VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY STUDY MODULE CARD

Department of Reinforced Concrete Structures and Geotechnics

A dalis

Modulio pavadinimas
Netiesinė gelžbetoninių statinių analizė

Module title
Nonlinear Analysis of Reinforced Concrete Structures

Modulio grupė	Studijų dalyko
Modulio blokas	Doktorantūros specialybės dalykai
Priklausomybė	Katedros

Mokslo krypties ir srities kodas		**Studijos**
T 002	**T 000**	**Doktorantūros**

Module code

Faculty		Department		B, A, M, I, D	Module No.*
S	T	G	G	D	17202

* modulio registracijos numeris katedroje

Credits

Total	Iš jų: KD, KS, KP
6	0

Form of evaluation

Į, E1, E2, E, BE, BD, TD, A	KD, KS, KP
E	

Studijų forma		Paskaitoms	Lab. darbams	Pratyboms	Aud. darbui	Sav. darbui	Iš viso
Nuolatinės studijos	F	24	0	16	40	120	160
Ištęstinės studijos	I						

Modulio tikslas

Supažindinti doktorantus su gelžbetoninių statinių netiesinės analizės pagrindais

Aim of module

To introduce PhD students to the nonlinear analysis of reinforced concrete structures.

Suteikiamos žinios ir gebėjimai

Žinoti ir gebėti atlikti netiesinę gelžbetoninių statinių analizę.

Provided knowledge and skills

Know and be able to do nonlinear analysis of reinforced concrete structures.

Modulio anotacija

Fizinis ir geometrinis netiesiškumas. Netiesiškumo problemos statiniuose. Betono fizinės-mechaninės savybės kietėjimo stadijoje. Betono susitraukimas ir valkšnumas. Gelžbetoninių konstrukcijų ir statinių deformacijų apskaičiavimo metodai, įvertinant betono susitraukimą ir valkšnumą. Skaičiavimo pavyzdžiai ir rezultatų analizė. Betono struktūros analizė mezolygyje. Betono struktūros analizė mikrolygyje. Betono ir armatūros įtempių ir deformacijų priklausomybės, esant vienaašiam įtempių būviui. Betono stiprumas ir deformacijos, esant dviašiam ir triašiam įtempių būviui. Temperatūros įtaka gelžbetoninių konstrukcijų deformacijoms. Plastiškumo teorijos pagrindai. Betono pleišėjimo modeliai. Diskrečiųjų ir vidutinių plyšių modeliai. Plyšio pločio skaičiavimo metodai. Įlinkių skaičiavimo metodai. Betono ir armatūros sukibimas ir modeliai. Įtempių ir deformacijų analizė sluoksnių metodu. Iteracinių ir tiesioginių skaičiavimo metodų pagrindiniai principai.

Module annotation

Material and geometrical nonlinearity. Nonlinear problems in structures. Physical-mechanical properties of concrete at curing state. Shrinkage and creep of concrete. Deformation analysis methods of reinforced concrete structures accounting for concrete creep and shrinkage. Calculation examples and analysis of results. Analysis of concrete structure at meso-level. Analysis of concrete structure at micro-level. Stress-strain relationships for steel and concrete at uniaxial stress state. Strength and strain of concrete at bi-axial and tri-axial stress state. Influence of temperature on deformations of reinforced concrete constructions. Basics of theory of plasticity. Models of concrete cracking. Discrete and smeared cracks models. Cracks width calculation methods. Deflections calculation methods. Bond between steel and concrete and models. Stress- strain analysis using layer model. Basic principles of direct and iterative calculation methods.

Literature (author, title of publication, publisher, year)

1. J. G. M. van Mier. Concrete fracture :a multiscale approach. Boca Raton (Fla.) CRC Press, 2013, 357 p.
2. M. A. El- Reedy. Advanced materials and techniques for reinforced concrete structures. Boca Raton, FL : CRC Press, 2016, 327 p.
3. R. I. Gilbert, G. Ranzi. Time-dependent behaviour of concrete structures. Abingdon: Spon Press, 2011, 426 p.
4. A. Ghali, R. Favre, M. Elbadry. Concrete structures: stresses and deformations: analysis and design for serviceability. Abingdon : Spon Press, 2012, 637 p..
5. G. Hofstetter, G. Meschke. Numerical modeling of concrete cracking. Vienna: Springer, 2011, 327 p.
6. G. Kaklauskas, D. Bačinskas, V. Gribniak, R. Jakubovskis, D. Ulbinas, E. Gudonis, A. Meškėnas, E. Timinskas, A. Sokolov. Kompozitais armuotos betoninės konstrukcijos. Vilnius: Technika, 2012, 300 p.
7. K. Maekawa, A. Pimanmas, H. Okamura. Nonlinear mechanics of reinforced concrete. London; New York (N.Y.): Spon Press, 2004, 721 p.
8. K. Maekawa, T. Ishida, T. Kishi. Multi-scale modeling of structural concrete. London New York (N.Y.): Taylor & Francis, 2009, 655 p.
9. D. Wang, C. Shi, Z. Wu, J. Xiao, Z. Huang, Z. Fang,. A review on ultra high performance concrete: Part I. Raw materials and mixture design. Construction and Building Materials, 2015, 101 : pp.741-751.
10. D. Wang, C. Shi, Z. Wu, J. Xiao, Z. Huang, Z. Fang,. A review on ultra high performance concrete: Part II. Hydration, microstructure and properties.
11. W. F. Chen. Plasticity in Reinforced concrete. McGraw-Hill Book Company. 2007, 474 p.

Savarankiško darbo turinys

Užduoties pavadinimas	Sav. darbo apimtis vienai užduočiai					Užduočių skaičius				Iš viso valandų			
	Rėžis	Priimta				NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)	NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)
		NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)								
Pasirengimas atsiskaitymui	16-40	60				1				60			
Mokslo tiriamasis darbas	40-280	50				1				50			
Kitos savarankiškos studijos	1-200	10				1				10			

Savarankiško darbo grafikas

Užduoties tipas			užduoties pateikimo(*) ir atssikaitymo(+) savaitė																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nuolatinė	Mokslo tiriamasis darbas	*		1																		
		+														1						

Modulio sudarytojai (vardas,pavardė)	**Module examiners** (name, surname):	**Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):
Gintaris Kaklauskas	Darius Bačinskas Gintaris Kaklauskas	Juozas Valivonis

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulis atestuojamas				
2. Modulis skirtas mokslo krypčiai:	**Statybos inžinerija**			
3. Modulio atestacija galioja: nuo	2026-09-01		iki	2028-08-31

Modulį atestavo
Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas (vardas, pavardė)

Juozas Valivonis Data 2024-09-05

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY STUDY MODULE CARD

Gelžbetoninių konstrukcijų ir geotechnikos katedra

B dalis

Modulio pavadinimas
Netiesinė gelžbetoninių statinių analizė

Module title
Nonlinear Analysis of Reinforced Concrete Structures

Modulio kodas						**Kreditai**		**Atsiskaitymo forma**	
Fakultetas	Katedra	B, A, M, I, D	Modulio Nr.*			Iš viso:	Iš jų: KD, KS, KP	Į, E1, E2, E, BE, BD, TD, A	KD, KS, KP
S	T	G	G	D	17202	6	0	E	

* modulio registracijos numeris katedroje

Studijų forma		Paskaitoms	Lab. darbams	Pratyboms	Aud. darbui	Sav. darbui	Iš viso
Nuolatinės studijos	F	24	0	16	40	120	160
Ištęstinės studijos	I						

List of the Course lecture topics

Lecture topics	Number of hours			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Physical and material nonlinearity	1			
2. Structural nonlinear problems	1			
3. Basics of concrete plasticity	1			
4. Limit analysis method	1			
5. Concrete physical and mechanical properties at the hardening stage	1			
6. Concrete shrinkage	1			
7. Concrete creep	1			
8. Stress and strain analysis of concrete structures due to shrinkage and creep effects	1			
9. Basics of concrete mechanics	2			
10. Mezo-level analysis of concrete structure	1			
11. Micro-level analysis of concrete structure	1			
12. Stress-strain relations of concrete and reinforcement at the uniaxial stress state	1			
13. Stress-strain relations of concrete and reinforcement at the biaxial and triaxial stress state	1			
14. Temperature effect on deformations of concrete structures	1			

15. Concrete crack models	2			
16. Methods of crack width analysis	1			
17. Methods of deflection analysis	1			
18. Bond between concrete and reinforcement and methods of analysis using bond models	1			
19. Layer model for stress and strain analysis of concrete structures	1			
20. Principles of iterative and direct calculation methods	1			
21. Examples of geometrically nonlinear problems. Analytical solution methods of such problems	1			
22. Nonlinear problems using standard finite element programs	1			
In total:	**24**			

List of the Course exercise topics

Lecture topics	Number of hours			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Examples of prediction of concrete creep and shrinkage and their analysis	2			
2. Stress and strain analysis of concrete structures taking into account shrinkage and creep effects	3			
3. Examples of iterative and direct calculation methods	2			
4. Layer model for stress and strain analysis of concrete structures	3			
5. Modelling of nonlinear and cracking effects of concrete using layer approach	2			
6. Developing flow-charts and computer programs for structural analysis	2			
7. Nonlinear problems using standard finite element programs	2			
In total:	**16**			

Compilers of the module (name,surnam	**Modulio egzaminuotojai** (vardas, pavardė):	**Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):
Gintaris Kaklauskas	Darius Bačinskas Gintaris Kaklauskas	Juozas Valivonis

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulis atestuojamas				
2. Modulis skirtas mokslo krypčiai:	**Statybos inžinerija**			
3. Modulio atestacija galioja: nuo	2026-09-01		iki	2028-08-31

Modulį atestavo
Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas (vardas, pavardė)

Juozas Valivonis	Data	2024-09-05