

Betonikurssin toteuttamisen näkökulma: Elefantti syödään pala kerrallaan

Auli Lastunen, dipl. ins.,
Yliopisto-opettaja
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tampereen Yliopisto
auli.lastunen@tuni.fi

Syksyllä 2020 Betonirakenteiden perusteet -kurssi toteutettiin Tampereen Yliopistossa kokonaan uudella tavalla. Kurssi jaettiin pieniin osiin, joiden suorittamisesta kurssin kokonaissuoritus ja arvosana muodostui. Tavoitteena oli tehdä kurssista mielenkiintoisempi ja saada useampi opiskelija innostumaan rakennesuunnittelusta.

Laaja kurssi

Kurssilla opetetaan perusasiat teräsbetonirakenteiden mitoituksista ja rakenneosista: taivutus, leikkaus, yhdistetty normaalivoima ja taivutus sekä palkit, pilarit, laatat, seinät ja anturat. Kurssilla käsitellään myös monenlaisia raudituksen suunnitteluun liittyviä kysymyksiä. Lisäksi kurssilla opetetaan käyttörajatilamitoitusta. Betonirakenteiden perusteet -kurssin esitietovaatimuksena on Rakenteiden mekaniikan perusteet ja Rakennetekniikan perusteet. Perusteiden kurssin jälkeen kaikki suorittavat vielä kurssin Betonirakenteet. Nämä kurssit sisältyvät myös rakennustuotannon opiskelijoille. Betonirakenteiden toimintaan voi syventyä vielä Jännitetyt betonirakenteet ja Betonisillat -kursseilla. Kantaviin betonirakenteisiin liittyvien kurssien ajoitus ja sijoittelu toisiinsa nähden on esitetty kuvassa 1. Lisäksi betonirakenteiden toimintaa käsitellään useilla muilla kursseilla mm. pitkäaikaiskestävyyden, rakennusfysiikan ja perustamistapojen yhteydessä. Betonirakenteiden perusteiden kurssi kuuluu Rakennustekniikan kandidaattiohjelman talonrakentamisen aineopintoihin.

Kurssi on laaja ja sitä on yleisesti pidetty erittäin työläänä. Kurssin suorittamiseksi on aiemmin pitänyt tehdä viikkoharjoitukset, laaja harjoitustyö ja tentti. Isojen kokonaisuuksien suorittaminen on hidastanut kurssin läpäisemistä ja aiheuttanut opiskelijoille paljon töitä vielä seuraavanakin lukukautena.

Suoritukset purettiin pieniin osiin

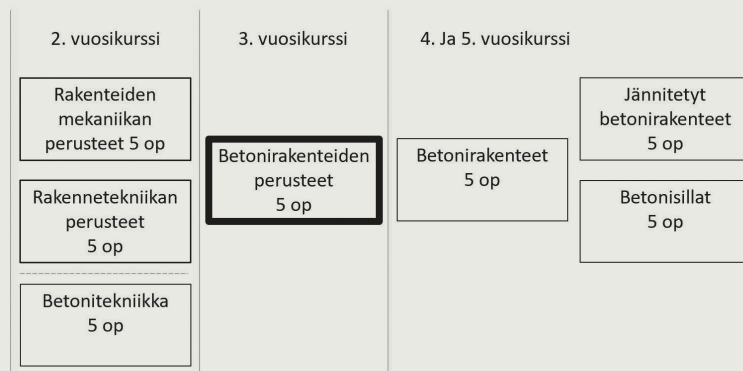
Lukuvuonna 2020–21 suorittamista lähestyttiin opiskelijälähtöisemmin pienempinä palasina. Kurssi suoritettiin keräämällä pisteitä eikä yhdessä asiassa epäonnistuminen johtanut automaattisesti suorituksen hylkäämiseen. Kurssin sisältöä ja toteuttamista kehitettiin betonirakenteiden opettajien ryhmässä. Muutokset perustuivat opettajan omiin kokemuksiin ja edellisten vuosien kurssipalautteeseen.

Tarjolla oli 304 pistettä, joista kurssin läpäisemiseen tarvittiin 178 (59 %). Ansaitakseen korkeimman arvosanan pisteitä tuli olla 258 (85 %). Raja oli tällä tasolla, jotta se houkuttelisi

tavoittelemaan hyvää arvosanaa. Taulukossa 1 näytetään, mistä pisteitä saattoi ansaita.

Aiempiina vuosina osallistuminen luento-opetukseen oli ollut vähäistä. Nyt jokaisesta läsnäolosta luennolla sai 2 pistettä. Läsnäoloilla pystyi ansaitsemaan näin yhteensä 70 pistettä. Kustakin harjoitustöiden ohjaustunnilla osallistumisesta sai 2 pistettä. Näistä läsnäoloista pystyi ansaitsemaan yhteensä 14 pistettä. Opiskelijat kirjasi itse läsnäolonsa Moodle-alustalle, mutta opiskelijoilta edellytettiin myös Kahoot! -kyselyihin ja keskusteluihin osallistumista.

Kurssin sijoittuminen muihin kursseihin nähden



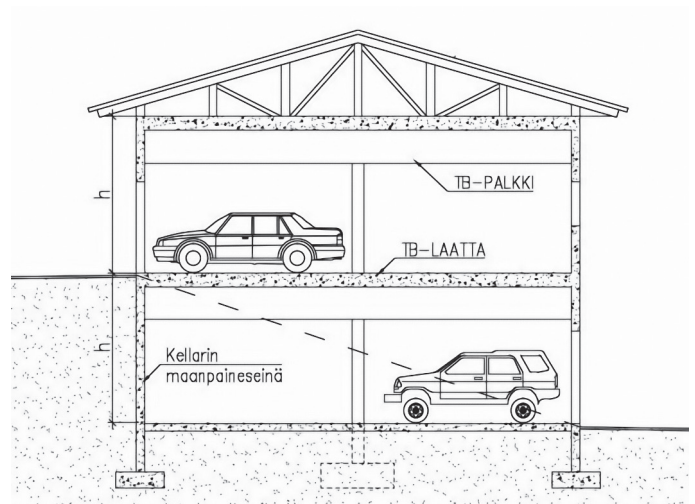


1 Betonirakenteiden perusteet -kurssi toteutettiin Tampereen Yliopistossa kokonaan uudella tavalla syksyllä 2020. Laaja kurssi jaettiin pienempiin osiin: luennot, viikkoharjoitukset, harjoitustyö ja välikoe, joiden suorittamisesta kurssin kokonaissuoritus ja arvosana muodostui. Näin opiskelijat sisäistivät uuden asian paremmin.

$$\begin{aligned}
 N_{Rc} &= b \cdot x \cdot f_{cd} & f_{cd} \cdot b \cdot x &= f_{yd} \cdot A_s & f_{cd} \cdot b \cdot d &= N_{Rc} & \text{Merkitys:} \\
 N_{Rs} &= A_s \cdot f_{yd} & \frac{b \cdot x}{d} &= \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \cdot \frac{A_s}{b \cdot d} & \beta &= \frac{x}{d} & \omega = \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \\
 N_{Rc} &= N_{Rs} & & & S &= \frac{A_s}{b \cdot d} & \\
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Rc} &= N_{Rc} \cdot z = b \cdot x \cdot f_{cd} \cdot z & M_{Rc} &= b \cdot x \cdot f_{cd} \cdot d \left(1 - \frac{x}{2d}\right) = b \cdot d^2 \cdot \beta \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) f_{cd} & \frac{f_{cd}}{f_{yd} \cdot b \cdot d^2} &= \beta \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \\
 M_{Rs} &= N_{Rs} \cdot z = A_s \cdot f_{yd} \cdot z & \frac{M_{Rc}}{f_{yd} \cdot b \cdot d^2} &= \beta \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) & \mu &= \beta \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \Leftrightarrow \beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} \\
 z &= d - \frac{x}{2} = d \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) & & & & &
 \end{aligned}$$

2



3

Luennolla käytettiin iPadian liitutaulun sijaan. Kuvassa 2 näytetään palkin taivutusmitoituksen kulkua iPadian, Apple Penciliä ja piirto-ohjelmaa hyödyntäen.

Viikkoharjoitukset

Viikkoharjoitukset olivat pääosin samanlaisia kuin aikaisemminkin. Niitä oli yhteensä 12 ja niissä harjoiteltiin rakenneosien mitoittamista ja suunnitelmien tuottamista. Aikaisemmin ne oli arvosteltu arvosanoilla 0...5 ja niiden keskiarvosta oli annettu viikkoharjoitusten kokonaisarvosana. Nyt niistä oli jaossa yhteensä 70 pistettä. Aikaisempien vuosien tapaan ne tehtiin yksin ja niiden palauttaminen oli pakollista. Myöhästyneistä ei annettu pisteitä, mutta ne hyväksyttiin palautetuksi. Aikaa kunkin harjoituksen tekoon oli 2...3 viikkoa. Kuvassa 3 on leikkauskuva autotallista, jonka rakenteita viikkoharjoituksissa mitoitettiin.

Harjoitustyö

Varsinainen harjoitustyö tehtiin aiempien vuosien tapaan parityönä. Aikaisemmin se oli arvosteltu arvosanalla 0...5, mutta tällä kertaa siitäkin annettiin pisteitä. Työssä piti mitoittaa ja tuottaa suunnitelma pilarilaatasta, pilarista ja anturasta. Kustakin osasta oli tarjolla 20 pistettä.

Harjoitustyö annettiin jo ensimmäisen periodin lopussa. Opiskelijat saivat valita itse työlle palautuspäivän ajanjaksolta, joka alkoi joulukuun alkupuolelta päättyen maaliskuun loppuun, kullekin parille oma päivänsä. Tällä varmistuttiin siitä, ettei opettajan tarkastustehtävä muodostunut liian työlääksi ja palaute oli mahdollista antaa tarkoituksenmukaisessa ajassa.

Välikokeet

Välikokeita oli kolme ja kustakin oli jaossa 30 pistettä. Jokaisesta piti saada vähintään 10 pistettä. Välikokeissa oli monivalintatehtäviä, mitoitus tehtäviä ja esseekysymyksiä. Perinteisesti kurssin osaamisvaatimuksiin on kuulunut mm. palkin taivutusmitoitusta ja leikkausraudoituksen määrittely. Tästä vaatimuksesta ei tingitty tälläkään kertaa vaan mitoitus tehtävät olivat lähes sellaisinaan välikokeissa. Viimeinen välikoe jouduttiin

korvaamaan esseiden kirjoittamisella, koska kokoontumisrajoitukset kiristyivät. Kullekin opiskelijalla arvottiin kaksi aihetta, joista kummastakin piti kirjoittaa muutaman sivun essee.

Arvostelu

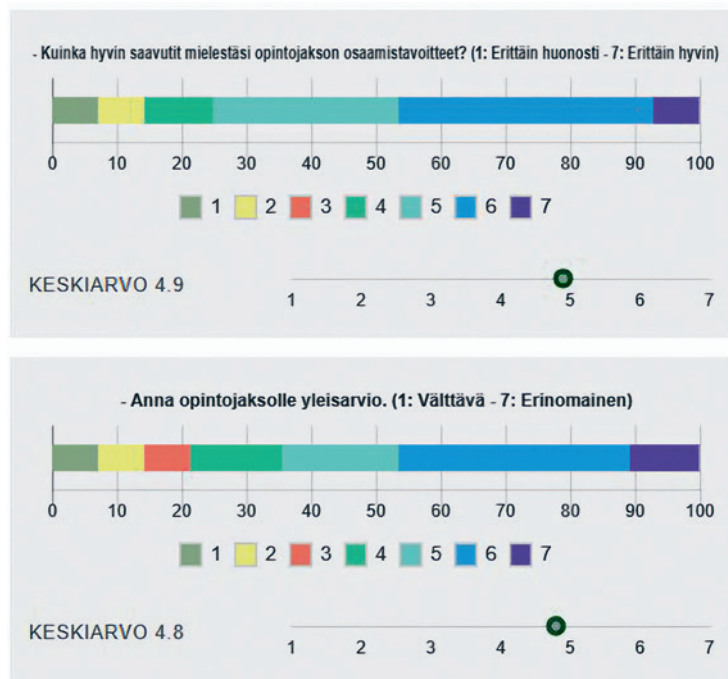
Aiempiina vuosina kurssin arvosana oli muodostunut tentistä (66 %) ja harjoituksista (viikkoharjoitukset 17 % ja harjoitustyö 17 %). Nyt arvosana muodostui yksinkertaisesti ansaittujen pisteiden summana taulukon 2 mukaan.

Taulukko 1

Mahdollisuudet ansaita pisteitä

	Vko	LÄSNÄOLOT		PALAUTUKSET		VÄLIKOKKEET			YHTEENSÄ
		Luennot	Viikko-harjoitukset	Viikko-harjoitukset	Harjoitus-työ	1.	2.	3.	
1. periodi	1	6							
	2	6							
	3	6							
	4	6							
	5	6	2						
2. periodi	6	6	2	7		30			
	7	6	2	12					
	1	4	2	6					
	2	4	2	13					
	3	4	2	13					
	4	4	2	12					
	5	4		7			30		
	6	4							
	7	4							
	yhteensä	70	14	70	60	30	30	30	304
	minimi			24	20	10	10	10	
				34 %	33 %	33 %	33 %	33 %	

- 2 Palkin taivutusmitoituksen opetusta iPadin avulla.
- 3 Autotalli, jonka rakenteita viikkoharjoituksissa mitoitettiin.
- 4 Ote opiskelijoiden antamasta palautteesta.



4

Myönteistä palautetta

Sain kurssin aikana paljon palautetta opiskelijoilta. Kahoot! -kyselyitä pidettiin hyvinä mitareina osaamistavoitteiden saavuttamisesta. Jokainen sai ikään kuin anonyymien palautteen lennossa edellisen luennon aiheiden omaksumisesta.

Yleisesti koko kurssia ja sen toteutusta koskeva palaute oli positiivista. Sen kiteytti yksi opiskelija elefantin syömiseksi pala kerrallaan. Erityisesti ne opiskelijat, jotka olivat yrittäneet suorittaa kurssia jo aiempina vuosina, pitivät tästä toteutustavasta. Kommenteissa kiiteltiin arvosanan muodostumisen läpinäkyvyyttä ja mahdollisuutta vaikuttaa siihen itse koko kurssin ajan.

Välikokeiden toteuttaminen EXAM-ympäristössä mahdollisti opiskelijoiden osallistumisen tentteihin myös muilta paikkakunnilta. Käytännössä siis opiskelijan ei tarvinnut käydä Tampereella kertaakaan tämän kurssin takia. Tämä miellytti erityisesti niitä opiskelijoita, jotka olivat jääneet kotipaikkakunnilleen etäopintoihin,

Opintojako sai myös kritiikkiä opiskelijoilta. Erityisesti palautetta tuli liian suuresta työmäärästä, hankalista harjoitustöistä, viikkoharjoitusten liian hitaasta tarkastusrytmistä sekä helppolukuisen aineiston puutteesta.

Kuvassa 4 on arvio siitä, kuinka hyvin opiskelijat itse mielestään saavuttivat osaamistavoitteet ja opiskelijoiden antama yleisarvio kurssille.

Tulokset

Osalla opiskelijoista on kurssin harjoitustyö edelleen palauttamatta, mutta joitain huomioita kurssin suorittamisesta voi jo tehdä. Opis-

kelijat saivat arvosanan kurssista aikaisemmin kuin aiempina vuosina. Tätä kirjoittaessa suorituksia oli kolmisenkymmentä, kun osallistujia oli noin 80. Myös arvosanojen jakauma näyttää olevan parempi. Voi kuitenkin olla, että korkeimpia arvosanoja ansaitaan joului- ja tammi-kuussa enemmän kuin helmi- ja maaliskuussa.

Viikkoharjoitusten lopussa kyseltiin kommentteja harjoituksista tai muuten vaan. Monessa vastauksessa oli pohdintaa harjoituksen aiheesta ja niistä näki, että asiaan oli todella paneuduttu. Kolmannen välikokeen korvanneet essee olivat hienoa luettavaa. Moni opiskelija oli perehtynyt aiheeseensa paljon vaadittua syvemmin.

Uskon, että tällä tavalla suoritettuna opiskelijat sisäistivät uuden asian paremmin. Vielä kun tällainen kurssi saadaan toteutettua lähiopetuksena ja harjoituksia vähän viilattua, niin kurssista on tulossa varsinainen houkutuslintu rakennesuunnittelijan opintoihin.

Taulukko 2

Arvosanan muodostuminen pisteiden perusteella

Arvosana	Pisteet	
1	178	59 %
2	198	65 %
3	218	72 %
4	238	78 %
5	258	85 %

Kahoot!

Kahoot! on työkalu, jolla on helppoa tuoda pelillisyyttä opetukseen. Kahootissa opettaja laatii kyselyitä, joihin opiskelijat vastaavat älylaitteilla tai tietokoneilla. Oikeasta vastauksesta saa pisteitä ja pisteitä tulee sitä enemmän mitä nopeammin opiskelija on vastannut. Kahoot! myös näyttää "väliaikailanteen" jokaisen kysymyksen jälkeen.

Moodle

Moodle on ilmainen, avoimen lähdekoodin oliopohjainen oppimisolusta eli virtuaalinen oppimisympäristö (VLE), joka soveltuu monenlaisille käyttäjäryhmille erilaisiin käyttötarkoituksiin. Moodle tarjoaa työvälineitä mm. vuorovaikutukseen, sisällöntuottamiseen ja materiaalin jakamiseen. Lähde: Wikipedia

EXAM

Exam on sähköisen tentin järjestelmä, joka on käytössä lähes kaikissa yliopistoissa ja korkeakouluissa. Sähköiset tentit tehdään videovalvotuissa tenttitiloissa etukäteen varatulla tietokoneella. Opettaja määrittelee ajanjakson, jolla tentti on tehtävissä ja opiskelija varaa itselleen ajan tentin tekemiseen itselle sopivana ajankohtana. Opiskelija voi tehdä tentin myös muussa yliopistossa tai korkeakoulussa kuin missä suorittaa kurssia.