

Zahtjev za dobivanje suglasnosti na  
dvogodišnjem programu stručnog usavršavanja za  
ovlaštene projektante za razdoblje 2025.- 2026.

Naziv plana i programa:

„Energetsko svojstvo zgrade - osnove izračuna i najnovija  
dostignuća u materijalima i tehničkim sustavima“

Trajanje: 43 školska sata

Mjesto održavanja: Internet aplikacija Thorium.Academy

Organizator: Thorium Software d.o.o., OIB: 65034433550, Kolarova ulica 16,  
Zagreb

Namijenjeno: Ovlaštenim arhitektima, ovlaštenim inženjerima građevinarstva,  
ovlaštenim inženjerima strojarstva i ovlaštenim inženjerima elektrotehnike

Studeni, 2024.g.

## Sadržaj:

1 Kratki sadržaj edukacije .....	3
2 Provođenje stručnog usavršavanja.....	3
3 Popis predavača, odnosno voditelja.....	3
4 Plan i program stručnog usavršavanja „Energetsko svojstvo zgrade - osnove izračuna i najnovija dostignuća u materijalima i tehničkim sustavima“ - tehnička regulativa .....	4
4.1 Kratki sadržaj po temama iz tehničke regulative:.....	5
5 Plan i program stručnog usavršavanja „Energetsko svojstvo zgrade - osnove izračuna i najnovija dostignuća u materijalima i tehničkim sustavima“ - stručni dio .....	12
5.1 Kratki sadržaj po temama iz stručnog dijela:.....	13

## 1 Kratki sadržaj edukacije

Energetsko svojstvo zgrade danas je jedan od ključnih zahtjeva u graditeljstvu, koji se mora zadovoljiti prilikom projektiranja novih objekata i rekonstrukcije postojećih. S obzirom na prioritete Europske unije, uključujući Hrvatsku, ubrzava se razvoj tehnologija koje smanjuju emisiju CO<sub>2</sub> i potiču upotrebu obnovljivih izvora energije. To je također dovelo do promjena u zakonodavnom okviru, gdje se zahtjevi za energetske učinkovitost stalno pooštavaju.

Jedna od najvažnijih smjernica u ovom području je Direktiva 2010/31/EU o energetske učinkovitosti zgrada, koja zahtijeva da sve nove zgrade u EU budu zgrade gotovo nulte potrošnje energije (nZEB), počevši od 2021. godine. Ova direktiva stavlja naglasak na poboljšanje energetske učinkovitosti kroz bolje projektiranje, kvalitetnije materijale, te integraciju obnovljivih izvora energije.

Osim zakonodavnih okvira, implementacija novih materijala, poput visokoučinkovite toplinske izolacije i prozora s niskim U-vrijednostima, kao i naprednih tehničkih sustava (ventilacija s rekuperacijom topline, pametni sustavi upravljanja energijom) doprinosi postizanju većih standarda energetske učinkovitosti. Ove mjere imaju ključnu ulogu u smanjenju potrošnje energije u zgradama i prelasku na održivije energetske sustave.

Cilj ovih smjernica i zakona je stvaranje energetski učinkovitih zgrada koje ne samo da smanjuju ekološki otisak, već i dugoročno doprinose smanjenju troškova energije i povećanju udobnosti stanovanja.

Ovaj program stručnog usavršavanja pruža stručnjacima u arhitekturi, građevini, strojarstvu i elektrotehnici uvid u najnovija dostignuća u materijalima i tehničkim sustavima, s naglaskom na interdisciplinarnost i usklađenost rješenja iz različitih struka, što je ključno za postizanje maksimalne energetske učinkovitosti u zgradama.

## 2 Provođenje stručnog usavršavanja

Provođenje stručnog usavršavanja provodit će se putem informatičke tehnologije – na daljinu. U tu svrhu napravljena je Internet aplikacija Thorium Academy.

## 3 Popis predavača, odnosno voditelja

- Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
- Pero Žodan, dipl.ing.stroj.
- Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.
- Doc. dr. sc. Nenad Ferdelji, dipl.ing.stroj.

- Dario Ilija Rendulić, dipl.ing.el., odgovorna osoba za provedbu i voditelj Programa izobrazbe

#### 4 Plan i program stručnog usavršavanja „Energetsko svojstvo zgrade - osnove izračuna i najnovija dostignuća u materijalima i tehničkim sustavima“ - tehnička regulativa

Satnica programa, s navedenim temama iz područja tehničke regulative i predavačima dana je u nastavku:

Naziv teme iz područja tehničke regulative:	Predavač/ica:	Vrednovanje / školski sat:
Propisi iz područja energetske učinkovitosti	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	4
Osnove zgradarstva , izvedba zgrada: Minimalna procijenjena obilježja za zgrade	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Tipologija zgrade	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Sustavi grijanja: Osnove meteorologije - Mikroklima i higijena prostora	Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja: Projektni toplinski gubici	Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja: Toplinska energija za grijanje	Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja: Toplinski gubici sustava - Godišnja isporučena i primarna energija	Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.	1
Fizika zgrade i složene konstrukcije građevnih dijelova zgrade: Zaštita od požara na zgradama	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	2
Fizika zgrade i složene konstrukcije građevnih dijelova zgrade: Zvuk, osvjetljenje, ventilacija	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	2
Sustavi ventilacije	Doc. dr. sc. Nenad Ferdelji, dipl.ing.stroj.	1
Strojarski algoritam - sustav grijanja prostora	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	4

Proračun sustava DT	Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.	1
Ukupno školskih sati:		20

#### 4.1 Kratki sadržaj po temama iz tehničke regulative:

Propisi iz područja energetske učinkovitosti
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
4 školska sata
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ključni elementi, ciljevi Direktive 2010/31/EU o energetske svojstvima zgrada (EPBD i EPBD II) i Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti (EED), te drugih bitnih direktiva i dokumenata iz područja energetske učinkovitosti</li> <li>• Zakon o energetske učinkovitosti (NN 127/14, NN 116/18, NN 25/20, NN 41/21)</li> <li>• Zakon o gradnji (NN 153/13, NN 20/17, NN 39/19, NN 125/19)</li> <li>• Pravilnik o kontroli energetske certifikata zgrade i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi (NN 73/15, NN 54/20)</li> <li>• Pravilnik o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije (NN 98/21, NN 30/22 i NN 96/23)</li> <li>• Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju (NN 88/17, NN 90/20, NN 01/21, NN 45/21)</li> <li>• Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20)</li> <li>• Tehnički propis o sustavima grijanja i hlađenja zgrada (NN 110/08)</li> <li>• Tehnički propis za prozore i vrata (NN 69/06)</li> <li>• Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada (NN 03/07)</li> <li>• Tehnički propis za dimnjake u građevinama (NN 03/07)</li> <li>• Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 14/19)</li> </ul>

<b>Osnove zgradarstva , izvedba zgrada: Minimalna procijenjena obilježja za zgrade</b>
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju (NN 88/17, NN 90/20, NN 01/21, NN 45/21)</li> <li>• Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20)             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Obavezno ispitivanje zrakopropusnosti na izgrađenoj novoj ili rekonstruiranoj postojećoj zgradi prema HRN EN ISO 9972:2015, metoda određivanja 1, prije tehničkog pregleda zgrade</li> </ul> </li> <li>• Osnovni pojmovi:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ dijelovi zgrade,</li> <li>○ klimatski podaci,</li> <li>○ temperature gijanja, hlađenja,</li> <li>○ ventilacija za provjeru ispunjavanja uvjeta TPRUETZZ I EC</li> <li>○ geometrija zgrade                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HRN EN ISO 13789:2008, dodatak B, za slučaj vanjskih dimenzija građevnih dijelova</li> <li>▪ točka 5.1.5. HRN ISO 9836. Definicija i proračun pokazatelja ploštine i prostora (osim grijanih uključuje i negrijane zatvorene dijelove zgrade)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrada</li> <li>• Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade (nZEB) grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili više</li> <li>• Najveće dopuštene vrijednosti za postojeće zgrade grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili više prilikom rekonstrukcije</li> <li>• Približni faktori oblika za različite tipologije izgradnje</li> <li>• Najveći dopušteni koeficijenti prolaska topline pojedinih građevnih dijelova</li> </ul>
<b>Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Tipologija zgrade</b>
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20)</li> <li>• Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada 2021.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Izgradnja do 1940.</li> <li>○ Izgradnja između 1940. i 1970.</li> <li>○ Izgradnja između 1970. i 1987.</li> <li>○ Izgradnja između 1987. i 2006.</li> </ul> </li> </ul>

Sustavi grijanja: Osnove meteorologije - Mikroklima i higijena prostora
Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju (NN 88/17, NN 90/20, NN 01/21, NN 45/21)</li> <li>• Vanjska projektna temperatura izračunata i prikazana prema normi HRN EN ISO 15927-5 u nacionalnom dodatku norme HRN EN 12831.</li> <li>• definicija (HRN EN ISO 7730): Stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim stanjem okoliša</li> <li>• Proračunske zone</li> <li>• Faktori toplinske ugodnosti - primjer kriterija ugodnosti PMV-PPD i unutarnjih temperatura za standardne prostore (ASHRAE 55-94R - 2001, EN ISO 7730 - 2001)</li> <li>• Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, NN 70/18, NN 73/18, NN 86/18, NN 102/20)</li> <li>• Temperatura zraka - unutarnja projektna temperatura grijanja</li> <li>• Kvaliteta zraka</li> </ul>

Sustavi grijanja: Projektni toplinski gubici
Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisijski toplinski gubici - detaljan proračun prema normi HRN EN ISO 13370</li> <li>• Ventilacijski toplinski gubici</li> <li>• Norma HRN EN 12831- Sustavi grijanja u zgradama: Metoda proračuna projektnih toplinskih gubitaka</li> <li>• Općeniti postupak proračuna</li> <li>• Norma HRN EN 12831 - Metoda proračuna projektnih toplinskih gubitaka</li> </ul>

Sustavi grijanja: Toplinska energija za grijanje
Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma HRN EN ISO 13790 - Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora</li> <li>• Norma HRN EN 15316-3-1 - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-1: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, pokazatelji potreba prema izljevnom mjestu</li> </ul>

Sustavi grijanja: Toplinski gubici sustava - Godišnja isporučena i primarna energija
Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma HRN EN 15316-2-1 - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-1: Sustavi za grijanje prostora izmjenom topline</li> <li>• Norma HRN EN 15316-2-3 - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-3: Razvodi sustava grijanja prostora</li> <li>• Norma HRN EN 15316-3-2 - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-2: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, razvod</li> <li>• Norma HRN EN 15316-3-3 - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-3: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, zagrijavanje</li> <li>• Norma HRN EN 15316-4-1 - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-1: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem (kotlovi)</li> <li>• Norma HRN EN 15316-1 - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – 1. dio: Općenito</li> </ul>

Fizika zgrade i složene konstrukcije građevnih dijelova zgrade: Zaštita od požara na zgradama
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
2 školska sata
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahtjevi <ul style="list-style-type: none"> <li>• razredi reakcije na požar prema kriterijima norme HRN EN 13501-1</li> <li>• Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19 i 65/20), čl. 40.)</li> <li>• Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)</li> <li>• Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10 i NN 114/22)</li> <li>• Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)</li> <li>• Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22, 155/23)</li> <li>• Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19 i 65/20), čl. 40.</li> <li>• Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94 - ispravak i 142/03)</li> <li>• Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)</li> </ul> </li> <li>• Pasivne mjere zaštite od požara (pristupi, evakuacija, sektori, materijali...)</li> </ul>



- Reakcija na požar građevnih proizvoda prema kriterijima norme HRN EN 13501-1
- Aktivne mjere zaštite od požara (aparati za gašenje, sprinkler...)
  - Pravilnik o vatrogasnim aparatima (NN 101/11 i 74/13)
  - Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 8/06)
  - Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
  - Pravilnik o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN 44/12, 98/21, 89/22)

Fizika zgrade i složene konstrukcije građevnih dijelova zgrade: Zvuk, osvjjetljenje, ventilacija

Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.

2 školska sata

- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Smjernice za izradu analize ZDRAVI UNUTARNJI KLIMATSKI UVJETI 2021\_09\_08
- Smjernice za izradu analize MEHANIČKA OTPORNOST I STABILNOST 2021\_09\_08
- Smjernice za izradu analize SIGURNOST U SLUČAJU POŽARA 2021\_09\_08
- Osnove zvučne zaštite (zahtjevi, zračni i udarni zvuk, vanjska buka...)
  - HRN EN 61672-1:2014 – Elektroakustika – Zvukomjeri -- 1. dio: Specifikacije
  - Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
  - Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
  - Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)
    - HRN ISO 1996 - Akustika -- Opis, mjerenje i ocjenjivanje buke okoliša
  - Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)
  - Akustika u građevinarstvu. Tehnički propisi za projektiranje i građenje zgrada (HRN U.J6.201/89)
  - HRN EN 12354 - Akustika u zgradarstvu - Procjena akustičkih svojstava zgrada iz akustičkih svojstava elemenata
  - HRN EN ISO 717 - Akustika - Određivanje jednobrojne vrijednosti zvučne izolacije zgrada i građevnih dijelova zgrade
- Zvučna izolacija građevnih elemenata (zidovi, podovi, prozori....)
  - Potrebna zvučno izolacijska moć pročelja – proračun po VDI 2719
  - Zvučna izolacija jednostrukog i IZO stakla prema HRN EN 12758 za dim. stakla 1,23 x 1,48m

- Usklađivanje zahtjeva za toplinsku i zvučnu zaštitu kod energetske sanacije ovojnice zgrada
- Prirodno osvjjetljenje i ventilacija prostorija postojećih zgrada i nakon energetske sanacije ovojnice zgrada
  - Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/2020)
  - HRN EN 12464 Svjetlo i rasvjeta - Rasvjeta radnih mjesta
  - HRN EN 12193 Svjetlo i rasvjeta - Rasvjeta sportskih objekata
  - HRN EN 17037 Dnevno svjetlo u zgradama
  - HRN EN 12831-1:2017 - Energijska svojstva zgrada -- Metoda proračuna projektnog toplinskog opterećenja - 1. dio: Toplinsko opterećenje prostora
- Mehanička i kombinirana ventilacija prostorija u zgradama

#### Sustavi ventilacije

Doc. dr. sc. Nenad Ferdelji, dipl.ing.stroj.

1 školski sat

Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade, koji je sastavni dio metodologije a koja je stavljena na snagu temeljem tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštite u zgradama. Algoritam obrađuje norme: HRN EN 15241, HRN EN 15316, HRN EN 15316, HRN EN 13790, HRN EN 15306, HRN EN 13779, DIN V 18599, HRN EN 15242, HRN EN ISO 13789, HRN EN 15243, HRN EN 1886, HRN EN J.3, HRN EN 13053.

- Koncept proračuna potrebne energije za ventilaciju zgrade
- Gvik sustav:
  - klimakomora
  - odabir sustava
  - princip proračuna
  - primjeri

#### Strojarski algoritam - sustav grijanja prostora

Pero Žodan, dipl.ing.stroj.

4 školska sata

- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Ocjena ugodnosti preko kvalitete unutarnjeg zraka – prema HRN EN 13779
- Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade
- HRN EN 15242 – Faktor propuštanja razvodnih kanala u ovisnosti o klasi kanala

- Faktor propuštanja AHU jedinice u ovisnosti o njenoj klasi prema HRN EN 15242
- HRN EN ISO 13789 C.4 – koeficijent  $e_{wind}$  za klasu zaklonjenosti
- Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode
- Podsustav razvoda toplinske enegije u prostor
- Podsustav za proizvodnju toplinske energije izgaranjem (kotlovi)
- Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem biomase
- Proračun prosječne snage podsustava proizvodnje
- Sustavi za pripremu potrošne tople vode
- Isporučena i primarna energija

#### Proračun sustava DT

Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.

1 školski sat

- Proračun isporučene energije prema:
  - HRN EN ISO 13790 – potrebna energija za grijanje i hlađenje
  - HRN EN 15316-3-1 – potrebna energija – priprema PTV
  - HRN EN 15316-2-1 – toplinska energija u podsustavu predaje – grijanje
  - HRN EN 15316-2-3 – toplinska energija u podsustavu razvoda – grijanje
  - HRN EN 15316-3-2 – toplinska energija u podsustavu razvoda – priprema PTV
  - HRN EN 15316-4-2 – toplinska energija u podsustavu proizvodnje – dizalica topline
  - HRN EN 15243 – rashladna energija u podsustavu predaje, razvoda i proizvodnje – sustav hlađenja
  - Algoritam – sustavi grijanja i pripreme PTV – sustavi ventilacije, klimatizacije i hlađenja
- DT zrak – voda
- DT voda – voda + solarni sustav
- DT tlo – voda
- Rashladnik vode zrakom hlađen
- Neposredni sustav zrakom hlađen
- Rashladnik vode vodom hlađen (suhi hladnjak)
- Rashladnik vode vodom hlađen (rashladni toranj)

## 5 Plan i program stručnog usavršavanja „Energetsko svojstvo zgrade - osnove izračuna i najnovija dostignuća u materijalima i tehničkim sustavima“ - stručni dio

Satnica programa, s navedenim temama iz stručnog dijela i predavačima dana je u nastavku:

Naziv teme iz stručnog dijela:	Predavač/ica:	Vrednovanje / školski sat:
Osnove energetike i fizike zgrade: Mjerne jedinice - Kretanje topline i vlage	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove energetike i fizike zgrade: Prijenos topline	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove energetike i fizike zgrade: Prijenos vlage - Akumulacija topline u građevnim dijelovima (Dinamičke toplinske karakteristike konstrukcija), Temperaturni rad - toplinsko istežanje	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Materijali - dio 1 od 3	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Materijali - dio 2 od 3	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Materijali - dio 3 od 3	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Negrijani dijelovi zgrade, podovi, krovovi	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Zidovi - Prozori i vrata, svojstva stakla, zrakopropusnost, zaštita	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	2
Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Toplinski mostovi - mjere poboljšanja ovojnice	Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.	1
Sustavi grijanja: Klasični izvori energije - Osnove za izračun TTI	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	2

Sustavi grijanja: Podsustav predaje toplinske energije	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	2
Sustavi grijanja: Podsustav razvoda toplinske energije	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja: Podsustav proizvodnje toplinske energije izgaranjem (kotlovi)	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja: Dimnjaci - Sustavi za pripremu potrošne tople vode - Cjeline za ispitivanje i pregled sustava	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja: Uvod - Alternativni i OIE - Sunčevo zračenje	Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.	3
Sustavi grijanja: Solarni kolektori	Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja, hlađenja i ventilacije: Ugoda u prostoru i kućna ventilacija – dio 1 od 2	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	1
Sustavi grijanja, hlađenja i ventilacije: Ugoda u prostoru i kućna ventilacija – dio 2 od 2	Pero Žodan, dipl.ing.stroj.	1
Ukupno školskih sati:		23

## 5.1 Kratki sadržaj po temama iz stručnog dijela:

<b>Osnove energetike i fizike zgrade: Mjerne jedinice - Kretanje topline i vlage</b>
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvedene mjerne jedinice transporta topline</li> <li>• Izvedene mjerne jedinice transporta vlage</li> <li>• Kondukcija (provođenje)</li> <li>• Kovekcija (strujanje)</li> <li>• Radijacija (zračenje)</li> <li>• Kretanje vlage - rosište</li> </ul>

<b>Osnove energetike i fizike zgrade: Prijenos topline</b>
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proračun koeficijenta prolaska topline i toplinskog otpora</li> <li>• Proračun ukupnog toplinskog otpora nehomogenih građevnih dijelova</li> <li>• Ispravci koeficijenta prolaska topline</li> <li>• Posebni slučajevi proračuna koeficijenta prolaska topline</li> </ul>

Osnove energetike i fizike zgrade: Prijenos vlage - Akumulacija topline u građevnim dijelovima (Dinamičke toplinske karakteristike konstrukcija), Temperaturni rad - toplinsko istežanje
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<p>PRIJENOS VLAGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapilarno kretanje vlage</li> <li>• Difuzija vlage</li> <li>• Proračun kondenzacije vodene pare na površini građevnih dijelova</li> <li>• Proračun kondenzacije vodene pare unutar građevnih dijelova</li> </ul> <p>AKUMULACIJA TOPLINE U GRAĐEVNIM DIJELOVIMA - Dinamičke toplinske karakteristike konstrukcija</p>

Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Materijali - dio 1 od 3
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<p>Materijali općenito, vrste i svojstva</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovna svojstva za odabir materijala, druga specifična svojstva</li> <li>• Mehanička svojstva konstruktivnih materijala, ostala svojstva konstruktivnih materijala</li> <li>• Trajnost materijala pri dugotrajnoj izloženosti vodi i vlazi, toplinska svojstva konstruktivnih materijala</li> </ul>

Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Materijali - dio 2 od 3
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<p>Vrste i svojstva toplinsko – izolacijskih materijala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zajedničke karakteristike toplinskih izolacija</li> <li>• Svojstva koja se zahtijevaju od suvremenih termoizolacijskih materijala, dodatna zahtjevana svojstva ovisno o vrsti zgrade odnosno mjestu ugradnje</li> <li>• Podjela toplinsko- izolacijskih materijala po porijeklu</li> <li>• Mineralna vuna – upotreba, mjesta ugradnje, dodatna površinska obrada ploča i rola mineralne vune</li> <li>• Polistiren – upotreba, mjesta ugradnje</li> </ul>

Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Materijali - dio 3 od 3
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPS „termobeton”</li> <li>• Poliuretanska kruta pjena – PUR</li> </ul>

- Poliizocijanuratna kruta pjena - PIR
- Čelijasto staklo – CG (cellular glass)
- Prirodni materijali anorganskog porijekla
- Prirodni materijali organskog porijekla
- Specijalni toplinsko – izolacijski materijali
- Utjecaj termoizolacija na okoliš

<b>Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Negrijani dijelovi zgrade, podovi, krovovi</b>
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
<b>1 školski sat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negrijani dijelovi zgrade, određivanje temperaturnih zona</li> <li>• Podovi na tlu</li> <li>• Podovi iznad vanjskog zraka, iznad negrijanih prostorija</li> <li>• Spoj poda na tlu i zida</li> <li>• Pod na tlu s podnim grijanjem</li> <li>• Zvučna izolacija podova</li> <li>• Podovi prema negrijanim prostorijama</li> <li>• Kosi krov grijanog potkrovlja</li> <li>• Kosi krov – negrijani tavan</li> <li>• Ravni krov</li> </ul>

<b>Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Zidovi - Prozori i vrata, svojstva stakla, zrakopropusnost, zaštita</b>
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
<b>2 školska sata</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vanjski, prema negrijanim prostorima</li> <li>• Jednoslojni, višeslojni Višeslojni zidovi – termoizolacija bliže vanjskoj strani konstrukcije</li> <li>• Komponente etics sustava</li> <li>• Višeslojni zidovi – termoizolacija bliže unutrašnjoj strani konstrukcije</li> <li>• Višeslojni zidovi – termoizolacija unutar konstrukcije</li> <li>• Višeslojni zidovi – termoizolacija cijelom debljinom konstrukcije</li> <li>• Višeslojni zidovi – utjecaj položaja termoizolacije na temperaturni rad</li> <li>• Vanjski zidovi - dvostruke staklene ovojnice</li> <li>• Tipovi vrata i prozora</li> <li>• Vrste stakla, svojstva i toplinski dobici</li> <li>• Zaštite od sunčevog zračenja</li> <li>• Zrakopropusnost sljubnica prozora</li> <li>• Ispitivanje zrakopropusnosti ovojnice zgrade</li> </ul>

Osnove zgradarstva, izvedba zgrada: Toplinski mostovi - mjere poboljšanja ovojnice
Dina Grgin, dipl.ing.arh. / dr.sc. Dean Čizmar, dipl.ing.aedif.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiranje toplinskih mostova</li> <li>• Posljedice jakih toplinskih mostova</li> <li>• Načini i sredstva za smanjenje toplinskih mostova</li> <li>• Proračun utjecaja toplinskog mosta na toplinske gubitke</li> </ul>

Sustavi grijanja: Klasični izvori energije - Osnove za izračun TTI
Pero Žodan, dipl.ing.stroj.
2 školska sata
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podsustav predaje (emisije) toplinske energije u prostor</li> <li>• Osnovna podjela termotehničkog sustava grijanja prostora</li> <li>• Osnovna termotehnička shema podsustava proizvodnje toplinske energije</li> </ul>

Sustavi grijanja: Podsustav predaje toplinske energije
Pero Žodan, dipl.ing.stroj.
2 školska sata
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prijenos topline – općenito</li> <li>• Provođenje topline</li> <li>• Toplinski tok</li> <li>• Prenošnje (izmjena) – zračenjem (radijacija) topline</li> <li>• Ogrjevna tijela, proračunavanje standardnog toplinskog učinka</li> <li>• Sustavi grijanja s grijanim plohama prostora</li> <li>• Toplinski učinak ogrjevnog tijela u stvarnim pogonskim uvjetima</li> </ul>

Sustavi grijanja: Podsustav razvoda toplinske energije
Pero Žodan, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jedno cijevni sustav grijanja</li> <li>• Dvocijevni sustav grijanja</li> <li>• Razvodna mreža ogrjevnog medija</li> <li>• Toplinska izolacija cijevnog razvoda</li> <li>• Crpke u sustavima grijanja i PTV-a</li> <li>• Sustav grijanja s otvorenom ekspanzijskom posudom</li> <li>• Sustav grijanja sa zatvorenim sustavom ekspanzije</li> <li>• Sustav grijanja s DIKTIR sustavom ekspanzije</li> </ul>

Sustavi grijanja: Podsustav proizvodnje toplinske energije izgaranjem (kotlovi)
---



Pero Žodan, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uvod: osnove izgaranja – gorenja</li> <li>• Podjela sustava grijanja</li> <li>• Daljinski sustavi grijanja</li> <li>• Lokalni izvori toplinske energije</li> <li>• Osnovna podjela kotlova</li> </ul>

Sustavi grijanja: Dimnjaci - Sustavi za pripremu potrošne tople vode - Cjeline za ispitivanje i pregled sustava
Pero Žodan, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimnovodni sustavi</li> <li>• Vrste dimnjaka</li> <li>• Princip rada dimnovodnog sustava</li> <li>• Dimenzioniranje dimnjaka</li> <li>• Označavanje dimnjaka</li> <li>• Zahtjevi na konstrukciju i mjerenje karakteristika</li> <li>• Ispitivanje toplovodnih kotlova</li> <li>• Sustavi za dovod goriva</li> </ul>

Sustavi grijanja: Uvod - Alternativni i OIE - Sunčevo zračenje
Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.
3 školska sata
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvori u proizvodnji primarne energije u rh</li> <li>• Obnovljivi izvori energije: pasivno i aktivno korištenje na zgradi</li> <li>• Spektralna razdioba zračenja</li> <li>• Toplinski tok zračenja</li> </ul>

Sustavi grijanja: Solarni kolektori
Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl.ing.stroj.
1 školski sat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kut nagiba solarnog kolektora</li> <li>• Razmak između redova solarnih kolektora</li> <li>• Solarni toplovodni sustavi</li> <li>• Solarni kolektori - dimenzioniranje</li> <li>• Spremnik tople vode – tipovi</li> <li>• Regulacija solarnog toplovodnog sustava</li> </ul>

- Daljinsko solarno toplovodno grijanje
- Norme i ispitivanja

#### Sustavi grijanja, hlađenja i ventilacije: Ugoda u prostoru i kućna ventilacija – dio 1 od 2

Pero Žodan, dipl.ing.stroj.

1 školski sat

- Sastav suhog čistog zraka
- Podjela sustava grijanja
- Nenamjerna prirodna ventilacija – infiltracija
- Mehanička ventilacija prostora
- Ocjena ugodnosi preko kvalitete unutarnjeg zraka
- Energetski učinkovita rješenja za smanjenje potrošnje energije u zgradi

#### Sustavi grijanja, hlađenja i ventilacije: Ugoda u prostoru i kućna ventilacija – dio 2 od 2

Pero Žodan, dipl.ing.stroj.

1 školski sat

- Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade
- Implementacija algoritma u Thorium A+
- Mehanička ventilacija u niskoenergetskoj obiteljskoj kući