

Vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Pudotusvalikko"/>
Mallivastaus	<input type="text" value="ta2"/>
Esikatselu	<input type="text" value="Kyllä"/>
Näytä validointi	<input type="text" value="Kyllä, muuttujalistan kanssa"/>
Lisämääritykset	<input type="text"/>

Kuva 22. Puristusraudoitus pudotusvalikko

VASTAUSPUU

Vastauspuut PRT1-PRT9 täytetään seuraavanlaisesti:

VASTAUSPUU: PRT1

Kysymyksen arvo

Automaattinen sievennys

Vastauspuun palautteen muotoilu

Palautteen muuttajat

Tämä vastauspuu käsitellään, jos opiskelija vastannut kenttään ans1

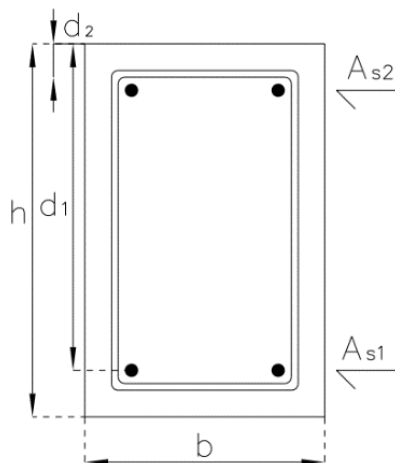
$=1.000000$ $1.ATA1gEquiv(ans1,ta1)$ prt1-1-T prt1-1-F

Solmu 1	Kuvaus	Vastaustesti	SAns	TAns
Solmu 1, jos vastaus on oikein	Hiljainen	Ei	ans1	ta1
Solmun 1 palaute, jos vastaus on oikein	Mod = + Pisteet 1 Rangaistus Seuraava [stop] Vastauksen tunnus prt1-1-T			
Solmu 1, jos vastaus on väärin	Mod = + Pisteet 0 Rangaistus Seuraava [stop] Vastauksen tunnus prt1-1-F			

Kuva 23. Puristusraudoitus vastauspuu

LISÄVALINNAT kohdan arvoja ei ole muutettu.

8 ESIMERKKI TERÄSBETONIPALKIN LEIKKAUSRAUDOITUS



Palkin korkeus h	580 mm
palkin leveys b	380 mm
betonipeite	$c_{nom} = 30$ mm
betonin lujuusluokka	C30/37
runkoaineen max. raekoko:	$d_g = 16$ mm
raudoitus	B500B
toteutusluokka	2

Materiaaliosavarmuusluvut $\gamma_c = 1,50$; $\gamma_s = 1,15$

Lujuusarvot:

$$\lambda = 0,80$$

$$\eta = 1,0$$

$$a_{cc} = 0,85; a_{ct} = 1,0$$

$$\text{Betonin lujuus} = f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

Betonin puristuslujuuden mitoitusarvo

$$f_{cd} = a_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \times \frac{30 \text{ MPa}}{1,5} = 17 \text{ MPa}$$

Betonin vetolujuuden mitoitusarvo

$$f_{ctd} = a_{ct} \frac{f_{ctk,005}}{\gamma_c} = \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,5} = 1,33 \text{ MPa}$$

raudoituksen laskentalujuus

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

Leikkausrasituksen mitoitusarvo: $V_{ed} = 350 \text{ kN}$

Tuelle tuodaan taivutusraudoitusta 4T20

Ratkaisu:**Poikkileikkaussuureet:**

tehollinen korkeus:

$$d = h - c_{nom} - 1,1\phi_h - \frac{1,1\phi}{2} = 580 \text{ mm} - 30 \text{ mm} - 1,1 \times 8 \text{ mm} - \frac{1,1 \times 20 \text{ mm}}{2} = 530,2 \text{ mm} \approx 530 \text{ mm}$$

Sisäinen momenttivarsi:

$$z = 0,90d = 0,90 \times 440 \text{ mm} = 477 \text{ mm}$$

MITOITUS:

Valitaan hakojen kaltevuus: $\alpha = 90^\circ$

Valitaan puristussauvan kaltevuus: $\theta = 21,8^\circ$

Valitaan hakatankojen paksuus: $\phi_h = 8 \text{ mm}$

Hakojen leikkeisyys: $n_h = 2$

Hakojen poikkipinta-ala:

$$A_{sw} = 2 \times 50,3 \text{ mm}^2 = 100,6 \text{ mm}^2$$

Hakaväli:

$$s \leq \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$$

$$s \leq \frac{101 \text{ mm}^2}{350\,000 \text{ N}} \times 477 \text{ mm} \times 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} 2,5 = 149,7 \text{ mm}$$

”minimi” hakavaatimuksen mukainen hakaväli (T8):

$$s \leq \frac{A_{sw}}{0,08 b_w \sin \alpha} \frac{f_{yk}}{\sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}}} = \frac{100,6 \text{ mm}^2}{0,08 \times 280 \text{ mm} \times 1 \sqrt{30}} \frac{500}{\text{MPa}} = 410 \text{ mm}$$

Suurin sallittu hakaväli:

$$s_{max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) = 0,75 \times 530 \text{ mm} \times (1 + 0) = 398 \text{ mm}$$

Valitaan leikkausraudoitus T8 k 150

LEIKKAUSKESTÄVYYDEN YLÄRAJA (=puristusmurtokestävyys):

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{30 \text{ MPa}}{250 \text{ MPa}} \right) = 0,528$$

$$V_{rd,max} = v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$V_{rd,max} = 0,528 \times 17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 280 \text{ mm} \times 477 \text{ mm} \frac{2,5 + 0}{1 + 6,25} = 414 \text{ kN}$$

TULOS:

Valitulla puristussauvan kaltevuudella ($\theta = 21,8^\circ$) saadaan:

Leikkausraudoitus: T8 k 150

Leikkauskestävyyden yläraja $v_{rd,max} = 414 \text{ kN} > V_{Ed} = 350 \text{ kN}$

Puristusmurtokestävyys on riittävä pienimmillä kulman θ arvoilla.

Valmis STACK-tehtävä

LÄHTÖTIEDOT

Tehtävänäsi on mitoittaa palkin leikkausraudoitus leikkausvoimalle.

Tehollinen korkeus ja raudoitusmäärät syötetään kokonaislukuina.

Palkin korkeus $h=780$ mm

palkin leveys $b=380$ mm

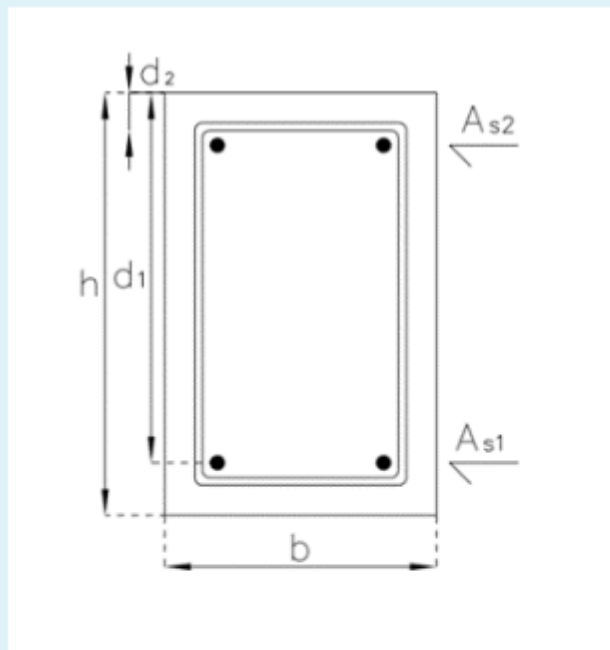
betonipeite $C_{nom}=30$ mm

betonin lujuusluokka $C30/37$

runkoaineen maks. raekoko: $d_g=16$ mm

raudoitus B500B

toteutusluokka 2



LUJUUSARVOT LASKENTAAN:

Materiaaliosavarmuuslukujen perusarvot ovat:

$$\gamma_c = 1,50$$

$$\gamma_s = 1,15$$

Kuva 24. Valmis Leikkausraudoitus STACK-tehtävä

Näistä saadaan tarvittavat arvot:

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

Leikkausrasituksen mitoitusarvo:

V_{ed} 296.0

Tuelle tuodaan taivutusraudoitusta

4T20

Poikkileikkaussuureet:

Tehollinen korkeus d :

=

Sisäinen momenttivarsi z :

=

LASKENTA

Hakojen kaltevuus: α

= 90°

Puristussauvan kaltevuus: θ

= 45°

Hakojen leikkeisyys: n_h

= 2

Hakojen paksuus: ϕ_h

=

Hakojen poikkipinta-ala: A_{sw}

=

Tarvittava hakaväli: s

=

"minimi" hakaväli: s

=

Suurin sallittu hakaväli: s_{max}

=

Leikkauskestävyyden yläraja: v

=

$V_{rd, max}$

=

Kuva 25. Valmiin leikkausraudoitus STACK-tehtävän loppuosa

Siirto STACK-järjestelmään

Kysymyksen nimi: Teräsbetonipalkin leikkausraudoitus

Kysymyksen muuttujat:

KÄSINLASKUN LÄHTÖARVOT	STACK-MUOTO
Leikkausrasituksen mitoitusarvo (STACK-muodossa satunnaistettu arvo 200 ja 350 väliltä 1.0 luvun välein)	Ved: rand_with_step(200,350,1.0);
Valitaan puristussauvan kaltevuus $\theta = 21.8^\circ$ (STACK-muodossa arvotaan arvoksi joko $21,8^\circ$ tai 45°)	theta: rand([21.8,45]);
$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$	fyd: 435;
Betonin lujuus = $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	fck: 30;
Raudoitus B500B = 500 MPa	fyk: 500;
$f_{cd} 17 \text{ MPa}$	fcd: 17;
$\sin a \ 2,5$	sina: 2.5;
Palkin korkeus. (STACK-muodossa satunnaistettu arvo)	h: rand([480,580,680,780]);
Palkin leveys	b: 380;
Betonipeite	cnom: 30;
Taivutusraudoitus	taivutus: 20;
Haat T8	haka: 8;

KÄSINLASKUKAAVA	STACK-MUOTO
$d = h - c_{nom} - 1,1\phi_h - \frac{1,1\phi}{2}$	d: h-cnom-(1.1*haka)- ((1.1*taivutus)/2); d: decimalplaces(d,0); ta1: d;
Sisäinen momenttivarsi: $z = 0,90d$	z: 0.9*d; z: decimalplaces(z,1); ta2: z;
Hakatankojen paksuus: $\phi_h = 8 \text{ mm}$	haka: 8; ta3: haka;
Hakojen poikkipinta-ala:	Asw: 2*pi*((ta3/2)^2);

$A_{sw} = 2 \times 50,3 \text{ mm}^2 = 100,6 \text{ mm}^2$	Asw: decimalplaces(Asw,1); ta4: Asw;
$s \leq \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$	s1: (Asw/(Ved*1000))*ta2*fyd*sina; s1: decimalplaces(s1,0); ta5: s1;
$s \leq \frac{A_{sw}}{0,08 b_w \sin \alpha} \frac{\frac{f_{yk}}{\text{MPa}}}{\sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}}}$	s2: (Asw/((ta3/100)*b*1))*(fyk/sqrt(fck)); s2: decimalplaces(s2,0); ta6: s2;
$s_{max} = 0,75d(1 + \cot \alpha)$	smax: 0.75*d*(1+0); smax: decimalplaces(smax,1); ta7: smax;
$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right)$	v: 0.6*(1-(fck/250)); v: decimalplaces(v,3); ta8: v;
$V_{rd,max} = v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta}$	Vrdmax: (v*fcd*b*z*((2.5+0)/(1+6.25))/1000); Vrdmax: decimalplaces(Vrdmax,2); ta9: Vrdmax;

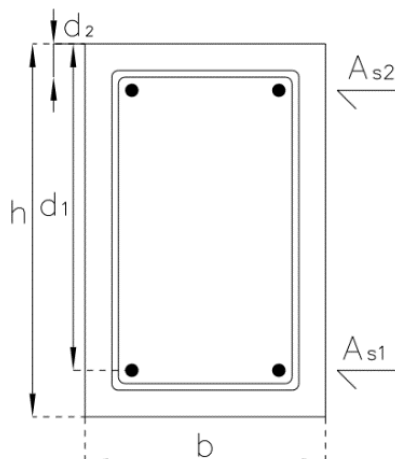
Kysymysteksti:

Teräsbetonipalkin leikkausraudoitus

LÄHTÖTIEDOT

Tehtävänäsi on mitoittaa palkin leikkausraudoitus leikkausvoimalle.

Tehollinen korkeus ja raudoitusmäärät syötetään kokonaislukuina.



Palkin korkeus $h = \{ @h@ \}$ mm

palkin leveys $b = \{ 380 \}$ mm

betonipeite $c_{nom} C_{nom} = \{ 30 \}$ mm

betonin lujuusluokka $\{ C30/37 \}$

runkoaineen maks. raekoko: $d_g = d_g = \{ 16 \}$ mm

raudoitus B500B

toteutusluokka 2

LUJUUSARVOT LASKENTAAN:

Materiaaliosavarmuuslukujen perusarvot ovat:

$$\gamma_{(c)} = 1,50$$

$$\gamma_{(s)} = 1,15$$

Näistä saadaan tarvittavat arvot:

$$f_{(ck)} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{(cd)} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{(ctd)} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{(yd)} = 435 \text{ MPa}$$

Leikkausrasituksen mitoitusarvo:	V_{ed} { @Ved@ }
Tuelle tuodaan taivutus- raudoitusta	4T20
Poikkileikkaussuureet:	
Tehollinen korkeus d :	= [[input:ans1]][[validation:ans1]][[feedback:prt1]]
Sisäinen momenttivarsi z :	= [[input:ans2]][[validation:ans2]][[feedback:prt2]]
LASKENTA	
Hakojen kaltevuus: α	= 90°
Puristussauvan kalte- vuus: θ	= { @theta@ } °
Hakojen leikkeisyys: n h	= 2
Hakojen paksuus: ϕ h	= [[input:ans3]][[validation:ans3]][[feedback:prt3]]
Hakojen poikkipinta-ala: A sw	= [[input:ans4]][[validation:ans4]][[feedback:prt4]]
Tarvittava hakaväli: s	= [[input:ans5]] [[validation:ans5]] [[feed-

\)	back:prt5]]
"minimi" hakaväli: \ (s \)	= [[input:ans6]] [[validation:ans6]] [[feedback:prt6]]
Suurin sallittu hakaväli: \ (s \)_{(max)}	= [[input:ans7]] [[validation:ans7]] [[feedback:prt7]]
Leikkauskestävyyden yläraja: \ (v \)	= [[input:ans8]] [[validation:ans8]] [[feedback:prt8]]
\ (V_{rd,max} \)	= [[input:ans9]] [[validation:ans9]] [[feedback:prt9]]

Seuraavia kohtia ei ole muutettu:

- Oletuspisteet
- Erityinen palaute
- Rangaistus
- Yleinen palaute
- Kysymyksen kuvaus

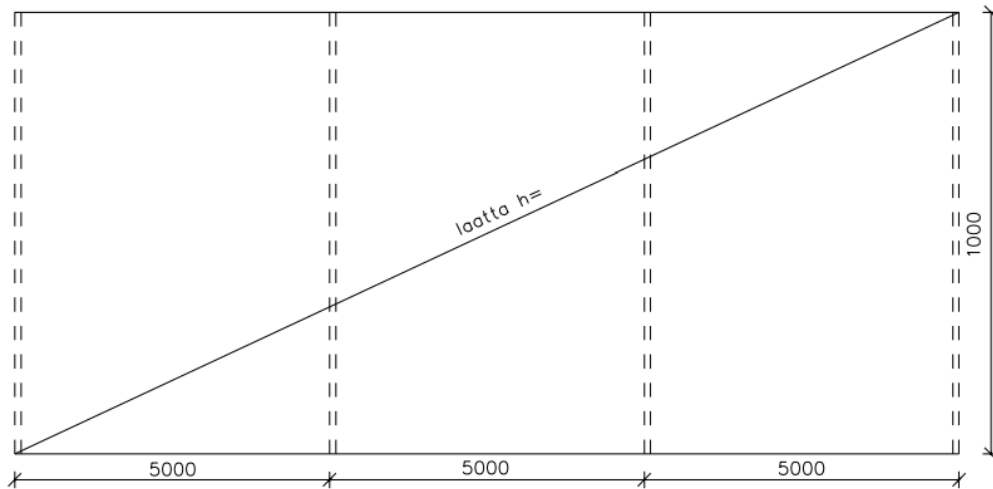
Kysymyksen erotteluteksti: Ved={@Ved@},

Vastauskentät:

- VASTAUS:ANS1
- VASTAUS:ANS2
- VASTAUS:ANS3
- VASTAUS:ANS4
- VASTAUS:ANS5
- VASTAUS:ANS6
- VASTAUS:ANS7
- VASTAUS:ANS8
- VASTAUS:ANS9

täytetään seuraavanlaisesti, vain mallivastaus- kenttä täytetään eri lailla opettajan mallivastauksen mukaisesti esim. VASTAUS:ANS9 kohdan mallivastaus kohtaan täytetään ta9.

9 ESIMERKKI MASSIIVILAATAN MITOITUS TAIVUTUKSELLE



Laatan korkeus h	280 mm
Laatan leveys b	1000 mm
Laatan jänneväli	5000 mm
Betonipeite c_{nom}	30 mm
Betonin lujuusluokka	C30/37
Runkoaineen maksimi raekoko	$d_g = 16$ mm
Raudoitus	B500B
Toleranssiluokka	2

LUJUUSARVOT LASKENTAAN:

Materiaaliosavarmuuslukujen perusarvot ovat:

Materiaaliosavarmuusluvut $\gamma_c = 1,50$; $\gamma_s = 1,15$

Lujuusarvot:

$$\lambda = 0,80$$

$$\eta = 1,0$$

$$\alpha = 0,85$$

Betonin puristuslujuuden mitoitusarvo:

$$f_{cd} = a_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \times \frac{30 \text{ MPa}}{1,50} = 17 \text{ MPa}$$

Raudoituksen laskentalujuus:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

Mitoitusmomentti reunakentässä $M_{Ed} = 39.0 \text{ kNm}$

Poikkileikkaussuureet:

Tehollinen korkeus d:

$$d = h - c_{nom} - \frac{1.1\phi}{2} = 280 \text{ mm} - 30 \text{ mm} - \frac{1.1 \times 10 \text{ mm}}{2} = 245 \text{ mm}$$

Valitaan $d = 240 \text{ mm}$

Mitoitus:

Suhteellinen momentti:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{\eta f_{cd} b d^2} = \frac{0.0390 \text{ MNm}}{1,0 \times 17 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} \times 1,0 \text{ m} \times (0,24 \text{ m})^2} = 0,04 > \mu_{bd} = 0,372$$

Puristuspinnan suhteellinen korkeus:

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 0,041 < \beta_{bd} = 0,493 \leftrightarrow \text{raudoitus myötää murtotilassa}$$

Vaadittu raudoitusala:

$$A_s = \beta b d \frac{\eta f_{cd}}{f_{yd}} = 0,041 \times 1000 \text{ mm} \times 240 \text{ mm} \frac{1,0 \times 17 \text{ MPa}}{435 \text{ MPa}} = 385 \text{ mm}^2$$

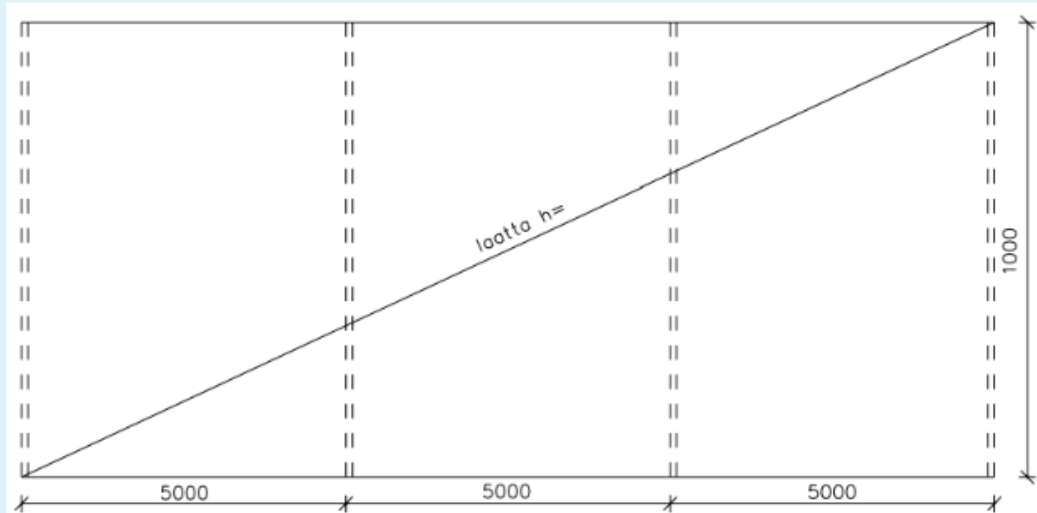
Valitaan T10 $A_{s,tot} = 393 \text{ mm}^2$

Valmis STACK-tehtävä

LÄHTÖTIEDOT

Tehtävänäsi on mitoittaa massiivilaatta taivutukselle.

Tehollinen korkeus ja rauditusmäärät syötetään kokonaislukuina.



Laatan korkeus $h = 280 \text{ mm}$

Laatan leveys $b = 1000 \text{ mm}$

Laatan jänneväli = 5000 mm

Betonipeite = 30 mm

Betonin lujuusluokka = **C30/37**

Runkoaineen maksimi raekoko = 16 mm

Rauditus = **B500B**

Toleranssiluokka = 2

LUJUUSARVOT LASKENTAAN:

Materiaaliosavarmuuslukujen perusarvot ovat:

Betonille $\gamma_c 1.50$ ja rauditukselle $\gamma_s 1.15$

Kuva 28. Valmis massiivilaatta STACK-tehtävä

Lujuusarvot:

$\lambda = 0,80$

$\eta = 1,0$

$\alpha = 0,85$

$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$

$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Mitoitusmomentti reunakentässä: $M_{Ed} = 38,9 \text{ kNm}$ **Poikkileikkaussuureet: (kokonaislukuina)**

Tehollinen korkeus $d =$ mm

MITOITUS:

Suhteellinen momentti: $\mu =$

Puristuspuunnan suhteellinen korkeus: $\beta =$

Vaadittu rauditusala $A_{s,vaad} =$ mm^2

RAUDOITUS

Valittu tankopaksuus: $=$ \diamond

Valittu teräsmäärä $A_{s,tot} =$ \diamond mm^2

Kuva 29. Massiivilaatta STACK-tehtävän loppuosa

Siirto STACK-järjestelmään

Kysymyksen nimi: massiivilaatan mitoitus taivutukselle

Kysymyksen muuttujat:

KÄSINLASKUN LÄHTÖARVOT	STACK-MUOTO
Laatan korkeus h	h: 280;
Mitoitusmomentti reunakentässä $M_{Ed} = 39,7kNm$	Med : rand_with_step(32,34,0.1);
$\eta = 1,0$	n: 1.0;
$f_{cd} = 17 MPa$	fcd: 17;
$f_{yd} = 435MPa$	fyd: 435;
Laatan leveys b 1000 mm	b: 1000;

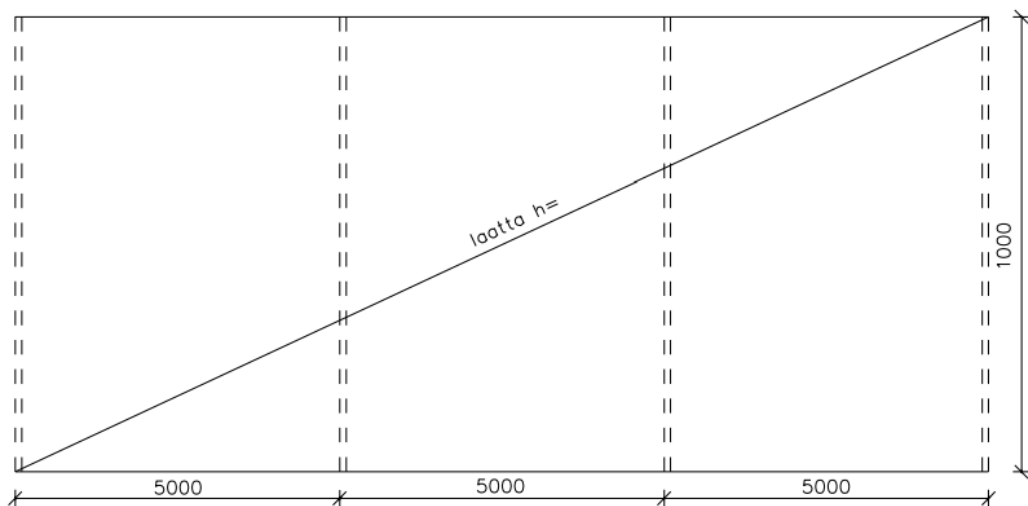
KÄSINLASKUKAAVAT	STACK-MUOTO
Tehollinen korkeus d: $d = h - c_{nom} - \frac{1.1\phi}{2}$	d: (h-30)-((1.1*10)/2); d: decimalplaces(d,0); ta1: d;
Suhteellinen momentti: $\mu = \frac{M_{Ed}}{\eta f_{cd} b d^2}$	u: (Med*10^-3)/(n*fcd*(b/1000)*(d1/1000)^2); u: decimalplaces(u,3); ta2: u;
Puristuspuunnan suhteellinen korkeus: $\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu}$	B: 1-(sqrt(1-2*u)); B: decimalplaces(B,3); ta3: B;
Vaadittu rauditusala: $A_s = \beta b d \frac{\eta f_{cd}}{f_{yd}}$	As: (B*b*d1)*((n*fcd)/fyd); As: decimalplaces(As,0); ta4: As;
Valitaan T10	tankopaksuus:[[8,false,"8"],[10,true,"10"],[12,false,"12"],[16,false,"16"],[20,false,"20"]]; ta5: tankopaksuus;

$A_{s,tot} = 393 \text{ mm}^2$	Astot:[[236,false,"236"],[314,false,"314"],[393,true,"393"],[471,true,"471"],[550,false,"550"]]; ta6: Astot;
--------------------------------	---

Kysymysteksti:**Massiivilaatan mitoitus taivutukselle****LÄHTÖTIEDOT**

Tehtävänäsi on mitoittaa massiivilaatta taivutukselle.

Tehollinen korkeus ja raudoitusmäärät syötetään kokonaislukuina.



Laatan korkeus $h = \{ @h@ \}$ mm

Laatan leveys $b = \{ (1000) \}$ mm

Laatan jänneväli = $\{ (5000) \}$ mm

Betonipeite = $\{ (30) \}$ mm

Betonin lujuusluokka = **C30/37**

Runkoaineen maksimi raekoko = $\{ (16) \}$ mm

Raudoitus = **B500B**

Toleranssiluokka = $\{ (2) \}$

LUJUUSARVOT LASKENTAAN:

Materiaaliosavarmuuslukujen perusarvot ovat:

Betonille $\{ (\gamma_{c}) \} \{ (1.50) \}$ ja raudoitukselle $\{ (\gamma_{s}) \} \{ (1.15) \}$

Lujuusarvot:

$$\lambda = 0,80$$

$$\eta = 1,0$$

$$\alpha = 0,85$$

$$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

Mitoitusmomentti reunakentässä: $M_{Ed} = \{ @Med@ \} \text{ kNm}$

Poikkileikkaussuureet: (kokonaislukuina)

Tehollinen korkeus	d	= <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> mm
MITOITUS:		
Suhteellinen momentti:	μ	= <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>
Puristuspinnan suhteellinen korkeus:	β	= <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>
Vaadittu raudoitusal	$A_s, \text{ (vaad)}$	= <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> mm ²
RAUDOITUS		
Valittu tankopaksuus:		= <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>
Valittu teräsmäärä	$A_s, \text{ (tot)}$	= <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> mm ²

Seuraavia kohtia ei ole muutettu:

- Oletuspisteet
- Erityinen palaute
- Rangaistus
- Yleinen palaute
- Kysymyksen kuvaus

Kysymyksen erotteluteksti: Med={ @Med@ }, h={ @h@ };

Vastauskentät:

- VASTAUS:ANS1
- VASTAUS:ANS2
- VASTAUS:ANS3

- VASTAUS:ANS4

täytetään seuraavanlaisesti, vain mallivastaus- kenttä täytetään eri lailla opettajan mallivastauksen mukaisesti esim. VASTAUS:ANS4 kohdan mallivastaus kohtaan täytetään ta4.

VASTAUS: ANS1

Vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Lukuarvo"/>
Mallivastaus	<input type="text" value="ta1"/>
Vastauskentän pituus	<input type="text" value="8"/>
Lisätäänkö tähdet	<input type="text" value="Älä lisää tähtiä"/>
Syntaksivihje	<input type="text"/>
Syntaksivihjeen tyyppi	<input type="text" value="Muokattava arvo"/>
Kielletyt merkkijonot	<input type="text"/>
Sallitut sanat	<input type="text"/>
Liukuluvut kielletään	<input type="text" value="Ei"/>
Vaaditaanko supistettu muoto	<input type="text" value="Ei"/>
Tarkista vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Ei"/>
Esikatselu	<input type="text" value="Kyllä"/>
Näytä validointi	<input type="text" value="Kyllä, muuttujalistan kanssa"/>
Lisäämääriytykset	<input type="text"/>

Kuva 30. Massiivilaatta VASTAUS:ANS1

Vastauskentät:

- VASTAUS:ANS5
- VASTAUS:ANS6

täytetään seuraavanlaisesti, vain mallivastaus- kenttä täytetään eri lailla opettajan mallivastauksen mukaisesti. esim VASTAUS:ANS6 kohdan mallivastaus kohtaan täytetään ta6.

✓ VASTAUS: ANS5

Vastauksen tyyppi	<input type="text" value="Pudotusvalikko"/>
Mallivastaus	<input type="text" value="ta5"/>
Esikatselu	<input type="text" value="Kyllä"/>
Näytä validointi	<input type="text" value="Kyllä, muuttujalistan kanssa"/>
Lisämääritykset	<input type="text"/>

Kuva 31. Massiivilaatta pudotusvalikko

VASTAUSPUU

Vastauspuut PRT1-PRT4 täytetään seuraavanlaisesti:

VASTAUSPUU: PRT1
 Kysymyksen arvo
 Automaattinen sievennys Kyllä
 Vastauspuun palautteen muotoilu Tavallinen
 Palautteen muuttajat

Tämä vastauspuu käsitellään, jos opiskelija vastannut kenttään ans1

$+1.0000000$ -0.0000000 $1.ATA!gEquiv(ans1, ta1)$ prt1-1-Tprt1-1-F

Solmu 1	Kuvaus	Vastauksesta	AlgEquiv	SAns	ans1	TAns	ta1		
	Hijainen	Ei							
Solmu 1, jos vastaus on oikein	Mod	=	Pisteet	1	Rangastus		Seuraava [stop]	Vastauksen tunnus	prt1-1-T
Solmun 1 palaute, jos vastaus on oikein	Muokkaa	Näytä	Lisää	Muotoilu	Työkalut	Taulukko	Ohje		
Solmu 1, jos vastaus on väärin	Mod	=	Pisteet	0	Rangastus		Seuraava [stop]	Vastauksen tunnus	prt1-1-F
Solmun 1 palaute, jos vastaus on väärin	Muokkaa	Näytä	Lisää	Muotoilu	Työkalut	Taulukko	Ohje		

Kuva 32. Massiivilaatta vastauspuu

LISÄVALINNAT- kohdan arvoja ei ole muutettu.

LÄHTEET

Korhonen 2021. Pikaopas stack-tehtävien laadintaan. PDF-dokumentti.
Saatavissa: <https://esamksupport.samk.fi/ohje/wp-content/uploads/sites/3/2022/03/PikaopasStack43.pdf> [Viitattu 21.02.2024]