

# KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI



PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO

**IMPRESSUM:****Urednica:**

prof.dr.sc. Ivana Banjad Pečur, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

**Autori:**

Tatjana Lukman, *Graditeljska škola Čakovec*

Darinka Kalšan, *Graditeljska škola Čakovec*

Đurđa Plavljanić, *Graditeljska škola Čakovec*

doc.dr.sc. Bojan Milovanović, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

Ivana Carević, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

Katarina Ćurković, *Hrvatski zavod za zapošljavanje*

Silvija Grgurić, *Hrvatski zavod za zapošljavanje*

Marija Ivanović, *Hrvatski zavod za zapošljavanje*

Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUPFAS)

**Recenzenti:**

Ivana Carević, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

prof.dr.sc. Ivana Banjad Pečur, *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*

Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUPFAS)

**Dizajn i prijelom:**

Antonija Čičak

**ISBN:**

978-953-6272-88-4

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000953189.

**Tisak:**

TISKARA ZELINA d.d.

Katarine Krizmanić 1, 10380 Sveti Ivan Zelina

Odgovornost za sadržaj ove publikacije preuzimaju isključivo autori. Njihov sadržaj ne odražava nužno službena stajališta Europske unije. EASME niti Europska komisija nisu odgovorni za bilo kakvo korištenje sadržanim informacijama.

**Nakladnik:**

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Sva prava pridržavaju autori i urednica. Niti jedan dio ove knjige ne smije se reproducirati ili distribuirati bez dopuštenja autora i urednice.

Zagreb, 2016.



## **PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO**









Usljed nedostatka odgovarajuće stručno osposobljenih radnika na hrvatskom tržištu, prepoznata je potreba za **usavršavanjem/osposobljavanjem/prekvalifikacijom radne snage** za energetske učinkovitu obnovu i gradnju objekata, koji će time jamčiti za kvalitetnu izvedbu. S obzirom na navedeno, u okviru europske inicijative Build Up Skills pokrenut je projekt CROSKILLS, koji je podijeljen u dvije faze. U prvoj fazi izrađena je Analiza stanja u zgradarstvu Hrvatske i vještina građevinskih radnika u energetske učinkovitosti, uspostavljena Nacionalna kvalifikacijska platforma te izrađene Nacionalne smjernice za kontinuiranu izobrazbu građevinskih radnika u energetske učinkovitosti, koje je podržalo više od 20 nacionalnih institucija i sektorskih organizacija.

**Opći cilj projekta CROSKILLS** jest uspostaviti sveobuhvatni program kvalifikacija i osposobljavanja građevinskih radnika, kako bi se omogućilo cjeloživotno osposobljavanje radnika u području energetske učinkovitosti te sustavna evaluacija kvalificirane radne snage u državi. Projektom CROSKILLS obuhvaćeno je sljedećih šest prioriteta građevinskih zanimanja: ZIDAR, FASADER, KROVOPOKRIVAČ, SOBOSLIKAR LIČILAC, MONTER SUHE GRADNJE I TESAR.

Jedna od važnih karika za uspostavljanje sveobuhvatnog programa kvalifikacija i osposobljavanja građevinskih radnika jest **obuka trenera** koji bi svoja novostečena znanja i vještine trebali prenijeti na jednu od skupina prioriteta građevinskih zanimanja. Priručnici za šest prioriteta građevinskih zanimanja za obuku trenera podijeljeni su na ZAJEDNIČKI DIO, s cjelinama koje su jednake za sva zanimanja, te STRUKOVNI DIO s cjelinama koje se odnose na jedno od prioriteta građevinskih zanimanja u području energetske učinkovitosti.

**Ovaj priručnik namijenjen je svima onima koji imaju znanja iz 6 prioriteta građevinskih zanimanja projekta CROSKILLS, s ciljem da ih dodatno usavrše u području energetske učinkovitosti.** Obučavanje trenera za prenošenje potrebnih vještina i znanja drugima predstavlja osnovu za uspješnu realizaciju projekta CROSKILLS.



## ZAJEDNIČKI DIO PRIRUČNIKA OBUHVAĆA SLJEDEĆE CJELINE I TEME, NAMIJENJENE TEORIJSKOJ NASTAVI:

U poglavlju **ENERGETSKA UČINKOVITOST** definirani su ciljevi Europske unije do 2020. godine, odnosno do 2030. godine. Poglavlje **ENERGETSKA UČINKOVITOST** sadrži podpoglavlje **Pojmovnik** u kojem se mogu naći najvažniji izrazi povezani s energetsom učinkovitošću (Energetski certifikat, Energetski pregled zgrade, Energetski razred zgrade, Energetsko svojstvo zgrade, Energetsko bilanca zgrade, Energetska učinkovitost, Energetska usluga, Faktor oblika zgrade, Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje, Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje, Gospodarenje energijom, Građevni dio zgrade, Izvješće o energetsom pregledu, Koeficijent prijelaza topline, Niskoenergetska kuća, Nova zgrada, Obiteljska kuća, Obnovljivi izvori energije, obujam grijanog dijela zgrade, Oplošje grijanog dijela zgrade, otpor prolaska toplini, Ovojnica zgrade, Ovojnica zgrade, Pasivna kuća, Prijenos topline, Specifični toplinski kapacitet, Stambena zgrada, Temperatura, Termotehnički sustav, Tehnički sustav, Toplina, Toplinska provodljivost, Toplinska obnova, Toplinski most, Troškovno optimalna razina, Značajna obnova zgrade, Zgrada, Zgrada gotovo nulte energije), te podpoglavlje **Ciljevi i uštede** kojim su ukratko obuhvaćeni glavni ciljevi energetske učinkovitosti u Republici Hrvatskoj, te što se u konačnosti može postići ulaganjem u toplinsku ovojnicu.

U poglavlju **POSTUPANJE S GRAĐEVINSKIM OTPADOM** ukratko su obuhvaćene teme gospodarenja građevinskim otpadom i građevinskog otpada općenito obzirom da je građevinski sektor najveći potrošač prirodnih resursa s jedne, te proizvođač građevinskog otpada s druge strane.

Unutar poglavlja **ZAKONSKI OKVIRI** obrađene su teme **ZAŠTITA OD POŽARA**, **ORGANIZACIJA GRAĐENJA** i **ZAŠTITA NA RADU**. Poglavlje **ZAŠTITA OD POŽARA** odgovara na pitanje zašto brinuti o zaštiti od požara zbog fasade, dani su primjeri požara u svijetu te kratki prikaz trenutno važećih zahtjeva za zaštitu od požara u Hrvatskoj. Poglavlje **ORGANIZACIJA GRAĐENJA** daje kratku hijerarhijsku podjelu osoblja na nekom gradilištu prema poslovima koje obavljaju, vrste radova na gradilištu, te glavne sudionike u gradnji zgrada. Kao važan aspekt prilikom izvođenja građevinskih radova u Zajednički dio Priručnika uvršteno je i poglavlje **ZAŠTITA NA RADU**, u kojem su prikazane posebne mjere i normativi zaštite na radu koji se primjenjuju pri izvođenju radova na gradilištu.

Unutar poglavlja **POZNAVANJE ZGRADE** obrađene su teme **ELEMENTI ZGRADE**, te **POZNAVANJE NACRTA** i **POMOĆNE KONSTRUKCIJE NA GRADILIŠTU**. Podpoglavlje **ELEMENTI ZGRADE** obuhvaća definicije i obrazloženja građevnih dijelova zgrade u okviru energetske učinkovitosti, podjele zgrada prema načinu izvedbe, prema nosivosti, prema osnovnom materijalu, tipove zgrada, definiciju toplinskih mostova, podjelu toplinskih mostova prema području gdje nastaju, utjecaj točkastih toplinskih mostova, te mogućnost smanjenja toplinskih mostova. Obrađeni su prekidi konstrukcije (balkoni, stubišta), te sustavi zaštite od sunčevog zračenja i njihova učinkovitost. Poglavlje **POZNAVANJE NACRTA** daje kratki pregled osnovnih pojmova vezanih za razumijevanje različitih vrsta tehničkih crteža u graditeljstvu, odnosno podrazumijeva tehničku pismenost koja je potrebna za sve koji u tom procesu sudjeluju, od projekatanta do izvođača radova. Poglavlje **POMOĆNE KONSTRUKCIJE NA GRADILIŠTU** obuhvaća oplatu, radne skele i skele. Obrađena je gradnja i postavljanje skele, tipovi skele, materijali za izgradnju skela i zajednički zahtjevi za skele.

Kontrola kakvoće izvođenja predstavlja važnu ulogu u ostvarenju ciljeva energetske učinkovitosti. **KONTROLA KAKVOĆE GRAĐENJA** obrađuje temu **ZRAKONEPROPUSNOSTI** kao jedan od osnovnih uvjeta za postizanje standarda niskoenergetske ili pasivne gradnje, uz kvalitetnu toplinsku izolaciju. Poglavljem je obrađeno ispitivanje zrakonepropusnosti ("Blower door test"), greške pri izvođenju nepropusnosti plašta zgrade, što je i gdje postaviti zrakonepropusni sloj, proizvodi za postizanje zrakonepropusnosti vanjske ovojnice zgrade, zrakonepropusnost kod laganih konstrukcija, brtvljenje proboja, ugradnja prozora, provođenje mjerenja, te greške pri izvođenju koje se mogu vidjeti tijekom mjerenja.

S obzirom da svih 6 građevinskih prioriteta zanimanja koja su obuhvaćena projektom CROSKILLS obuhvaća rad unutar neke skupine, u Zajednički dio Priručnika uvršteno je poglavlje **OSNOVE SOCIOLOGIJE RADA**. U poglavlju **OSNOVE SOCIOLOGIJE RADA** obuhvaćeni su osnovni pojmovi koji su vezani uz uspješan rad pojedinca unutar skupine, strukture ili organizacije (rad, sociologija rada, meke vještine – „soft skills“, stručnost - „tvrde vještine“). Također obrađene su teme specifičnosti rada na gradilištu, uspješnog rukovođenja na gradilištu, učinkovite komunikacije na gradilištu, te timskog rada i motivacije radnika.





Croatian labour market lacks adequately qualified workers in the field of energy efficiency. Consequently, a need has been identified for **basic training / specialisation / retraining** of the workforce (craftsmen, entrepreneurs) in energy efficiency i.e. in refurbishment and construction of new buildings, thus guaranteeing for high quality performance. Poor workmanship as well as the requirement for highly skilled workers for constructing nZEBs are the basis of the European initiative Build Up Skills, which started the CROSKILLS project, divided in two phases: CROSKILLS Pillar I and CROSKILLS Pillar II. During the Pillar I stage, Status Quo Analysis of the building sector in Croatia was performed where skills of construction workers in the field of energy efficiency and renewable sources of energy were assessed, and the National Qualification Platform established, which derived the National Roadmap for Lifelong Education of the Construction Workers in the Field of Energy Efficiency. The National Roadmap was endorsed by more than 20 national institutions and sectoral organizations.

**The main goal of the CROSKILLS project** is to establish a large-scale qualification and training scheme for Croatian blue-collar building workers, in order to enable lifelong training of workers in the field of energy efficiency and the systematic evaluation of skilled workforce in Croatia. CROSKILLS project targets 6 priority construction professions: BRICKLAYERS, PLASTERERS, ROOFERS, CARPENTERS, HOUSE PAINTERS AND DRYWALL SYSTEM INSTALLERS.

An important link in the establishment of a comprehensive worker qualification and training scheme is the **training of trainers**. These trainers would transfer their newly acquired knowledge and skills to one of the priority construction professions (blue-collar workers). Each of the manuals for 6 priority professions consists of two parts: COMMON SECTIONS covering topics that are equally relevant for all occupations, and PROFESSION-SPECIFIC SECTIONS covering knowledge that a particular profession has to master in the field of energy efficiency.

**This manual is intended for all those possessing certain knowledge in the 6 priority profession of the CROSKILLS project, with interest for further training and improvement in the field of energy efficiency.** Training of trainers is the basis for successful implementation of the CROSKILLS goals where trainers will be adequately instructed and advised for the transfer of necessary skills and knowledge to blue-collar workers.



## COMMON SECTIONS OF THE MANUAL INCLUDE THE FOLLOWING TOPICS INTENDED MAINLY FOR THEORETICAL PART OF THE EDUCATION:

**ENERGY EFFICIENCY** chapter introduces the problem of excessive energy consumption and defines the goals of the European Union by 2020 and by 2030 respectively. This chapter contains **Glossary of terms** where the most important terms associated with energy efficiency can be found. Also it includes a chapter on **Objectives and benefits** which explains the main objectives of energy efficiency in Croatia, and what ultimately can be achieved by investing in a building's thermal envelope.

The **CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE MANAGEMENT** chapter briefly describes the construction and demolition waste management since the construction sector is the largest consumer of natural resources on one hand, and the producer of construction waste on the other hand.

**LEGAL FRAMEWORK** section includes the following main topics: **FIRE PROTECTION, CONSTRUCTION MANAGEMENT** as well as **OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY**. **FIRE PROTECTION** answers the question why fire protection of façades is important, with examples of fires worldwide and an overview of current legal requirements regarding fire hazards in Croatia are given. Chapter on **CONSTRUCTION MANAGEMENT** gives hierarchical staff division at a construction site according to the tasks performed, the division of work at the construction site and the main participants in the construction process. An important aspect of the education of 6 identified priority professions is a chapter titled **OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY** which is included as one of the part of **COMMON SECTIONS OF THE MANUAL**. This chapter briefly describes special measures as well as health and safety standards which are applicable during construction works in the field of energy efficiency.

In the chapter **UNDERSTANDING HOW A BUILDING WORKS**, the following topics are included: **BUILDING ELEMENTS, UNDERSTANDING THE DESIGN** and **AUXILIARY STRUCTURES AT THE CONSTRUCTION SITE**. **BUILDING ELEMENTS** includes definitions and explanations of building elements in the context of energy efficiency, different types of buildings according to the construction method, different types of buildings according to the load bearing structure. Additionally, the division of buildings according to the construction material, as well as types of the buildings according to their use can be found. Workers can also find the definition and examples

of thermal bridges, effects of thermal bridges, and advice on how to reduce their impact. Thermal breaks of structures are described in this chapter (i.e. thermal break of balconies and staircases), as well as solar protection systems and their effectiveness. **UNDERSTANDING THE DESIGN** chapter gives a brief overview of the basic concepts related to understanding the technical drawings, meaning that workers will gain basic technical literacy which is required for all participants of the construction process. **AUXILIARY STRUCTURES AT THE CONSTRUCTION SITE** include formwork, rolling scaffold, tubular scaffold and scaffold types. It also includes erection and assemblage of scaffolding, materials for scaffolding construction and common requirements for scaffolding.

Quality control during the construction process represents an important role in achieving the energy efficiency objectives. The chapter on **QUALITY CONTROL** elaborates the problem of **BUILDING'S AIRTIGHTNESS**, which is one of basic requirements if one needs to achieve low energy, passive or nZEB standard. This chapter includes description of the airtightness testing of buildings (i.e. "Blower Door Test"), and frequent mistakes during the construction of airtight building envelope. Additionally, the workers can find answers to the questions like why and where to put an airtight layer and what products to use in achieving an airtight envelope. The airtightness of lightweight structures is also explained here, including methods of sealing the breaches of thermal envelope, correct window installation, etc.

**COMMON SECTIONS OF THE MANUAL** includes a chapter on **INDUSTRIAL SOCIOLOGY** which was deemed required since all identified priority professions need to work within a group of workers or communicate with different working groups at the construction site. This chapter covers the basic terms related to the successful work of the individual within the group, hierarchy and/or organization. Additionally, specific conditions of working at the construction site, the successful management on the construction site, effective communication at the site, team work and motivation are included.





<b>1. OPĆI POJMOVI</b> .....	15
1.1. ENERGETSKA UČINKOVITOST .....	15
1.1.1. Pojmovnik .....	16
1.1.2. Ciljevi i uštede.....	22
1.2. POSTUPANJE S GRAĐEVINSKIM OTPADOM.....	25
1.2.1. Općenito o građevinskom otpadu.....	25
1.2.2. Gospodarenje građevinskim otpadom .....	25
<b>2. OSNOVE SOCIOLOGIJE RADA</b> .....	31
2.1. OSNOVNI POJMOVI.....	31
2.2. SPECIFIČNOSTI RADA NA GRADILIŠTU.....	32
2.3. RUKOVOĐENJE .....	32
2.4. KOMUNIKACIJA.....	32
2.5. TIMSKI RAD .....	33
2.6. MOTIVACIJA .....	34
<b>3. ZAKONSKI OKVIRI</b> .....	37
3.1. ORGANIZACIJA GRAĐENJA.....	37
3.1.1. Općenito o organizaciji građenja .....	37
3.1.2. Sudionici u gradnji objekta .....	37
3.1.3. Tehnička organizacija gradilišta.....	38
3.1.4. Gradilište .....	39
3.2. ZAŠTITA NA RADU.....	41
3.2.1. Uvod .....	41
3.2.2. Poslovi s posebnim uvjetima rada .....	41
3.2.3. Prava i obveze .....	41
3.2.4. Pravilno izvođenje radova.....	42
3.2.5. Zaštita od požara .....	43
3.2.6. Samopomoć i pružanje prve pomoći .....	43
3.2.7. Skele, podesti i ljestve .....	43
3.2.8. Osobna zaštitna sredstva .....	43
3.2.9. Primjena građevinskih materijala.....	44
3.3. ZAŠTITA OD POŽARA.....	45
<b>4. POZNAVANJE ZGRADE</b> .....	59
4.1. POZNAVANJE NACRTA.....	59
4.1.1. Sadržaj nacrt.....	59
4.1.2. Mjerilo .....	63
4.2. ELEMENTI ZGRADE.....	70
4.2.1. Građevni dijelovi zgrade .....	70
4.2.2. Toplinski mostovi .....	87
4.2.3. Prekid konstrukcije.....	89
4.2.4. Sustavi zaštite od sunčevog zračenja i njihova učinkovitost.....	93
4.3. POMOĆNE KONSTRUKCIJE NA GRADILIŠTU .....	95
4.3.1. Oplate .....	95
4.3.2. Radne skele.....	96
4.3.3. Skele.....	96
<b>5. KONTROLA KAKVOĆE GRAĐENJA</b> .....	111
5.1. ZRAKONEPROPUSNOST .....	111
<b>6. REFERENCE</b> .....	133

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO



OPĆI POJMOVI

# 1 OPĆI POJMOVI

## 1.1 ENERGETSKA UČINKOVITOST

Smanjenje potrošnje energije i sprječavanje energetske gubitaka imaju sve veću važnost za zemlje članice Europske unije (EU), uključujući Hrvatsku. Energetska učinkovitost predstavlja osnovu za tranziciju Europe prema održivom ekonomskom razvoju te je jedna od važnijih niša za postizanje energetske sigurnosti i smanjenja emisije stakleničkih plinova. Europska komisija (EK) je to i iskazala u svojim strateškim dokumentima, od kojih su najvažniji:

- Zelena knjiga – europska strategija za održivu, konkurentnu i sigurnu energiju [1]
- Akcijski plan energetske učinkovitosti [2]
- Energija 2020 – strategija za konkurentnu, održivu i sigurnu energiju [3]
- Plan energetske učinkovitosti [4], [5]

Mjere za energetska učinkovitost sve se više prepoznaju kao instrument za postizanje održive opskrbe energijom, smanjenje emisije stakleničkih plinova, poboljšanje sigurnosti opskrbe i smanjenje troškova uvoza, ali i za promicanje konkurentnosti europskih gospodarstava. Sve zemlje članice Europske unije (EU), uključujući Hrvatsku prepoznale su sektor zgradarstva kao područje s najvećim potencijalom za dostizanje ciljeva poznatih kao 20-20-20, a odnose se na usvojeni plan Europske komisije iz 2007. kojim se do 2020. godine planira [2]:

- 20 % manjim emisijama stakleničkih plinova u usporedbi s 1990. godinom;
- 20 % udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskej potrošnji;
- 20 % manjom potrošnjom energije (u odnosu na onu koja se do 2020. očekuje u slučaju neprovođenja posebnih mjera) (Slika 1-1).

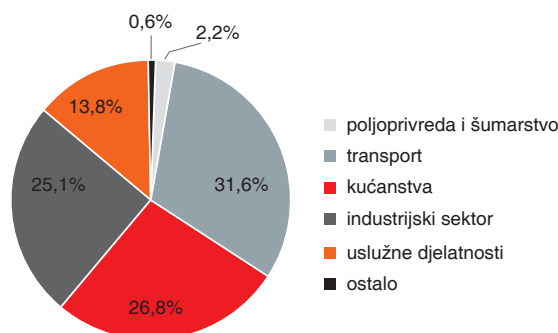


Slika 1-1 Ciljevi 20-20-20 do 2020. godine

Kao potvrda Europske politike emisije stakleničkih plinova koja uključuje i područje energetske učinkovitosti je i Pariški sporazum u sklopu Pariške klimatske konferencije (COP21) u prosincu 2015. godine [6].

Europska unija je odredila i dugoročne energetske ciljeve do 2030, odnosno 2050 godine [7]. Klimatsko-energetski paket do 2030. godine definiran je [8]:

- 40 % manjim emisijama stakleničkih plinova u usporedbi s 1990. godinom;
- 27 % udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskej potrošnji;
- 27 % manje ukupne potrošnje energije.



Slika 1-2 Isporučena energija po sektorima u % za EU-28, 2013 [9]

S obzirom na činjenicu da zgrade prema podacima sudjeluju u potrošnji i do 26,8 % isporučene energije (Slika 1-2), te da sektor ima potencijal širenja, potreba za smanjenjem potrošnje energije i korištenjem energije iz obnovljivih izvora u zgradarstvu predstavlja jednu od važnih mjera koje su potrebne da bi se smanjila energetska ovisnost Unije i emisije stakleničkih plinova.

Svojim članstvom u EU, Hrvatska je preuzela svu pravnu stečevinu Europske unije, pa tako i onu koja uključuje sve obveze i propise o energetske učinkovitosti u zgradarstvu. Postojeći planovi za energetske obnovu zgrada u RH usmjereni su na postupno i sustavno energetske saniranje postojećeg fonda zgrada gdje je osnovni kriterij vrednovanja rezultata smanjenje emisija CO<sub>2</sub> u okoliš.

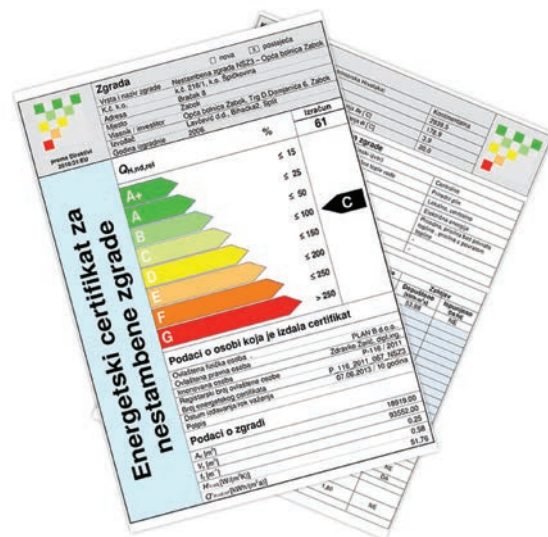
### 1.1.1 Pojmovnik

**Energetski certifikat** jest dokument koji predložuje energetska svojstva zgrade i koji ima sadržaj i izgled propisan Pravilnikom o energetske pregledima građevina i energetske certificiranju zgrada, a izdaje ga ovlaštena osoba. Sadrži opće podatke o zgradi, energetske razred zgrade, podatke o osobi koja je izdala energetske certifikat, podatke o termotehničkim sustavima, klimatske podatke, podatke o potrebnoj energiji za referentne i stvarne klimatske podatke, objašnjenja tehničkih pojmova te popis primijenjenih propisa i normi (Slika 1-3).

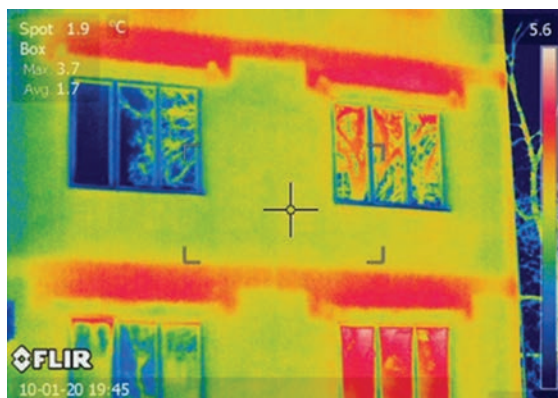
**Energetski pregled zgrade** je analiza potrošnje energije, ovojnice zgrade te energetske sustava zgrade s ciljem utvrđivanja učinkovitosti ili neučinkovitosti potrošnje energije te donošenja zaključaka i preporuka za povećanje energetske učinkovitosti. Cilj energetske pregleda je prikupljanjem i obradom niza parametara dobiti što točniji uvid u zatečeno energetske stanje zgrade s obzirom na:

- građevinske značajke u smislu toplinske zaštite;
- kakvoću sustava za grijanje, hlađenje, prozračivanje i rasvjetu;
- zastupljenost i kakvoću energetske uređaja;
- strukturu upravljanja zgradom;
- pristup stanara ili zaposlenika energetske problematici.

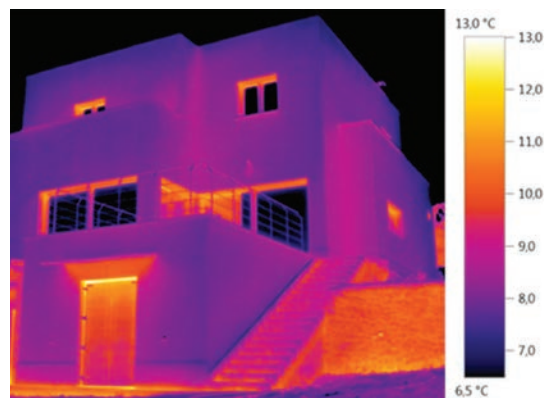
Najpouzdaniji način da se stvarno odrede mjesta većeg prolaza topline iz zgrade (gubitci topline) je bezkontaktna metoda infracrvene termografije. Na termogramu su vidljive nepravilnosti kod građenja, koje mogu utjecati na preporuke u izvješću energetske pregleda (Slika 1-4 i Slika 1-5).



Slika 1-3 Energetske certifikat za nestambenu zgradu [10]



**Slika 1-4** Termogram neizolirane zgrade [11]

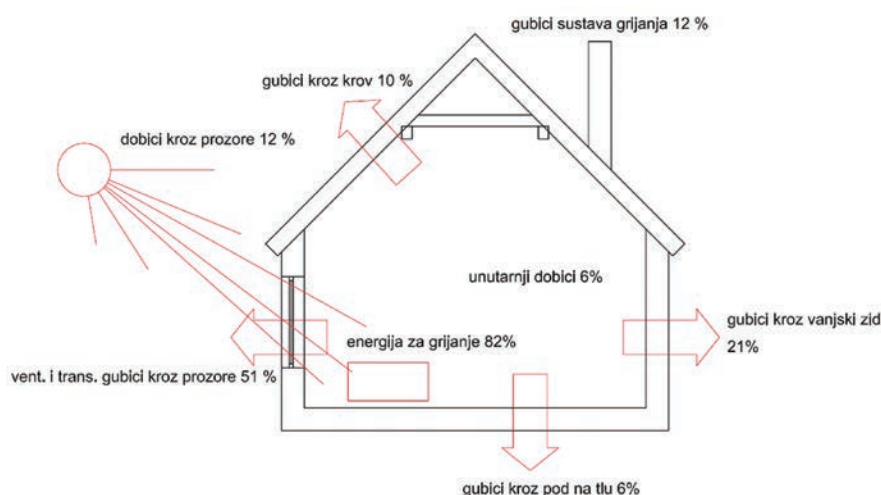


**Slika 1-5** Termogram pasivne kuće [11]

**Energetski razred zgrade** je pokazatelj energetske svojstava zgrade koji se za stambene i nestambene zgrade izražava preko godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke svedene na jedinicu ploštine korisne površine zgrade. Stambene i nestambene zgrade svrstavaju se u **osam energetske razreda** prema energetske ljestvici od A+ do G, s time da **A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.**

**Energetsko svojstvo zgrade** jest izračunata ili izmjerena količina energije koja je potrebna za zadovoljavanje potrebe za energijom povezane s karakterističnom uporabom zgrade, a koja između ostalog uključuje energiju koja se koristi za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu tople vode i osvjetljenje.

**Energetska bilanca zgrade** podrazumijeva sve energetske gubitke i dobitke zgrade, odnosno koliko je energije potrebno da bi se zadovoljile toplinske potrebe zgrade. Energetska bilanca prosječne obiteljske kuće prikazana je na *Slici 1-6*.



**Slika 1-6** Energetska bilanca obiteljske kuće [12]

**Energetska usluga** je provedba projekta energetske učinkovitosti i ostalih povezanih aktivnosti temeljena na ugovoru o energetskom učinku s jamstvom da u referentnim uvjetima vodi do provjerljivog i mjerljivog ili procjenjivog poboljšanja energetske učinkovitosti i ušteda energije i vode.

**Faktor oblika zgrade**,  $f_0 = A/V_e$  ( $m^{-1}$ ), jest količnik oplošja,  $A$  ( $m^2$ ), i obujma,  $V_e$  ( $m^3$ ), grijanog dijela zgrade.

**Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje**,  $Q_{H,nd}$  (kWh/a), jest računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.

**Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje**,  $Q_{C,nd}$  (kWh/a), jest računski određena količina topline koju sustavom hlađenja treba tijekom jedne godine odvesti iz zgrade za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja hlađenja zgrade.

**Gospodarenje energijom** su sve radnje kontinuiranog praćenja i analize potrošnje energije i vode koje obuhvaćaju utvrđivanje promjena u trendovima potrošnje energije i vode, određivanje ciljeva za uštedu energije i vode, uspoređivanje ostvarene potrošnje s predviđenom potrošnjom te prijedloge i provedbu mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti.

**Građevni dio zgrade** jest glavni dio tijela zgrade (npr. zid, pod, krov, građevinski otvor i dr.).

**Izješće o energetskom pregledu** je dokument koji sadrži sve propisane podatke, analize, procjene i prijedloge iz Pravilnika o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te je izrađen u skladu s Metodologijom provođenja energetskog pregleda građevina.

**Koeficijent prijelaza topline**  $U$  ( $W/m^2K$ ) označuje prenošenje topline iz jednog prostora, preko pregradnog građevnog dijela, u susjedni prostor. Zbroj toplinskih otpora  $\Sigma Ri$  označuje svojstvo toplinske izolacije građevnog dijela zgrade. On uključuje vođenje, strujanje i zračenje. Što je manji koeficijent prijelaza topline ( $U$ -vrijednost) to je bolja toplinska izolacija promatranog građevnog dijela zgrade.

**Niskoenergetska kuća** - Pod ovim pojmom podrazumijeva se zgrada s godišnjom potrebnom toplinom za grijanje između 40 -60 kWh/m<sup>2</sup>a, a najmanje 15 kWh/m<sup>2</sup>a. Što je niža godišnja potrebna toplina za grijanje, to je bolja toplinska zaštita zgrade, koja se postiže dobrom izolacijom vanjske ovojnice zgrade i zrakonepropusnom vanjskom ovojnicom. Debljina toplinske izolacije zida u pravilu iznosi 15-20 cm. Najučinkovitije smanjenje gubitaka topline kod niskoenergetskih kuća postiže se orijentacijom kuće prema jugu, kvalitetnim troslojnim ostakljenim prozorima, dobrom izolacijom zidnih i podnih površina, kompaktnom gradnjom itd. Uz sve navedeno preporučuje se maksimalno korištenje sunčeve energije, „pasivno“ korištenje preko velikih staklenih ploha orijentiranih prema jugu i „aktivno“ pomoću solarnih toplovodnih kolektora za dobivanje tople vode i fotonaponskih kolektora za dobivanje struje.

**Nova zgrada** jest izgrađena zgrada prije nego je puštena u pogon, odnosno prije početka uporabe.

**Obiteljska kuća** je stambena zgrada s najviše tri samostalne uporabne cjeline stambene namjene ili koja ima građevinsku bruto površinu manju ili jednaku 600 m<sup>2</sup>.



**Obnovljivi izvori energije (OIE)** - Cilj Europske unije je da se do 2020. godine 20 % energije koristi iz obnovljivih izvora. Obnovljivi izvori energije su vjetar, sunčeva energija, vodna i plimna snaga, te geotermalna energija i biomasa (Slika 1-7). Viši udio obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji omogućava smanjenje proizvodnje stakleničkih plinova, ali i manju ovisnost o uvezenoj električnoj energiji. Razvoj industrije s obnovljivim izvorima energije potiče tehnološke inovacije i otvaranje novih radnih mjesta u Europi. U sektoru zgradarstva na razini EU potiče se uporaba energije iz obnovljivih izvora u novim i obnovljenim zgradama (Slika 1-8).

**Obujam grijanog dijela zgrade**,  $V_e$  ( $m^3$ ), jest bruto obujam, obujam grijanog dijela zgrade kojemu je oplošje  $A$  ( $m^2$ ).

**Obujam grijanog zraka**,  $V$  ( $m^3$ ), jest neto obujam, obujam grijanog dijela zgrade u kojem se nalazi zrak. Taj se obujam određuje koristeći unutarnje dimenzije ili prema približnom izrazu  $V = 0,76 \cdot V_0$  za zgrade do tri etaže, odnosno  $V = 0,8 \cdot V_0$  u ostalim slučajevima.

**Oplošje grijanog dijela zgrade**,  $A$  ( $m^2$ ), jest ukupna ploština građevnih dijelova koji razdvajaju grijani dio zgrade od vanjskog prostora, tla ili negrijanih dijelova zgrade (ovojnica grijanog dijela zgrade), uređena prema HRN EN ISO 13789:2008, dodatak B, za slučaj vanjskih dimenzija građevnih dijelova.

**Otpor prolasku topline**,  $R$  ( $m^2K/W$ ) građevnog materijala u obliku ploče označuje svojstvo toplinske izolacije tog materijala. Što je veći toplinski otpor  $R$ , to je materijal bolji toplinski izolator. Otpor prolaska topline materijala  $R$  jednak je omjeru debljine i toplinske provodljivosti  $R = d / \lambda$  ( $m^2K/W$ ) (Slika 1-9).

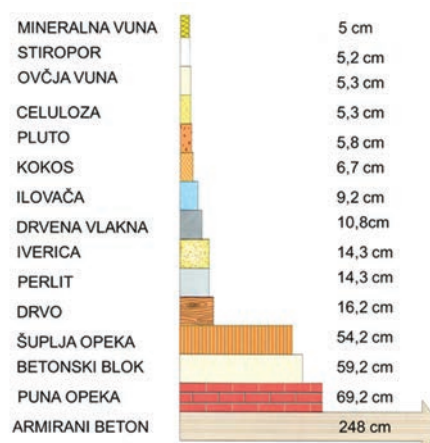
**Ovojnica zgrade** jest skup objedinjenih elemenata zgrade koji razdvajaju njezin unutarnji prostor od vanjskog prostora i od negrijanog prostora zgrade (negrijanim prostorom smatraju se npr.: potkrovnji prostor, garaža, kotlovnica, strojarnica, negrijano stubište).



Slika 1-7 Obnovljivi izvori energije [13]



Slika 1-8 Energija iz obnovljivih izvora [14]



Slika 1-9 Usporedba različitih materijala, potrebna debljina pojedinog materijala kako bi se ostvario toplinski otpor od  $R=1,25 m^2K/W$  [11]

**Pasivna kuća** je maksimalno izolirana zgrada koja godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje dobiva iz toplinskih dobitaka nastalih u samom objektu (toplina tijela, toplina iz kućanskih aparata, toplina koja nastaje kuhanjem i dr.) i vanjskih prirodnih toplinskih dobitaka (sunčeva energija, geotermalna energija, energija vjetra i vode). Pasivnom kućom smatra se zgrada u kojoj se ugodnost stanovanja - kako zimi, tako i ljeti - postiže bez uporabe konvencionalnog sustava grijanja. Pretpostavka za to je optimalna toplinska izolacija bez tzv. „toplinskih mostova“ sa zrakonepropusnom vanjskom ovojnicom te uporaba prozora s troslojnim ostakljenjem i kvalitetnim okvirima. Kako bi se u zgradi osigurao stalan unos zraka, potrebno je učinkovito kontrolirano provjetravanje s izmjenjivačima topline. Svi vanjski dijelovi objekta (osim prozora) toplinski se izoliraju tako da je U-vrijednost manja od  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , odnosno ukupna godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje ne smije biti viša od  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Debljina toplinske izolacije u pravilu iznosi oko 30 cm.

**Prijenos topline** događa se na tri načina, vođenjem, strujanjem i zračenjem (Slika 1-10). Vođenje je proces prijenosa topline s molekule na molekulu, a da bi se energija mogla prenijeti mora postojati kontakt i javlja se u krutim, tekućim i plinovitim tvarima. Strujanje nastaje kad se zagrijana tekućina kreće od izvora topline i nosi energiju sa sobom. Kod zračenja se toplinska energija tijela pretvara se u elektromagnetsko zračenje, koje tijelo emitira u okolni prostor.



Slika 1-10 Načini prijenosa topline [15]

**Specifični toplinski kapacitet** je količina topline potrebna da se temperatura 1g nekog tijela podigne za  $1^\circ\text{C}$ .

**Stambena zgrada** jest zgrada koja je u cijelosti ili u kojoj je više od 90 % bruto podne površine namijenjeno za stanovanje, odnosno koja nema više od  $50 \text{ m}^2$  ploštine neto podne površine u drugoj namjeni. Stambenom zgradom smatra se i zgrada s apartmanima, zgrada za stanovanje zajednica (dječji, đučki i studentski domovi, domovi umirovljenika, zatvori i sl.) te zgrada izdvojenog stacionara bolnice.

**Temperatura** je mjera zagrijanosti ili ohlađenosti nekog tijela ili sustava. Mjeri se u stupnjevima Celzijusa [ $^\circ\text{C}$ ] ili Kelvina [K].

**Termotehnički sustav** jest tehnička oprema za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode zgrade ili posebnog dijela zgrade.

**Tehnički sustav** jest termotehnički sustav, sustav rasvjete te sustav automatizacije i upravljanja zgrade ili posebnog dijela zgrade, kao što su kat, stan, ured i sl.

**Toplina** je energija koja zbog razlike temperatura prelazi iz područja više temperature u područje niže temperature. Prijelaz topline teče dok se ne uspostavi toplinska ravnoteža.

**Toplinska provodljivost,  $\lambda$  (lambda) [W/mK]** je svojstvo građevinskih materijala da provode toplinu uslijed razlike temperatura na dvije granične površine tog materijala. Što je veća toplinska provodljivost, više će topline proći kroz promatrani materijal. Prema sposobnosti provođenja topline, materijali se dijele



na izolatore i vodiče. Izolatori su materijali koji loše provode toplinu, tj. imaju malu toplinsku vodljivost, dok su vodiči materijali koji dobro provode toplinu, tj. imaju veliku toplinsku vodljivost (Tablica 1-1).

Materijal	$\lambda$ [W/mK]	Materijal	$\lambda$ [W/mK]
Aluminij	205	Žbuka	0,8
Bakar	385	Zemlja	0,5
Čelik	50,3	Azbestni cement	0,5
Drvo	0,04 - 0,12	Guma	0,15
Vuna	0,04	Papir	0,13
Pluto	0,04	Polistiren	0,032 – 0,042
Opeka	0,63	Staklena vuna	0,035
Beton	0,84	Poliuretanska pjena	0,03
Staklo	0,84	Zrak	0,025

Tablica 1-1 Toplinske provodljivosti pojedinih materijala

**Toplinski most** jest manje područje u ovojnici grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela.

**Toplinska obnova** su mjere koje doprinose poboljšanju kakvoće toplinske izolacije neke zgrade. Time se doprinosi smanjenju troškova grijanja i hlađenja te povećava ugodnost stanovanja. Toplinska obnova podrazumijeva poboljšanje toplinske izolacije:

- za zgrade koje imaju toplinsku izolaciju, ali nije dostatna;
- za zgrade koje nemaju postojeću toplinsku izolaciju i ožbukane su klasičnom žbukom.

**Troškovno optimalna razina** je razina energetske učinkovitosti koja rezultira najmanjim troškom tijekom procijenjenoga gospodarskog vijeka trajanja, pri čemu se najmanji trošak određuje uzimajući u obzir troškove ulaganja povezanih s energijom, troškove održavanja i operativne troškove (uključujući troškove i uštede energije, kategoriju dotične zgrade, zaradu od proizvedene energije), gdje je primjenjivo, kao i troškove zbrinjavanja, gdje je primjenjivo.

**Značajna obnova zgrade** jest rekonstrukcija zgrade gdje ukupni trošak rekonstrukcije ovojnice zgrade ili tehničkog sustava zgrade prelazi 25 % vrijednosti zgrade, ne računajući vrijednost zemljišta na kojemu se zgrada nalazi ili se rekonstrukciji podvrgava više od 25 % površine ovojnice zgrade.

**Zgrada** jest građevina s krovom i zidovima, u kojoj se koristi energija radi ostvarivanja određenih klimatskih uvjeta, namijenjena boravku ljudi, odnosno smještaju životinja, biljaka i stvari, a sastoji se od tijela zgrade, instalacija, ugrađene opreme i prostora zgrade.

**Zgrada gotovo nulte energije** jest zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva. Ta gotovo nulta odnosno vrlo niska količina energije podmiruje se iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini. Od 31. prosinca 2020. sve nove zgrade moraju

biti „zgrade gotovo nulte energije“, a nakon 31. prosinca 2018. nove zgrade koje koriste tijela javne vlasti, odnosno koje su u vlasništvu tijela javne vlasti, moraju biti „zgrade gotovo nulte energije“ prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja iz 2014. godine.

### 1.1.2 Ciljevi i uštede

Cilj sveobuhvatne uštede energije, a time i zaštite okoliša je stvoriti preduvjete za sustavnu sanaciju i rekonstrukciju postojećih zgrada, te povećati obveznu toplinsku zaštitu novih zgrada.

Prema rezultatima sustavnog istraživanja statističkih ljetopisa Državnog statističkog zavoda u razdoblju od 1952. do 2011. godine i stručne procjene nedostajućih podataka, sadašnji nacionalni fond zgrada Republike Hrvatske (RH) čini 887.321 zgrada, ukupne površine 192.519.039 m<sup>2</sup> [16]. Činjenica je da u Hrvatskoj potrošnja energije u zgradama čini 43% primarne energije, odnosno 6,1 milijuna tona CO<sub>2eq</sub> (od 14,1 milijuna tona ukupno) [17]. Prema Trećem Nacionalnom akcijskom planu energetske učinkovitosti RH za razdoblje od 2014. do 2016. [18], postavljene su energetske učinkovite mjere za potrebe energetske obnove zgrada. Pozornost se usmjerava na zgrade građene prije 1987. godine te na njihovu obnovu na niskoenergetski standard i postizanje energetske razreda B, A ili A+ zbog najvećeg potencijala ušteda i značajnog udjela u ukupnoj površini svih zgrada. RH je napravila Plan za povećanje broja zgrada gotovo nulte energije do 2020. [17], i time jasno definirala hrvatske ciljeve u pogledu energetske učinkovitosti. Osim navedenog, RH je pokrenula programe financiranja energetske obnove u cilju mogućnosti smanjenja potrošnje energije u postojećim zgradama, te razrade provedbe mjera za poticanje poboljšanja energetske učinkovitosti [19], [20], [21], [22]. Sama korist energetske obnove i izgradnje zgrada gotovo nulte energije je višestruka: poboljšanje uvjeta života i rada, odnosno udobnost stanovanja i smanjenje troškova režija, te pokretanje cjelokupnoga gospodarstva uključujući građevinski, financijski, industrijski i druge sektore [23].

Energetska učinkovitost podrazumijeva široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranoj zgradi, što rezultira smanjenjem emisije CO<sub>2</sub> uz nepromijenjenu udobnost korištenja zgrade (Slika 1-11).

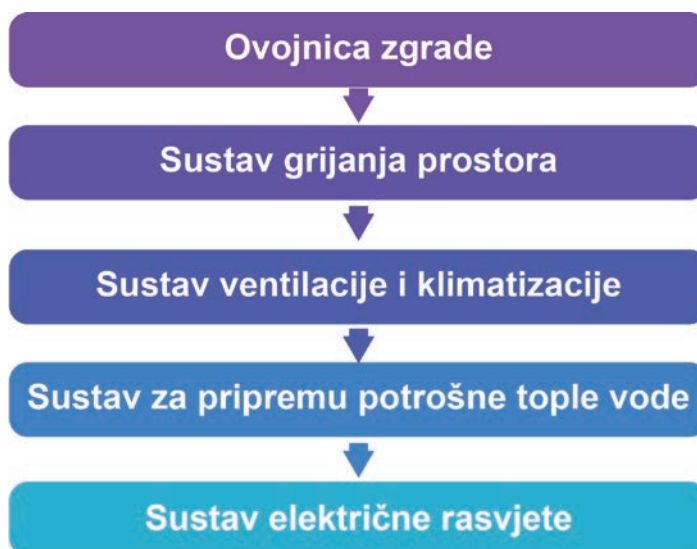


Slika 1-11 Svi aspekti energetske učinkovite gradnje [24]

Energetski i ekološki održivo graditeljstvo teži prema:

- smanjenju gubitaka topline iz zgrade, poboljšanjem toplinske zaštite vanjskih elemenata i povoljnim odnosom oplošja i volumena zgrade (faktorom oblika);
- povećanju toplinskih dobitaka u zgradi povoljnom orijentacijom zgrade i korištenjem Sunčeve energije;
- korištenju obnovljivih izvora energije u zgradama (biomasa, sunce, vjetar i dr.);
- povećanju energetske učinkovitosti termoenergetskih sustava.

Toplinski gubici kroz građevni dio zgrade ovise o sastavu, orijentaciji i toplinskoj provodljivosti svakog materijala od kojeg je on sastavljen. Bolja toplinska izolacija postiže se ugradnjom materijala niske toplinske provodljivosti, odnosno visokog toplinskog otpora. Može se zaključiti da ukupna potrošnja energije u zgradi ovisi o sustavima i dijelovima zgrade (*Slika 1-12*).



**Slika 1-12** Redoslijed aktivnosti za postizanje energetske učinkovite gradnje [25]

Primjena mjera energetske učinkovitosti na postojećim zgradama ima za cilj ne samo sanaciju zgrada u smislu postizanja smanjenja potrošnje energije, već i sanaciju s nužnim radovima koji će doprinijeti toplinskoj udobnosti, višoj kakvoći zraka u unutarnjem prostoru te higijeni i zdravlju korisnika. Mjere energetske učinkovitosti ovojnice zgrade uključuju fizikalne analize građevnih dijelova i sklopova s rješavanjem toplinskih mostova što je ključno pri eliminaciji unutarnje i površinske kondenzacije, odnosno opasnosti od propadanja materijala, stvaranja gljivica i plijesni s popratnim utjecajima na zdravlje [22].



## PITANJA

1. Što je energetska certifikat i što sadrži?
2. Koji je cilj energetskog pregleda zgrade?
3. Što se analizira energetskim pregledom zgrade?
4. Koji je najpouzdaniji način da se stvarno utvrdi energetska propusnost objekta?
5. Koji su energetska razredi prema energetskoj ljestvici?
6. Što je energetska bilanca kuće?
7. Koji je krajnji cilj energetske učinkovitosti?
8. O čemu ovisi ukupna potrošnja energije u zgradi?
9. Što je koeficijent prijelaza topline?
10. Koji su obnovljivi izvori energije?
11. Objasnite pojam "otpor prolasku topline R".
12. Što je ovojnica zgrade?
13. Objasnite pojam "pasivna kuća".
14. Navedite na koja tri načina se događa prijenos topline?
15. Objasnite toplinsku provodljivost  $\lambda$  (lambda).
16. Što je toplinski most?
17. Objasnite pojam "toplinska obnova".
18. Što je zgrada gotovo nulte energije?
19. Koji su ciljevi sveobuhvatne uštede energije?

## 1.2 POSTUPANJE S GRAĐEVINSKIM OTPADOM

### 1.2.1 Općenito o građevinskom otpadu

Koncept održivosti koji se zasniva na razvoju koji zadovoljava potrebe sadašnjice, ali istodobno ne ugrožava mogućnost budućih naraštaja za zadovoljenje njihovih potreba“ [26] postao je prioritet u svim segmentima društva te gospodarstva u cjelini, s osobitim naglaskom na očuvanje prirodnih resursa i smanjenja negativnog utjecaja na okoliš. Zbog navedenog, osim energetske učinkovitosti, Europska unija usmjerena je i na održivo gospodarenje otpadom. Građevinski sektor zahtjeva ogromne količine energije, troši velike količine prirodnih resursa te samim radom uvelike zagađuje okoliš. Politika očuvanja prirodnih resursa izravna je posljedica problema građevinskog otpada i otpada od rušenja budući da on čini približno 49 % ukupnog otpada generiranog diljem Europske unije [27]. U sklopu *Okvirne direktive o otpadu* (98/2009/EZ) zahtijeva se od zemalja članica Europske unije da poduzmu sve potrebne mjere kako bi se do 2020. godine ponovno upotrijebilo, recikliralo i nasipavalo minimalno 70% građevinskog otpada i otpada od rušenja [28]. Trenutačni stupanj reciklaže građevinskog otpada ne prelazi 7%, a iz građevinskog otpada izdvoji se oko 11% sekundarnih sirovina [29].

Građevinski otpad je otpad nastao prilikom gradnje građevina, rekonstrukcije, uklanjanja i održavanja postojećih građevina, te otpad nastao od iskopanog materijala koji se ne može bez prethodne uporabe koristiti za građenje građevine zbog čijeg građenja je nastao.

Građevinski otpad je tehnološki otpad za koji je odgovorna građevinska tvrtka koja izvodi radove. U tržišne cijene građevinskih radova izvođač mora uključiti i troškove propisnog načina postupanja s otpadom. Građevinski otpad mora se kontrolirano odlagati i u potpunosti reciklirati kako bi se ponovno iskoristio za građevinske namjene.

**Najvažniji razlozi za veće iskorištavanje građevinskog otpada su:**

- smanjenje količine građevinskog otpada,
- ne nagrđuje i ne zagađuje se okoliš,
- postiže se zaštita životne okoline,
- dobivaju se sekundarne sirovine za proizvodnju,
- čuvaju se postojeći resursi [30].

### 1.2.2 Gospodarenje građevinskim otpadom

Gospodarenje građevinskim otpadom podrazumijeva skup aktivnosti i mjera koje obuhvaćaju odvojeno skupljanje, uporabu i/ili zbrinjavanje građevinskog otpada.

Građevinski otpad ne smije se odložiti na mjestu nastanka kao niti na lokacijama koje nisu za to predviđene. Izvođač mora snositi sve troškove gospodarenja građevinskim otpadom.

Postoje sljedeće skupine građevinskog otpada:

- beton, opeka, pločice;
- drvo, staklo i plastika;



- mješavine bitumena, ugljeni katran i proizvodi koji sadrže katran;
- metali (uključujući i njihove legure);
- zemlja, kamenje i iskop od rada bagera;
- građevinski materijal na bazi gipsa;
- ostali građevinski otpad i otpad od rušenja objekata [30].

U svakodnevnom govoru često se spominje i pojam **ŠUTA** (Slika 1-13) što podrazumijeva: žbuku, dijelove zida, betona, keramičkih pločica, crjepova, elektrodijelova, stolarija i slično.



**Slika 1-13** Primjer nezbrinutog građevinskog otpada [31]

Posjednik građevinskog otpada dužan je osigurati uvjete za odvojeno skupljanje i privremeno skladištenje građevinskog otpada.

**Skupljanje otpada** je prikupljanje, razvrstavanje (Slika 1-14) i/ili miješanje otpada u svrhu prijevoza na skladištenje, obradu, uporabu i/ili zbrinjavanje.



**METALI** (uključujući i njihove legure)

**BETON, OPEKA, PLOČICE**

**Slika 1-14** Primjeri skupljanja i razvrstavanja građevinskog otpada na gradilištu [32], [31]



GUMA



DRVO



TOPLINSKA IZOLACIJA



TOPLINSKA IZOLACIJA

*Slika 1-14* Primjeri skupljanja i razvrstavanja građevinskog otpada na gradilištu [32], [31]

**Obrada** otpada je postupak kojim se u mehaničkom, fizikalnom, termičkom, kemijskom ili biološkom procesu, uključujući razvrstavanje, mijenjaju svojstva otpada u svrhu smanjivanja količine i/ili opasnih svojstava, te olakšava rukovanje i poboljšava iskoristivost otpada. Obrada građevinskog otpada može se obavljati na mjestu nastanka na odgovarajućim uređajima za tu namjenu ili se građevinski otpad mora prevesti do mjesta obrade.

**Oporaba** otpada je svaki postupak ponovne obrade otpada radi njegova korištenja u materijalne i energetske svrhe. Oporaba otpada može biti recikliranjem, ponovnom uporabom ili obnovom, ili drugim postupkom koji omogućava izdvajanje sekundarnih sirovina, ili uporabu otpada u energetske svrhe.



*Slika 1-15* Zbrinjavanje toplinske izolacije [32]



**Recikliranje** je ponovna uporaba otpada u proizvodnom procesu osim uporabe otpada u energetske svrhe. Građevni proizvod nastao materijalnom uporabom građevinskog otpada može se ponovo uporabiti u građevne svrhe ukoliko udovoljava normama i uvjetima propisanim posebnim propisom. Građevinski otpad potrebno je u potpunosti (ili u najvećoj mogućoj mjeri) uporabiti odnosno reciklirati bez njegova trajnog odlaganja u prirodni okoliš. Oporabljeni / reciklirani materijal može se ponovno koristiti u gradnji kao materijal za nosive slojeve, slojeve cesta, staza i parkirališta, materijal za nasipavanje, drenažu i kame-nozaštitu, kao dodatak za nove asfaltne mješavine, dodatak raznim vrstama betona i mortova, materijal za izradu betonskih elemenata i sklopova. Oporabljeni građevni materijali se nazivaju reciklirani agregati, a to su: reciklirani asfalt, reciklirani beton, reciklirani crijep i keramika, reciklirane mješavine (mješavine cigle i šute, miješani asfaltni i betonski lom). Primjer reciklaže građevinskog otpada (beton, opeka) kao reciklirani agregat od opeke i betona u svrhu ponovnog korištenja u betonskim mješavinama prikazan je na *Slici 1-16*.



**Slika 1-16** Reciklaža građevinskog otpada u svrhu ponovnog korištenja u betonskim mješavinama – ECO-SANDWICH® i RecyMblock [11], [33]

Prema Pravilniku o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest ( NN 69/16), građevinski otpad ne smije se odložiti na mjesta nastanka kao niti na lokacijama koje nisu za to predviđene.

**Reciklažno dvorište** je građevina namijenjena razvrstavanju i privremenom skladištenju određenih vrsta otpada.

Zbog potpunije uporabe otpada, prilikom zbrinjavanja potrebno je odvojeno prikupiti i sastavnice takvog otpada kao što su željezo, drvo, staklo, cigla, beton i plastika, koje potom valja pojedinačno zbrinuti.

Kameni otpad treba usmjeriti na prikupljanje u stalne kamenolome s ili bez drobljenja. Staklo treba odvoziti u staklane. Betonski lom i izdvojeni lom opeke i crijepa prigodom rušenja zgrada treba odvoziti na trajna odlagališta. Kod skupljanja i zbrinjavanja otpada na gradilištu postoji i opasan otpad koji je potrebno skladištiti i zbrinuti prema propisima i odredbama Republike Hrvatske. Primjer opasnog otpada koji je potrebno na odgovarajući način zbrinuti je građevinski materijal koji sadrži azbest (*Slika 1-17*).



**Slika 1-17** Skupljanje i zbrinjavanje azbesta [31]



U slučajevima kad građevinski otpad nije moguće reciklirati, te se on ne može drugačije zbrinuti, odlazimo ga na odlagalište za tu vrstu otpada. Građevinski otpad predviđen za odlaganje predaje se ovlaštenim osobama koje upravljaju odlagalištima. Ne smije se ukopavati na građevinskom zemljištu ili koristiti kao ispunja građevinske jame.

## **PITANJA:**

1. Što je građevinski otpad?
2. Kakva je uloga građevinske firme u zbrinjavanju građevinskog otpada i zašto?
3. Zašto je važno gospodarenje građevinskim otpadom?
4. Koje su aktivnosti kod gospodarenja građevinskim otpadom?
5. Tko je odgovoran i tko snosi sve troškove gospodarenja otpadom na gradilištu?
6. Što je skupljanje otpada?
7. Kako se zove postupak ponovne obrade otpada radi njegova korištenja u materijalne i energetske svrhe?
8. Objasnite postupak recikliranja.
9. Objasnite postupak obrade otpada.
10. Gdje se može obavljati obrada građevinskog otpada?
11. Što je reciklažno dvorište?
12. Što treba učiniti s građevinskim otpadom koji se ne može reciklirati ili na bilo koji drugi način zbrinuti?
13. Koji se reciklirani materijal i za što može koristiti u gradnji?

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO



OSNOVE  
SOCIOLOGIJE RADA

## 2 OSNOVE SOCIOLOGIJE RADA

### 2.1 OSNOVNI POJMOVI

**Rad** je proces stvaranja korisnih proizvoda i usluga [34]. Ljudski rad je svrshodna i svjesno organizirana djelatnost ljudi usmjerena postizanju nekog korisnog učinka kojim se može zadovoljiti određena vrsta osobnih ili zajedničkih potreba [35].

**Sociologija rada** je znanost koja proučava društvene aspekte rada [34]. Predmeti istraživanja sociologije rada su: razvoj tehnike i tehnologije rada, društvene skupine i procesi koji se odvijaju za vrijeme rada te utjecaj rada na funkcioniranje cjelokupnog društva i utjecaj društva na rad [34].

„**Meke vještine**“ (engl. **SOFT SKILLS**) su vještine koje su vezane uz osobni razvoj pojedinaca i poslodavci ih jako cijene. Primjerice, meke vještine odnose se na način komunikacije, mogućnost da istovremeno radite više poslova, kao i da se bez problema uklopite u novu radnu sredinu. Otkrivaju koliko ste kreativna osoba, kako upravljate stresom, olako li određujete svoje ciljeve te jesu li razvijene vaše komunikacijske vještine [36].

**Neke od bitnih „mekih vještina“ na gradilištu su:**

1. **Radna etika** - Jeste li motivirani i posvećeni poslu, bez obzira na sve poteškoće? Hoćete li savjesno pristupiti vašim zadacima?
2. **Komunikacijske vještine** - Izražavate li se artikulirano i jeste li istovremeno i dobar slušač? Možete li izraziti svoj stav na način koji gradi povjerenje između vas, vaših kolega, poslovnih partnera i kupaca?
3. **Vještine rješavanja problema** - Jeste li sposobni kreativno rješavati probleme? Hvatate li se ukoštac s njima ili to prepuštate drugima?
4. **Timski igrač** - Radite li uspješno u skupinama, odnosno u timu? Jeste li kooperativni i preuzimate li rukovodeću ulogu kada je potrebno?
5. **Sposobnost preuzimanja kritike i učenja iz pogrešaka** - Možete li primjereno primiti kritiku? Izvlačite li iz kritika najbolje pouke kako bi se razvijali i osobno i u karijeri?
6. **Fleksibilnost i prilagodljivost** - Možete li se prilagoditi na nove situacije i izazove? Jeste li spremni prigrliti promjene i biti otvoreni za nove ideje?
7. **Rad pod pritiskom** - Nosite li se uspješno sa stresom koji je neizbježan kod borbe s rokovima i u krizama? [38]



**Slika 2-1** Važne vještine za rad u skupini [37]

**Stručnost / „Tvrde vještine“ (engl. HARD SKILLS)** se odnosi na specifična znanja potrebna za neki posao, odnosno sva znanja koja smo stekli tijekom školovanja (formalno obrazovanje). Odnosi se na postignuće, kvalifikacije, i uvijek se promatra unazad, odnosno govori o tome što je osoba postigla, dok ništa ne govori o tome što bi sve još osoba mogla postići i gdje bi mogla biti u budućnosti [39].

## 2.2 SPECIFIČNOSTI RADA NA GRADILIŠTU

Građevinarstvo ima brojne specifičnosti, od kojih ćemo ovdje spomenuti najvažnije.

Uvjeti života na gradilištu su često vrlo loši. Radi se na hladnoći, u blatu, na vjetru, što dodatno otežava i uvjete rada i organizaciju rada.

Za razliku od drugih djelatnosti, koje se obavljaju u mjestu prebivališta, građevinari nerijetko moraju raditi daleko od svog doma. To dovodi do toga da i svoje slobodno vrijeme građevinski radnici često ne provode kod kuće nego u naselju podignutom za gradnju nekog objekta.

U građevinarstvu postoji velika fluktuacija radne snage. Nakon što je neki građevinski poduhvat gotov, jedan dio radnika trajno odlazi iz tvrtke i onda se mora zamijeniti novim radnicima na nekom drugom projektu. Teški uvjeti rada i društvena struktura radnika uzroci su čestoj pojavi alkoholizma kod građevinara.

Građevinarstvo je vrlo opasna djelatnost. Kako vremenski uvjeti utječu na tempo građenja, u građevinarstvu je vrlo teško planirati, pa su odstupanja od plana redovita pojava, kao i dodatni, neočekivani troškovi. Svi ti problemi zahtijevaju da se u organizaciji rada zahtijeva stroga disciplina kako bi se spriječile teške ozljede ili smrt radnika (na primjer, ozljede na radu uzrokovane konzumiranjem alkohola na radnom mjestu) [34].

## 2.3 RUKOVOĐENJE

Uspjeh svake organizacije, što uključuje i rad na gradilištu, ovisi o stilu rukovođenja. Prilikom uspješnog rukovođenja stavlja se naglasak na zaposlenike kojima se rukovodi, odnosno kazuje kako rukovoditelj treba prilagoditi svoj stil rukovođenja ljudima kojima rukovodi i situacijama u kojima se nalazi [40]. Rukovoditelj mora znati rješavati ne-rutinske situacije, od kojih su mnoge povezane s upravljanjem ljudima u nepredvidivim situacijama. Jer kao što je potrebno dobro poznavati mehaniku kako bi se, na primjer, riješio problem klizanja tla, tako je potrebno imati i znanja iz područja društvenih znanosti kako bi se uspješno socijalizirali ljudi raznih nacionalnosti i raznog socijalnog podrijetla [34].

## 2.4 KOMUNIKACIJA

Za uspješnost rada na gradilištu nužna je učinkovita komunikacija među zaposlenicima. Ljudi komuniciraju kako bi utjecali na druge ljude, smanjili nesigurnosti i nejasnoće, dobili povratnu informaciju o svom učinku i zadovoljili potrebu za društvom.

Komunikacija je uspješna ako poruka od komunikatora do primatelja stigne:

- neizmijenjena;

- ako ju on/ona razumije (i vjeruje da ju je razumio);
- ako ispravno procijeni njezinu važnost i u skladu s tim reagira [41].

Uspješnu komunikaciju otežavanju čimbenici kao što su buka, emocionalni pritisci, društvena anksioznost, stereotipovi, negativan stav prema sugovorniku i sl.

Kao važni segmenti uspješne komunikacije između različitih zanimanja na gradilištu, a sve u cilju poštivanja različitih profesija i rada na gradilištu, međuljudskih odnosa te uspješno izvedenih kvalitetnih radova na samom gradilištu jesu:

- obvezna komunikacija s nadređenim u slučaju određenih problema tijekom gradnje, nejasnoća ili u slučaju međuljudskih nesuglasica. Prijenos informacija bitan je zbog sigurnosti i uspješnog rada u timu;
- slobodno komuniciranje; učinkovita komunikacija je vrlo bitna za kvalitetnu gradnju;
- obvezna komunikacija s drugim radnicima, poglavito između radnika različitih zanimanja u cilju kvalitetne energetski učinkovite gradnje.

## 2.5 TIMSKI RAD

Tim je manja skupina ljudi s komplementarnim vještinama i znanjima, koji rade zajedno kako bi ostvarili cilj za koji se smatraju zajednički odgovornim.

Važno je naglasiti razliku između rada u skupini i rada u timu. Rad u skupini obično se odnosi na tri do dvadeset osoba okupljenih oko zajedničkog poslovnog zadatka gdje su vještine i znanja pojedinaca radne skupine najčešće slični. Timovi se mogu okupljati konstantno prema unaprijed određenom ritmu ili povremeno prema točno određenom problemu. Prilikom formiranja tima, važno je voditi računa o:

- veličini tima – timovi koji se okupljaju konstantno trebali bi biti manji od dvanaest članova kako bi se steklo međusobno povjerenje i uvažavanje svih članova;
- znanjima i vještinama članova – ovisno o cilju tima, potrebno je voditi računa o odgovarajućoj zastupljenosti znanja i vještina članova, najčešće su u skupini potrebna tehnička znanja, vještine rješavanja problema i donošenja odluka te vještine u međuljudskim odnosima;
- timskim ulogama – za dobar timski rad potrebno je napraviti dobar odabir članova s obzirom na njihov karakter i sklonost preuzimanju jedne od uloga.

Uspješan tim kao preduvjet za kvalitetnu energetski učinkovitu gradnju ima sljedeće značajke:

- jasne opće i specifične ciljeve,
- uspješnog voditelja,
- pojedinačnu i zajedničku odgovornost,
- poštivanje razlika,
- otvorenu komunikaciju,
- efikasno donošenje odluka,
- međusobno povjerenje,
- konstruktivno rješavanje konflikata [42].

## 2.6 MOTIVACIJA

Konačni cilj uspješnog, učinkovitog i kvalitetnog rada radnika na gradilištu je, u profesionalnom smislu, uspješan i zadovoljan pojedinac.

Motivacija radnika je glavni razlog dobrog ili lošeg obavljanja pojedinog radnog zadatka u cjelokupnom poslovanju tvrtke. Cilj motiviranja zaposlenika je potaknuti zaposlenike da se oni sami zauzmu za ostvarivanje ciljeva tvrtke. Kako motivacija nije osobna značajka, na nju se može utjecati ponašanjem nadređenog. Tvrtkama se predlaže da izrade jedan program nagrađivanja svih zaposlenika, koji se eventualno kasnije može dalje razrađivati na detaljima za pojedine odjele. Cilj svakog programa nagrađivanja je da on bude zanimljiv zaposlenicima, da se oni što više počnu uključivati u sam rad tvrtke i na kraju, da zaposlenici postanu svjesni kako i oni doprinose radu tvrtke u kojoj su zaposleni.

### 5 točaka vezanih uz očekivanja prema nadređenom:

1. Moj voditelj mora biti u stanju dobro organizirati moj rad. Moj mi voditelj mora objasniti točno što trebam raditi tako da svoj posao mogu dobro odraditi. Mora mi stvoriti preduvjete koji su mi potrebni za kvalitetno izvršavanje svojih radnih zadataka.
2. Moj mi voditelj mora biti spreman pomoći. Moj voditelj mora biti zainteresiran za mene i za posao koji obavljam. Kada se nađem u situaciji koju ne mogu sam/a riješiti, očekujem da mi moj voditelj pomogne.
3. Moj se voditelj mora moći nametnuti u tvrtki. Želim da moj voditelj bude osoba koja ima jasna stajališta i koja je uspješna. Moj voditelj mora biti slika i prilika tvrtke koju predstavlja. Moj se voditelj mora jednako odnositi i prema svojim nadređenima i podređenima.
4. Moj voditelj mora biti pošten. Moj voditelj mora moći na najbolji mogući način riješiti svaki nastali problem tako da ne po/uvrijedi nikoga. Mora znati poslušati i uzeti u obzir sve strane priče i donijeti pošten zaključak i rješenje nastale situacije. Moj voditelj mora moći posao (radne zadatke) podijeliti između svojih zaposlenika na pravedan način.
5. Moj voditelj mora znati motivirati. Moj voditelj mora znati kako će mi pomoći da ostvarim uspjeh. Moj voditelj mora htjeti da ja ostvarim uspjeh.

### 5 točaka vezanih uz motiviranje zaposlenika:

**Radne upute i opisi radnih mjesta:** jasne upute i opisi radnih mjesta vrlo su važni kako bi se točno znali radni zadaci svakog pojedinca. Jasni opisi poslovnih procesa diskusije čine suvišnima.

**Transparentne organizacijske strukture:** područja rada i odgovornosti moraju biti jasno definirana kako bi se omogućio samostalan rad. Voditelji odjela ne služe samo da izdaju naredbe, a zaposlenici pristupaju svom poslu s potpunom odgovornošću.

**Stil vođenja:** ciljevi u tvrtki i načini formuliranja zahtjeva moraju se određivati u suglasnosti i voditelja i zaposlenika. Važno je da svi budu upoznati sa zadanim ciljevima i zahtjevima u tvrtki, te da su oni prihvaćeni od većine zaposlenika, bilo voditelja ili njihovih podređenih. Kooperativni stil vođenja je središnji element motiviranja zaposlenika.

**Materijalni poticaj (financijske nagrade):** osim plaćanja naknada većih od onih iz ugovora o radu, tvrke moraju razumjeti da se kvalitetan rad jednog zaposlenika može prepoznati i raznoraznim dodacima na plaću, bonusima, itd. – osnovna plaća, doprinosi i beneficije, varijabilni dio plaće.

**Nematerijalni poticaji (nefinancijske nagrade):** U sustavu nematerijalnih poticaja za motiviranje zaposlenika središnju ulogu igra korektna ocjena rada koja se ravna prema učinku, kvalitativnom i kvantitativnom, te priznanje za dobro obavljene poslove – priznanja, ovlasti, postignuća, mogućnosti za razvoj i usavršavanje.

### **5 mjera za uspješno motiviranje djelatnika:**

**Sustav premija/stimulacija:** ovisno o postignućima u odjelu ili tvrtki, zaposlenik može dobiti stimulaciju na osnovnu plaću koja se ravna prema njegovom/njenom uspjehu.

**Interna obuka:** ovisno o poziciji, zaposlenici se u određenim intervalima šalju na internu ili vanjsku obuku. Što je više zaposlenik upoznat sa uslugama i proizvodima tvrtke, može kvalitetnije obavljati radne zadatke. On/a postaje sigurniji i samouvjereniji, a rezultati rada postaju bolji.

**Sastanak osoblja:** barem jednom tjedno u tvrtki ili odjelu održavaju se sastanci na kojima se razgovara o aktualnim problemima i daje se prognoza za buduće poslove.

**Napredovanje u tvrtki:** zaposlenicima koji žele napredovati treba pružiti priliku internog uspona do viših funkcija.

**Filozofija tvrtke:** svaki zaposlenik mora prisustvovati u osmišljavanju zajedničke filozofije tvrtke. Na taj način stvara se osjećaj pripadnosti jednom timu i osoba postaje lojalna tom timu. [43].

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO



ZAKONSKI OKVIRI



## 3 ZAKONSKI OKVIRI

### 3.1 ORGANIZACIJA GRAĐENJA

#### 3.1.1 Općenito o organizaciji građenja

Dobra organizacija građenja treba omogućiti brzo, kvalitetno i ekonomično građenje ili izvođenje radova. Građenje treba organizirati izvođač, prije početka građenja.

Redoslijed gradnje građevine (Slika 3-1):

- ideja o investiranju,
- istražni radovi prije projektiranja (geološki, hidrološki, geomehanički...),
- izrada projekata,
- ishođenje građevinske dozvole,
- ustupanje radova (odabir izvoditelja),
- gradnja objekta ili izvođenje radova,
- uporabna dozvola i tehnički pregled objekta,
- primopredaja objekta i konačni obračun,
- održavanje građevine.

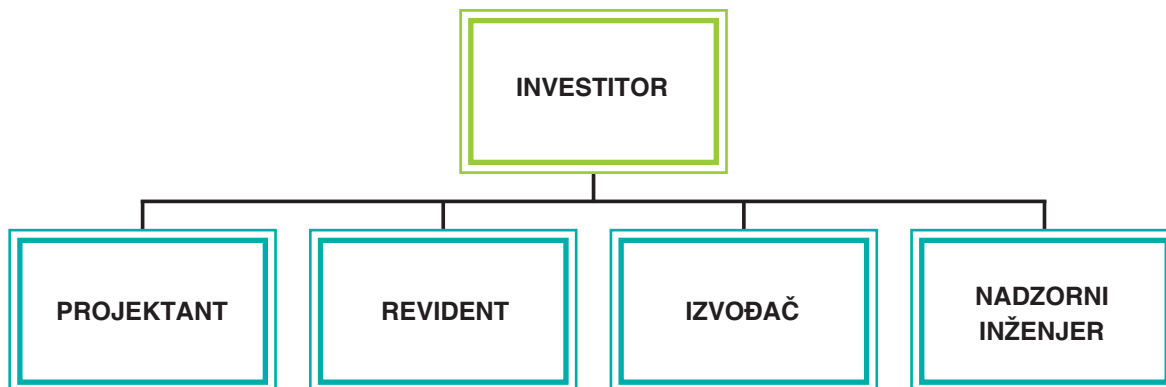


Slika 3-1 Od projekta do gotove građevine

#### 3.1.2 Sudionici u gradnji objekta

Sudionici u gradnji građevine jesu (Slika 3-2):

1. investitor
2. projektant
3. izvođač
4. nadzorni inženjer
5. revident



Slika 3-2 Sudionici u gradnji objekta [11]

**INVESTITOR** je najvažniji sudionik u gradnji građevine. On je pravna ili fizička osoba u čije ime se gradi građevina. Investitor je dužan osigurati stručni nadzor građenja građevine, ako zakonom o gradnji nije drukčije propisano. Investitor mora izabrati projektanta, izvoditelja i revidenta, te ishoditi građevinsku i uporabnu dozvolu.

**PROJEKTANT** je fizička osoba koja prema posebnom zakonu ima pravo uporabe strukovnog naziva ovlašteni arhitekt ili ovlašteni inženjer. Projektant je odgovoran da projekt koji je izradio ispunjava propisane uvjete, da je građevina projektirana u skladu s lokacijskom dozvolom, odnosno uvjetima za građenje građevina propisanim prostornim planom te da ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu, zahtjeve propisane za energetska svojstva zgrada i druge propisane zahtjeve i uvjete.

**IZVOĐAČ** je dužan graditi u skladu s građevinskom dozvolom, zakonom o gradnji, tehničkim propisima, posebnim propisima, pravilima struke.

**NADZORNI INŽENJER** je fizička osoba koja prema posebnom zakonu ima pravo uporabe strukovnog naziva ovlašteni arhitekt ili ovlašteni inženjer i provodi u ime investitora stručni nadzor građenja.

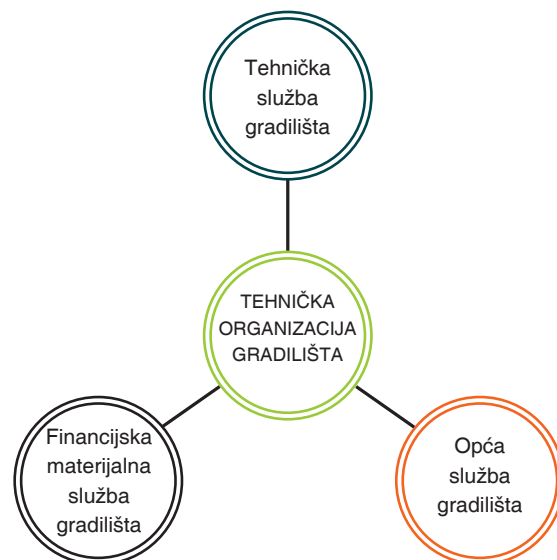
**REVIDENT** je fizička osoba ovlaštena za kontrolu projekata.

### 3.1.3 Tehnička organizacija gradilišta

Osoblje na nekom gradilištu uglavnom je podijeljeno prema poslovima koje obavlja (Slika 3-3):

**Tehničku službu gradilišta čine:**

1. **Inženjer gradilišta ili voditelj radova** - najodgovornija osoba na gradilištu. On je veza između investitora i izvođača, on organizira i rukovodi građenjem.
2. **Pomoćnik inženjera gradilišta** – mora u potpunosti poznavati problematiku gradilišta tako da u svakom trenutku može zamijeniti voditelja radova. On vodi dokumentaciju na gradilištu.
3. **Građevinski poslovođa** – neposredni organizator izvođenja radova na građevini. Na gradilištu možemo imati glavnog i pomoćne građevinske poslovođe. Glavni poslovođa odgovoran je za organizaciju i kakvoću stručnih poslova na gradilištu te za rad brigada. Može rukovoditi s više brigada (jedna brigada ima deset do dvanaest radnika) ovisno o složenosti građevine. Njegov glavni zadatak jest pravovremeno ukazivati na stanje radova te brinuti da ne dođe do zastoja na radu bilo zbog materijala, bilo zbog nedovoljnog broja radnika. Pomoćni poslovođa pomaže glavnom poslovođi u izvođenju onih radova za koje je od njega



Slika 3-3 Tehnička organizacija gradilišta [11]

dobio nalog. Vodi jednu vrstu radova, kao što su zidarski, tesarski, armirački, betonski ili ne drugi radovi.

4. **Radnici** - radove na građevini izvode kvalificirani radnici (zidari, tesari, armirači, betonirci itd.) uz pomoć polukvalificiranih i nekvalificiranih radnika. Kvalificirani radnik treba raditi posao za koji je kvalificiran, što je osnovno načelo rada na gradilištu. Na gradilištu treba biti samo potreban broj radnika, što se postiže dobrom organizacijom rada na gradilištu. Radnici su organizirani u radne brigade prema vrsti posla koji obavljaju (deset do dvanaest radnika raznih kvalifikacija – NK, PKV, KV i VKV). Brigadu vodi brigadir. To je osoba koja treba imati dobre organizacijske sposobnosti, znati se služiti građevinskim normama, provoditi mjere zaštite na radu te voditi podatke o izvedenim količinama kao i satima provedenim na radu. Surađuje s građevinskim poslovođom.
5. **Voditelj mehanizacije** - vodi računa o ispravnosti svih strojeva na gradilištu
6. **Voditelj laboratorija** - vodi laboratorij na gradilištu i provodi laboratorijsko ispitivanje materijala. Svako gradilište treba imati priručni laboratorij za ispitivanje osnovnih građevinskih materijala i konstrukcija.

**U opću službu gradilišta** spadaju tajnik, nabavljač, dostavljač, čuvar i čistač.

**Financijsko - materijalna služba gradilišta** organizira se samo za veća gradilišta. Materijalna služba gradilišta vodi evidenciju o ulasku materijala na gradilište i njegovom trošenju. O tome se brinu skladištari i nabavljač i ekonomisti koji vode razne knjige evidencije ulaska i izlaska materijala i alata. Financijska služba vodi računa o financijskom poslovanju gradilišta, plaćama radnika i dr.

### 3.1.4 Gradilište

**Gradilište** je prostor na kojem se gradi građevina i prostor oko njega koji je potreban da bi se pravilno organizirao tehnološki proces građenja (*Slika 3-4 i Slika 3-5*).

Shema uređenja gradilišta je grafički (tlocrtni) prikaz gradilišta. Ona se radi kako bi se radnicima osigurao siguran i nesmetan rad na gradilištu, u odnosu na objekt pravilno rasporedili i definirali svi kapaciteti potrebni za njegovu izgradnju i odredila međusobna povezanost privremenih objekata s lokacijom na kojoj se objekt gradi.



**Slika 3-4** Gradilišna ploča s potrebnim podacima [11]



**Slika 3-5** Primjer gradilišta [11]



### Vrste radova na gradilištu:

1. **Pripremni radovi na gradilištu** - ograđivanje gradilišta, postavljanje strojeva, deponija, skladišta, prometnice, privremenih objekata (za upravu, radnike, prehranu, sanitarni čvorovi), razvod instalacija.
2. **Grubi građevinski radovi** - njima se konstrukcija dovodi pod krov: zemljani, betonski, armirano – betonski, zidarski, tesarski, krovopokrivački radovi.
3. **Građevinsko – obrtnički ili obrtnički radovi** – stolarski, bravarski, limarski, keramičarski, podopolagački, soboslikarsko – ličilački, fasaderski, suhomontažni, teracerski, kamenorezački.
4. **Građevinsko - instalaterski ili instalaterski radovi** - elektroinstalaterski radovi, hidroinstalaterski radovi (vodovod i kanalizacija), termotehničke instalacije (grijanje i klimatizacija).

Građenje i građevinu nadziru osim nadzornog inženjera, građevinski inspektori, inspektori rada, sanitarni inspektori i koordinator zaštite na radu.

## PITANJA:

1. Zašto treba organizirati građenje, koji sudionik to mora napraviti i kada?
2. Opišite redoslijed gradnje objekta.
3. Nabrojite sudionike u gradnji objekta.
4. Objasnite ulogu investitora.
5. Koja je uloga izvoditelja?
6. Koja je uloga nadzornog inženjera?
7. Tko sve spada u tehničku službu na gradilištu?
8. Tko je najodgovornija osoba na gradilištu?
9. Koja je uloga građevinskog poslovođe?
10. Što je radna brigada ?
11. Što čini opću službu na gradilištu?
12. Ima li svako gradilište financijsko-materijalnu službu?
13. Što je gradilište i kako se prikazuje?
14. Zašto se mora raditi shema uređenja gradilišta?
15. Koje su vrste radova na gradilištu?

## 3.2 ZAŠTITA NA RADU

### 3.2.1 Uvod

Prema Zakonu o zaštiti na radu [44], život, zdravlje i očuvanje radne sposobnosti vrednote su od posebnog društvenog interesa u Republici Hrvatskoj, te je od javnog interesa zaštita na radu kao organizirano sustavno djelovanje.

Poslodavci su obvezni, uzimajući u obzir poslove i njihovu prirodu, procjenjivati rizike za život i zdravlje radnika i osoba na radu, na temelju procjene opasnosti. Procjena opasnosti temeljni je i najvažniji dokument o **zaštiti na radu**. Prilikom izrade procjene opasnosti pristupa se analizi svih opasnosti na radnom mjestu s ciljem njihovog uklanjanja ili smanjivanja na prihvatljivu razinu [45]. Radnici su obvezni osposobljavati se za rad na siguran način te radove izvoditi sa dužnom pažnjom.

Provedba mjera zaštite na radu temelji se na suradnji između poslodavca odnosno njegovog ovlaštenika iz područja zaštite na radu, povjerenika radnika iz područja zaštite na radu, koordinatora zaštite na radu i samih radnika te je podložna nadzoru od strane državnog inspektorata.

### 3.2.2 Poslovi s posebnim uvjetima rada

Dakle, procjenom opasnosti određuju se poslovi koji usprkos primijenjenim osnovnim pravilima zaštite na radu ne mogu sasvim zaštititi radnika od ozljeđivanja, profesionalne bolesti i drugih bolesti, odnosno određuju se poslovi s posebnim uvjetima rada. Za takve poslove radnici moraju zadovoljavati i posebne uvjete u pogledu: dobi života, spola, stručnih sposobnosti, zdravstvenog, tjelesnog ili psihičkog stanja, psihofizioloških i psihičkih sposobnosti. U pravilu, većina radnih mjesta na privremenim gradilištima su upravo poslovi s posebnim uvjetima rada.

Prije početka rada na poslovima s posebnim uvjetima rada, svaki je radnik obavezan obaviti prethodni liječnički pregled kod ovlaštene medicine rada, da bi se utvrdila njegova zdravstvena i psihofizička sposobnost. Liječničko uvjerenje sadrži točke članka Pravilnika o posebnim uvjetima rada, [46] po kojima se utvrđuje sposobnost kao i rok ponovnog periodičkog liječničkog pregleda. Nadalje, prije raspoređivanja na posao s posebnim uvjetima rada, kod promjene u procesu rada ili premještanja radnika na drugo radno mjesto, radnika je potrebno osposobiti za rad na siguran način. Prije osposobljavanja za rad na siguran način, koji se sastoji od teorijskog i praktičnog dijela, radniku je potrebno osigurati rad pod nadzorom radnika koji je osposobljen za rad na siguran način.

### 3.2.3 Prava i obveze

Iz zakonskih propisa proizlaze za radnika ova najvažnija prava i obveze:

- rad u zdravom radnom okolišu, a ako ste pri radu izvrgnuti utjecaju raznih štetnosti, do saniranja radnog okoliša imate pravo i dužnost nositi osobna zaštitna sredstva namijenjena za te poslove, koje vam je dužan osigurati poslodavac;
- ako vam pri radu prijete neposredna opasnost za život, imate pravo odmah odbiti takav rad. Ukoliko vam pri radu prijete opasnost za zdravlje, imate pravo postaviti pismeni zahtjev za osiguranje takvih

uvjeta rada ili osobnih zaštitnih sredstava kod kojih te opasnosti neće postojati;

- u slučaju da ste počinili povredu radne dužnosti uz postojeće mjere zaštite na radu, možete radi toga biti udaljeni od strane neposrednog rukovoditelja;
- uočite li neki kvar ili nedostatak na sredstvima rada, odnosno primijetite da nedostaju neka sredstva s kojima bi se sigurnije radilo, pa to predstavlja izvor opasnosti koji bi mogla izazvati ozljedu, dužni ste to odmah prijaviti svom neposrednom rukovoditelju, odnosno povjereniku zaštite na radu;
- ako ste se ozlijedili prilikom dolaska na posao, tijekom rada ili prilikom odlaska s posla, morate to prijaviti svojem neposrednom rukovoditelju odmah, a najkasnije u roku 24 sata;
- ukoliko ste raspoređeni na radno mjesto za koje se zahtijeva periodički zdravstveni pregled, morate se redovito odazivati na pozive. U protivnom, ne smijete raditi na tom radnom mjestu;
- ako se netko pored vas ozlijedi, dužni ste mu pružiti prvu pomoć u okviru vaših mogućnosti i znanja te o tome odmah obavijestiti neposrednog rukovoditelja;
- bukne li na vašem radnom mjestu ili njegovoj blizini požar, ili nastupe druge pojave koje mogu ugroziti život ili zdravlje radnika, dužnost vam je da odmah pristupite gašenju požara, odnosno evakuaciji radnika i da odmah tražite pomoć i obavijestite neposrednog rukovoditelja;
- dužnost vam je da se tijekom rada obrazujete i usavršavate svoja znanja iz zaštite pri radu;
- ako naiđete na neki problem vezan na zaštitu na radu, uvijek o njemu obavijestite i svojeg povjerenika za zaštitu na radu te nastojte riješiti problem i uz njegovu pomoć.

### **3.2.4 Pravilno izvođenje radova**

#### **3.2.4.1 Kretanje pri radu**

Putovi i prolazi u radnim i pomoćnim prostorima moraju se redovito čistiti. Na prolazima se ne smije odlagati nagomilani materijal, razni predmeti slično. Najmanja širina slobodnog prolaza ne smije biti manja od 70 cm.

#### **3.2.4.2 Higijena rada**

Zaposlenicima koji se nalaze pod utjecajem alkohola ili droge ne smije se dopustiti rad, treba ih udaljiti sa radnog mjesta. Na radnom mjestu poslodavac je dužan prikladnim mjerama provoditi zaštitu nepušača od djelovanja duhanskog dima. Zabranjeno je pušenja na radnim sastancima. Osim toga zabranjeno je pušenje u radnim prostorijama i prostorima osim onih koje poslodavac odredi da je pušenje dozvoljeno, o čemu mora biti istaknut znak mjesta za pušenje.

#### **3.2.4.3 Rad s električnim uređajima, u blizini električne struje**

Nikada ne upotrebljavajte oštećene električne uređaje ni oštećeni električni pribor; isto se odnosi na prekidače, priključnice i utikače, uz upozorenje osobi za održavanje električnih uređaja. Nezaštićene kabele ne smijete postavljati preko transportnih puteva. Koristite prenosive električne uređaje čija su kućišta izve-

dena od izolacijskog materijala (oznaka na kućištu: četverokut unutar četverokuta). Za napajanje trošila koristite razvodne ormariće koji su opremljeni i izrađeni prema odgovarajućim standardima.

### **3.2.5 Zaštita od požara**

Unutar tvrtke poslodavac vam je dužan organizirati osposobljavanje za početno gašenje požara.

### **3.2.6 Samopomoć i pružanje prve pomoći**

Poslodavac je obavezan na svakih 20 radnika, odnosno na svakom izdvojenom radilištu imati po jednog radnika osposobljenog za pružanje prve pomoći na privremenim radilištima. U slučaju da ste u neposrednoj blizini nesreće, do dolaska radnika zaduženog za pružanje prve pomoći odnosno liječnika, dužni ste u svojim mogućnostima pomoći unesrećenom uz sljedeće: pozovite hitnu pomoć; budite mirni i sabrani; postupajte brzo i odlučno i ne učinite ništa što bi moglo pogoršati stanje ozlijeđenog; prigodom spašavanja vodite računa o sigurnosti spasioca; ako ozlijeđeni ne pokazuje znakove života (disanje, rad srca, svijest) to još ne znači da je mrtav te treba u svim situacijama, osim kad smo sigurni da je nastupila smrt, postupati kao da je čovjek živ. Što prije treba započeti sa oživljavanjem, jer je 3-4 minute nakon udara struje šansa za preživljavanje još povoljna.

### **3.2.7 Skele, podesti i ljestve**

Prije početka primjene skele, odnosno nakon njezinog postavljanja, skelu treba pregledati odgovorna osoba. Svrha pregleda jest utvrditi je li skela građena u skladu s pravilima zaštite na radu odnosno projektu skele. Svaka etaža skele koja se nalazi na visini većoj od 100 cm od tla, ili mjesta na kojem je postavljena, mora biti osigurana zaštitnom ogradom. Zaštitna ograda mora biti visine najmanje 100 cm i izvedena s vodoravnim elementima popune. Razmak između elemenata ne smije biti veći od 35 cm, a donja rubna daska koja sprečava pad predmeta i alata s visine mora biti visoka najmanje 20 cm. Radni pod mora biti čist, prolaz širine najmanje 60 cm.

Ljestve moraju biti položene pod nagibom od 75 stupnjeva, s time da minimalno 75 cm nadvisuju mjesto na koje se treba popeti. Najbolje je koristiti aluminijske ili slične ljestve rađene po zaštitnim propisima, a ukoliko se radovi izvode s drvenim ljestvama, prečke moraju biti izvedene od tvrdog drveta, usađene ili urezane u okomice ljestava, svaka prečka mora izdržati težinu od cca 220 kg, razmak prečaka mora biti isti (25-32 cm), širina ljestava između okomitih nosača najmanje 45 cm. Zabranjena je uporaba ljestava čije su prečke učvršćene samo čavlima, spojnicama ili klanfama.

Na mjestima gdje niste u stanju osigurati se od pada primjenom ograde, dužni ste koristiti zaštitne pojaseve i užad te odgovarajuće prihvatne skele.

### **3.2.8 Osobna zaštitna sredstva**

Poslodavac je dužan osigurati, a radnici su dužni nositi sljedeća osobna zaštitna sredstva:





- zaštitni šljem za glavu,
- zaštitno radno odijelo,
- zaštitne naočale,
- zaštitne radne cipele,
- zaštitne radne rukavice,
- ostala zaštitna sredstva za zaštitu od buke, zaštitu od kiše i sl.

### **3.2.9 Primjena građevinskih materijala**

Posebne informacije o proizvodu vezano za sastav, ophođenje, čišćenje, odgovarajuće mjere i zbrinjavanje naći ćete u sigurnosnom tehničkom listu.

Potrebno je pridržavati se normi, smjernica i uputstva vezanih za podlogu i materijal! [47].

## **PITANJA:**

1. Tko je obavezan procjenjivati rizike za život i zdravlje radnika i osoba na radu, na temelju procjene opasnosti?
2. Tko je obavezan osposobljavati se za rad na siguran način te radove izvoditi s dužnom pažnjom?
3. Što je svaki radnik prije početka rada na poslovima s posebnim uvjetima rada obavezan obaviti?
4. Što je dužan poslodavac učiniti prije raspoređivanja na posao s posebnim uvjetima rada, kod promjene u procesu rada ili premještanja radnika na drugo radno mjesto?
5. Nabrojite najmanje tri, za radnika, najvažnija prava i obaveze iz zakonskih propisa.
6. Kolika je najmanja širina slobodnog prolaza potrebna za nesmetano kretanje pri radu?
7. Kako poslodavac provodi mjere zaštite nepušača od djelovanja duhanskog dima?
8. Što se nikada ne upotrebljava u rad s električnim uređajima, u blizini električne struje?
9. Poslodavac je dužan osigurati jednog radnika osposobljenog za pružanje prve pomoći, na koliko radnika?
10. Broj hitne pomoći?
11. Skelu treba pregledati prije početka primjene. Koja je svrha pregleda i tko provodi pregled?
12. Pod kojim nagibom ljestve moraju biti položene?
13. Kada ste dužni koristiti zaštitne pojaseve i užad te odgovarajuće prihvatne skele?

### 3.3 ZAŠTITA OD POŽARA

Za nastanak požara potrebna su 3 faktora:

- goriva tvar,
- kisik,
- temperatura paljenja gorive tvari.

U izvedbi fasadnih sustava koriste se mnogi zapaljivi materijali, a sve s ciljem poboljšanja energetske učinkovitosti, smanjenja infiltracije vode i zraka te zbog njihove estetske vrijednosti. Postoji mnogo dokumentiranih požara u svijetu koji uključuju prijenos požara po vanjskoj ovojnici zgrada (Slika 3-7 i Slika 3-8).



Slika 3-6 Uvjeti požara [48]



April 17, 2014

Cambridge, Massachusetts  
REUTERS/John Cetrino

November 18, 2012

Dubai, UAE, Tom Bell-Wright

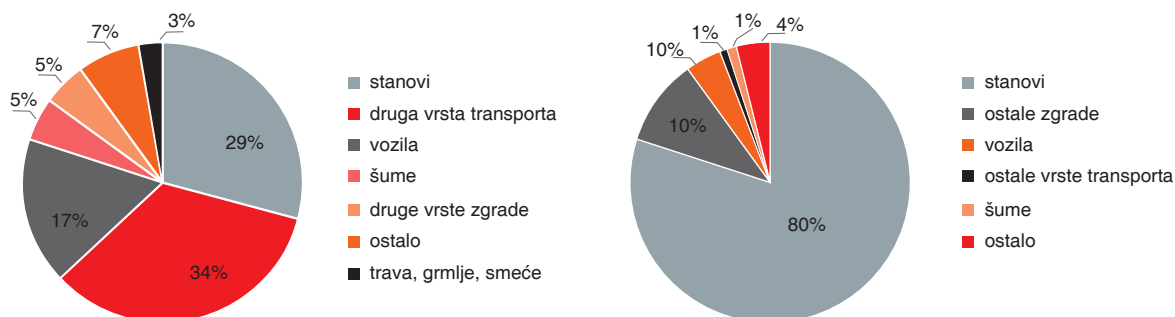
May 15, 2012

Roubaix, France

April 4, 2013

Grozny RIA Novosti  
Said Tsamaev

Slika 3-7 Primjeri velikih požara koji se prenose po fasadama [49]



Slika 3-8 Statistike o distribuciji požara ovisno o izvoru požara te smrtnost ljudi ovisno o izvoru požara [50]

U Republici Hrvatskoj statistički pokazatelji navode kako je u 2011. godini bilo ukupno 2600 požara u građevinama što je rezultiralo s 49 ljudskih žrtava i materijalnom štetom u iznosu od 205.356,904 kuna. Navedene brojke su zastrašujuće, stoga je s razlogom "Sigurnost u slučaju požara" definirana kao 2. temeljni zahtjev za građevinu [51].

Zadatak zaštite od požara na fasadama jest spriječiti brzo širenje požara preko više od 2 etaže iznad ili ispod mjesta nastanka požara prije reakcije vatrogasnih postrojbi (u većini slučajeva 15-20 min.) te da to bude bez opasnosti od padanja velikih dijelova fasade. Vatra po fasadi može doprijeti 5 - 10 puta dalje nego u slučaju njezine izvorne duljine.



**Slika 3-9** Prikaz faza razvoja požara na fasadi [52]

Zgrade oko nas se mijenjaju, razvijaju se novi materijali, moderne tehnologije gradnje, grade se veće, više zgrade (*Slika 3-10*). Znamo li se prilagoditi?



**Slika 3-10** Suvremene zgrade [53], [54]

Poštivanjem zahtjeva EPBD II (Direktiva 2010/31/EC o energetskim svojstvima zgrada [55] i EE direktive (Direktiva o energetskoj učinkovitosti (2012/27/EU) [56] izravno se utječe na veću količinu toplinske

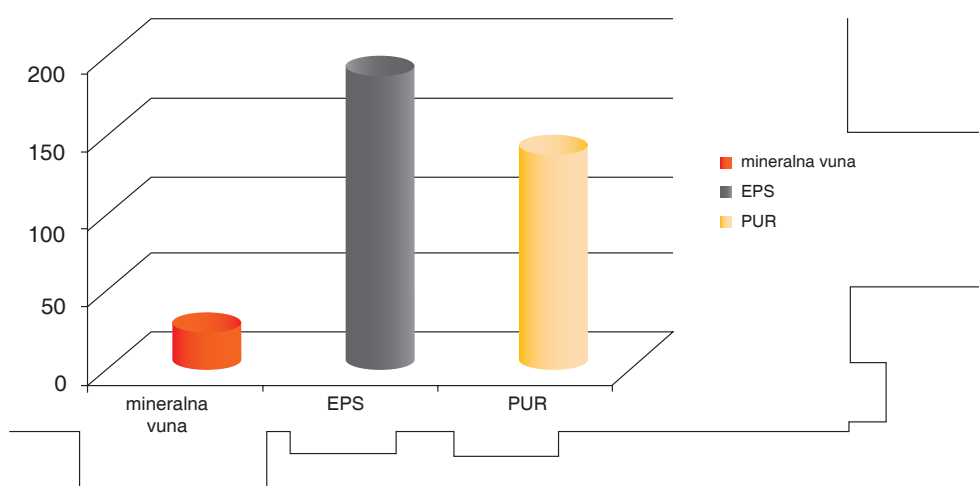
izolacije i ugradnju sustava obnovljivih izvora energije, čime se povećava požarno opterećenje te rizik od požara u zgradama.

Zašto brinuti o zaštiti od požara zbog fasade? Količina gorive izolacije na vanjskim zidovima raste: i u  $m^2$  i u debljini, razvijaju se tehnologije, žbuka je tanja i organska. Zaštita od požara je posebno potrebna za vrijeme energetske obnove. Deklarirana zaštita od požara postiže se jedino ukoliko građevinska praksa osigurava savršenu primjenu.



**Slika 3-11** Obnova postojeće zgrade [49]

Ukupna kalorijska vrijednost izolacijskih materijala primjenjivanih u ETICS sustavima po  $m^2$  je 7.7 puta veća za EPS, odnosno 6 puta veća za PUR u odnosu na kamenu vunu (*Slika 3-12*).



**Slika 3-12** Kalorijska vrijednost izolacijskih materijala u ETICS sustavu [57]



Smanjuje se vrijeme potrebno da se mali požar razvije do stupnja kad on predstavlja značajnu opasnost – cca 3 minute [58].

Sigurnost u slučaju požara znači da građevine moraju biti projektirane i izgrađene tako da u slučaju izbijanja požara:

- nosivost građevine može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja;
- nastanak i širenje požara i dima unutar građevine bude ograničeno;
- širenje požara na okolne građevine bude ograničeno;
- korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni;
- sigurnost spasilačkog tima bude uzeta u obzir.

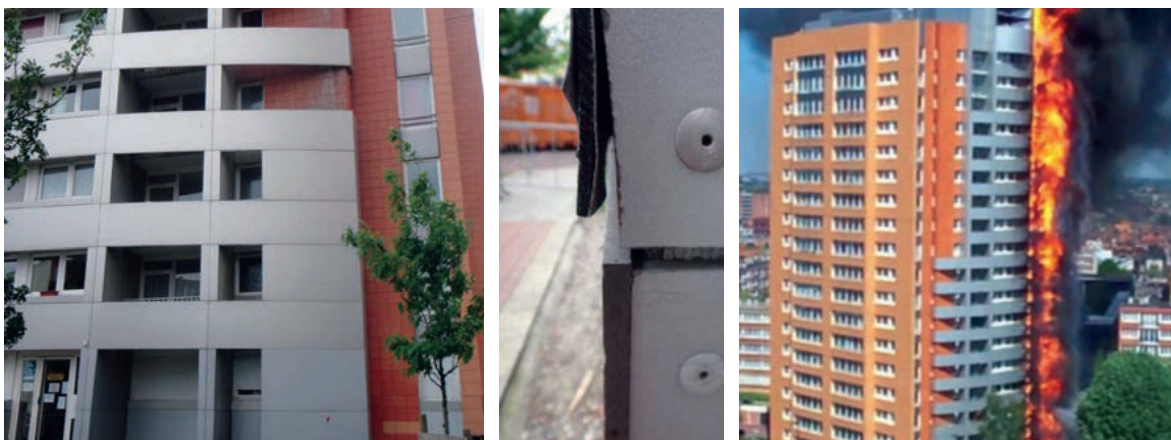
Kritične su izvedbe kod javnih zgrada od društvenog interesa, kuća za starije i nemoćne, zdravstvenih ustanova, škola i vrtića. Kod visokih zgrada postoji višestruki rizik od širenja požara s ozbiljnim posljedicama za korisnike, ograničena evakuacija – obično jedan evakuacijski put, ograničena su sredstva za gašenje požara – samo iznutra.

Primjer požara u Dijonu pokazuje kako je požar započeo u kontejneru za smeće s vanjske strane zgrade te rezultirao brzim okomitim širenjem po ETICS fasadi (izolacija od EPS-a s barijerama od mineralne vune) (Slika 3-13).

U slučaju tornja Mermoz u Francuskoj, požar je počeo na balkonu 2. kata stambene zgrade od ukupno 18 katova. Širio se po visini zgrade po fasadi obloženoj aluminijskim kompozitnim panelima (Slika 3-14).

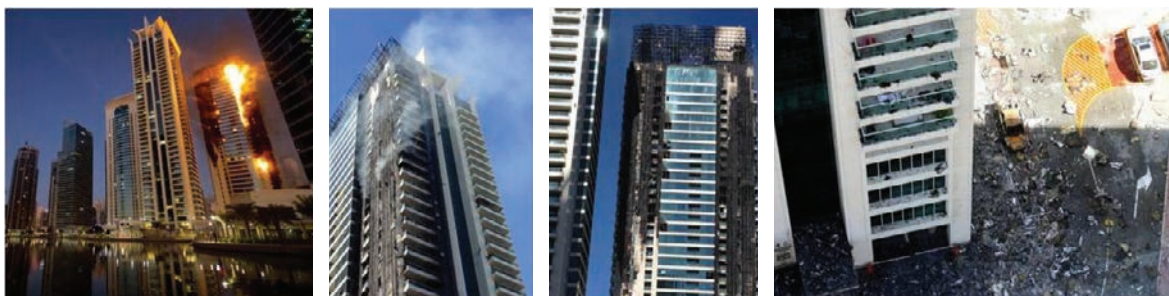


**Slika 3-13** Dijon, Francuska 14. studeni 2010. [49], [59]



**Slika 3-14** Mermoz Tower, Roubaix, Francuska, svibanj 2012. [59], [60], [61], [62], [63]

Zgrada Tamweel Tower u Dubaiju visoka je 34 kata, a na njoj je bila izvedena vanjska ovojnica od aluminijskih sendvič panela s jezgrom od PUR-a. Požar nastao na vrhu zgrade, širio se prema dolje po fasadi uz značajnu količinu padajućih čestica (*Slika 3-15*).



*Slika 3-15 Tamweel Tower, Dubai, 18. studeni 2012 [64], [65]*

U slučaju stambene zgrade u Miskolcu, dogodilo se okomito širenje požara po fasadi izrađenoj s ETICS sustavom sa 6. na 11. kat zgrade. Čimbenici koji su u ovom slučaju doprinijeli požaru su izolacija od EPS-a, neodgovarajuća ugradnja izolacije i završne žbuke, nisu korištene barijere od mineralne vune (MW), naročito oko prozora, (*Slika 3 -16*).

U gornjem su tekstu prikazani primjeri požara u zgradama koje se smatraju primjerima uporabe materijala ili načina ugradnje koji ne zadovoljavaju propise i kriterije ispitivanja, i to u zemljama gdje je kontrola gradnje vrlo razvijena.



*Slika 3 -16 Miskolc, Mađarska 15. kolovoz 2005. [66]*

U važećoj hrvatskoj regulativi, materijali i sustavi se klasificiraju s obzirom na reakciju na požar pri čemu razredi reakcije na požar predstavljaju samo minimum sigurnosti za male požare. *Tablica 3-1*, *Tablica 3-2* i *Tablica 3-3* prikazuju razrede reakcije na požar za sve građevne proizvode (osim podova), razrede obzirom na razvoj dima, te razrede s obzirom na razvoj gorućih kapljica/čestica.

Razred	Zahtjev u uvjetima požara
A1	Ne doprinosi požaru
A2	Ne doprinosi požaru
B	Jako ograničen doprinos gorenju
C	Ograničen doprinos požaru
D	Prihvatljiviji doprinos požaru
E	Prihvatljiv doprinos požaru
F	Nema zahtjeva za ponašanje u uvjetima požara

**Tablica 3-1** Razredi reakcije na požar

Razred	Zahtjev u uvjetima požara
s1	Nema razvoja dima
s2	Ograničen razvoj dima
s3	Neograničen razvoj dima

**Tablica 3-2** Razredi s obzirom na razvoj dima

Razred	Zahtjev u uvjetima požara
d0	Bez kapanja
d1	Ograničeno kapanje
d2	Jako kapanje

**Tablica 3-3** Razredi s obzirom na goruće kapljice/čestice

Primjer formata razredbe reakcije na požar za građevne proizvode (osim podova) na jednom od građevinskih proizvoda prikazuje *Tablica 3-4*.

Vrsta ETICS-sustava i završno-dekorativnog sloja	Razred ETICS-a prema HRN EN 13501-1
ETICS-EPS s mineralnom završno-dekorativnom žbukom	B-s1, d0
ETICS-EPS s organskom završno-dekorativnom žbukom	B-s1/s2, d0
ETICS-MW s mineralnom završno-dekorativnom žbukom	A2-s1, d0
ETICS-MW s organskom završno-dekorativnom žbukom	A2-s1/s2, d0

**Tablica 3-4** Svojstva ETICS sustava hrvatskih proizvođača s obzirom na reakciju na požar



Pokazalo se da se ponašanje fasadnih sustava u požaru ne može u potpunosti ocijeniti provođenjem laboratorijskih ispitivanja, jer na ponašanje fasadnih sustava utječu parametri poput mehaničkih svojstava (stabilnost, padanje komada i čestica, otapanje) i širenje požara kroz šupljine. Može se procijeniti samo kroz ispitivanja u punoj veličini s realnim konstrukcijama i izvedbama fasade, pri čemu je vidljivo da u stvarnosti na širenje požara nije bitna samo reakcija komponenti na požar, nego i drugi detalji, kao kakvoća pričvršćenja, požarne barijere itd. (Slika 3-17).



**Slika 3-17** Ponašanje ETICS sustava s EPS-om tijekom i nakon požara [11]

Slika 3-18 prikazuje ponašanje tri ETICS sustava tijekom požara, s lijeva na desno: toplinska izolacija od EPS-a, toplinska izolacija od EPS-a s vodoravnom barijerom iznad otvora od mineralne vune; toplinska izolacija od mineralne vune.



**Slika 3-18** Ponašanje tri ETICS sustava tijekom požara [11]

Važeća regulativa u Hrvatskoj [67] definira da građevni proizvod koji se ugrađuje na fasadu treba zadovoljiti zahtjeve u pogledu reakcije na požar, (Tablica 3-5).

Građevni dijelovi	Zgrada poskupine (ZPS)						Visoke zgrade
	ZPS1	ZPS2	ZPS3	ZPS4	ZPS5		
<b>Ovješeni ventilirani elementi pročelja</b>							
Klasificirani sustav	E	D-d1	D-d1	C-d1		B-d1	A2-d1
ili							
<b>Irvedba sa sljedećim klasificiranim komponentama</b>							
Vanjski sloj	E	D	D	A2-d1		B-d1	A2-d1
Podkonstrukcija							
- štapasta	E	D	D	D	iii	d	C
- točkasta	E	D	A2	A2		A2	A2
Izolacija	E	D	D	B		A2	A2
<b>Toplinski kontaktni sustav pročelja</b>							
Klasificirani sustav	E	D	D-d1	C-d1		B-d1	A2-d1
ili							
<b>Sustav slojeva sa sljedećim klasificiranim komponentama</b>							
- pokrovni sloj	E	D	D	C		B-d1	A2-d1
- izolacijski sloj	E	D	C	B		A2	A2

Tablica 3-5 Klasifikacija fasadnih sustava za primjenu u pojedinim zgradama [67]

Prema zahtjevnosti zaštite od požara zgrade se dijele na sljedeće podskupine:

**(1) Zgrade podskupine 1 (ZPS 1)** jesu slobodno stojeće zgrade s najmanje tri strane dostupne vatrogascima za gašenje požara s razine terena, koje sadrže **do tri nadzemne etaže** s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi **do 7,00 metara** mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan ili jednu poslovnu jedinicu, tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i **do ukupno 50 korisnika**;

**(2) Zgrade podskupine 2 (ZPS 2)** jesu slobodno stojeće zgrade i zgrade u nizu, koje sadrže **do tri nadzemne etaže** s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi **do 7,00 metara** mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže najviše tri stana odnosno najviše tri poslovne jedinice pojedinačne tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i ukupno **do 100 korisnika**;

**(3) Zgrade podskupine 3 (ZPS 3)** jesu zgrade koje sadrže **do tri nadzemne etaže** s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi **do 7,00 metara** mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, u kojima se okuplja **manje od 300 osoba**, a nisu obuhvaćene pod 1. ili 2;

**(4) Zgrade podskupine 4 (ZPS 4)** jesu zgrade koje sadrže **do četiri nadzemne etaže** s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi **do 11,00 metara** mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan odnosno jednu poslovnu jedinicu bez ograničenja tlocrtne (bruto) površine ili više stanova odnosno više poslovnih jedinica pojedinačne tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i **ukupno do 300 korisnika**;

**(5) Zgrade podskupine 5 (ZPS 5)** jesu zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi **do 22,00 metra** mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija

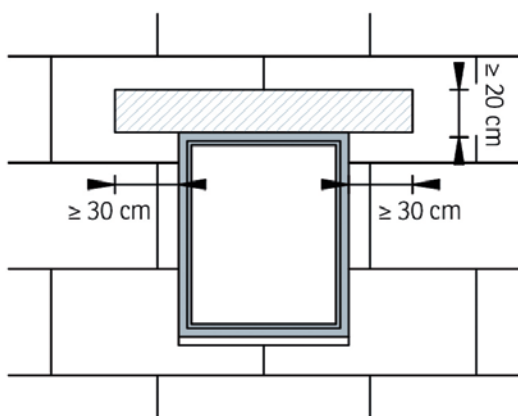
ugroženih osoba, a koje nisu razvrstane u podskupine ZPS 1, ZPS 2, ZPS 3 i ZPS 4, kao i zgrade koje se pretežno sastoje od podzemnih etaža, **zgrade u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti te osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići i slično)** te zgrade u kojima borave osobe kojima je ograničeno kretanje iz sigurnosnih razloga (kaznene ustanove i slično), **i/ili imaju pojedinačne prostore u kojima se može okupiti više od 300 osoba;**

**(6) Visoke zgrade** jesu zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi **iznad 22,00 metra** mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, uporabom auto-mehaničkih ljestvi, odnosno auto-teleskopske košare ili zglobne platforme.

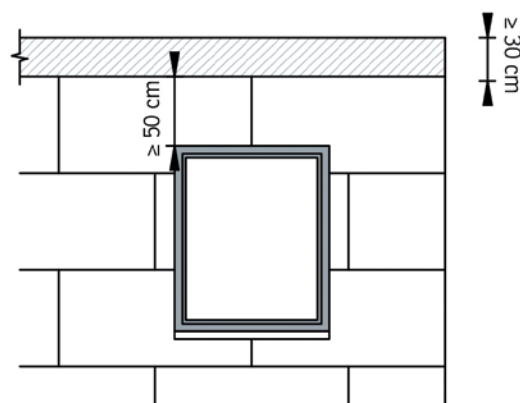
Za vanjske izolacije, obloge, parne brane, folije i slične obloge cijevi i kanala moraju se koristiti negorivi građevni proizvodi (reakcije na požar A1 ili A2, s1 d0), a iznimno, kad je u građevini predviđen automatski sustav za gašenje požara, i teško gorivi građevni proizvodi (reakcije na požar najmanje C s3 d2).

Europske zemlje primjenjuju preporuke za izvođenje ETICS sustava, kao što će biti prikazano u daljnjem tekstu. U Austriji izvedba protupožarnih pojasa (barijera) ovisi o vrsti i broju katova, položaju prozora i drugim propisima.

Kada se upotrebljavaju izolacijski materijali razreda C, D ili E za zgrade s više od tri kata i debljinom izolacijskog materijala koji je veći od 10 cm, treba izvesti protupožarni pojas ili pregradu. Položaj protupožarne barijere određuje projektant, ali se mogu definirati osnovni načini izvedbe (*Slika 3-19* i *Slika 3-20*). Kod balkona ili ploča od lođa s prekidom toplinskih mostova treba predvidjeti protupožarne pojaseve kako bi se izbjeglo širenje požara.

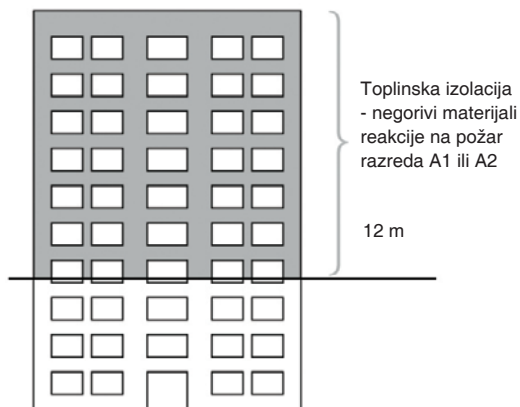


**Slika 3-19** Protupožarna barijera u visini natprozornika [31]

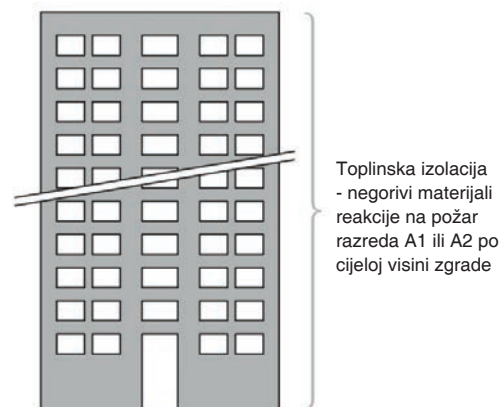


**Slika 3-20** Protupožarni pojas u visini serklaža [31]

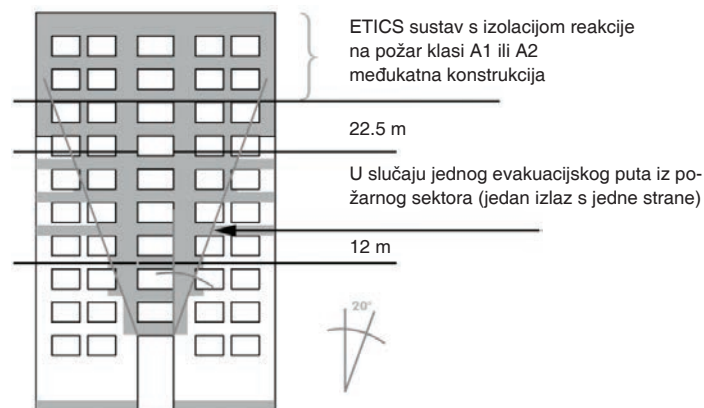
U slučaju Češke preporučuje se raspodjela negorivih materijala za nove zgrade visine do 30 m, odnosno za nove zgrade visine iznad 30 m, kako je prikazano na *Slici 3-21* i *Slici 3-22*, kao i u slučaju rekonstrukcije postojećih zgrada, *Slika 3-23*.



**Slika 3-21** Raspodjela negorivih materijala za nove zgrade visine do 30 m [31]

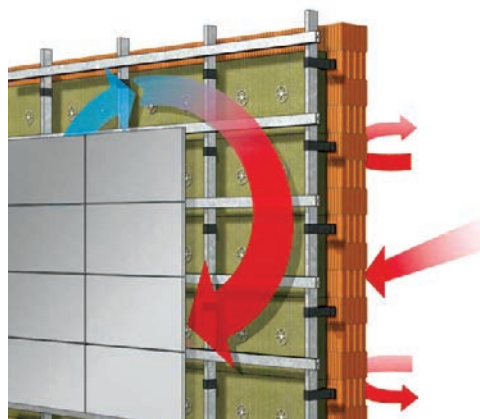


**Slika 3-22** Raspodjela negorivih materijala za nove zgrade visine iznad 30 m [31]



**Slika 3-23** Raspodjela negorivih materijala kod rekonstrukcije postojećih zgrada [31]

U slučaju ventiliranih fasada (*Slika 3-24*), ventilirani sloj zraka može doprinijeti širenju dima i vatre, ubrzavajući razbuktavanje požara te otežati vatrogasnim službama gašenje. Stoga, ovakvi sustavi zahtijevaju dodatnu pažnju prilikom projektiranja i odabira građevinskih materijala.



**Slika 3-24** Ponašanje ventilirane fasade u zimskom razdoblju [69]



Kako bi bila zajamčena odgovarajuća zaštita od požara pri projektiranju i odabiru građevinskih materijala, potrebno je slijediti Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 029/2013) [68]. Posebna pažnja potrebna je kod izvođenja obnova, s obzirom da se često koriste gorivi materijali tijekom obnove koji su izvor rizika od požara, npr. EPS se deklarira kao materijal s reakcijom na požar razreda E, ali kad se EPS nalazi u sustavu s polimer-cementnim ljepilom, staklenom mrežicom i završnom, na primjer organskom (akrilnom), žbukom takav sustav se deklarira kao B-s2, d0. Ovo je očigledan primjer opasnosti prilikom gradnje i/ili energetske obnove fasada gdje su gorivi materijali u samom procesu nezaštićeni i predstavljaju povećani rizik od požara (*Slika 3-25* i *Slika 3-26*). Potrebno je također naglasiti da nedovršene zgrade nisu u skladu s građevinskim zakonom!



**Slika 3-25** Požar na Sveučilišnom kampusu u Rijeci tijekom gradnje (travanj 2009.) [70], [71]



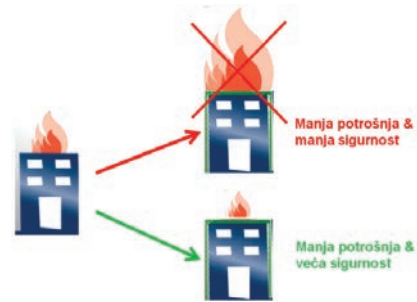
**Slika 3-26** Požar Bahrain (28.8.2013.) (lijevo) [72]; Kina Provincija Heilongjiang (29.8.2013.) (desno) [73]

Cilj koji je potrebno postaviti je: **MANJE POTROŠNJE ENERGIJE + VIŠE SIGURNOSTI** (Slika 3-27).

Potrebno je osigurati da se tijekom procesa povećanja energetske učinkovitosti zgrada ne poveća rizik od požara, već ga je potrebno smanjiti, ukoliko je to moguće.

Također, pokazalo se da vatrogasci imaju problema s gašenjem požara u zgradama s velikim površinama fotonaponskih panela. U slučajevima kad su se dogodili požari fotonaponskih sustava, uzrok su redovito bili problemi električnog iskrenja zbog neodgovarajuće instalacije, lošeg ožičenja i nedovoljne izolacije (Slika 3-28).

Što se tiče ozelenjenih građevnih dijelova zgrada, problemi koji se u njihovu slučaju vezuju uz rizik od požara uključuju zapaljivost materijala, zapaljivost vegetacije (širenje požara), kao i omogućavanje pristupa vatrogascima (Slika 3-29).



**Slika 3-27** Cilj energetske obnove zgrada, manja potrošnja uz više sigurnosti [74]



**Slika 3-28** Požar fotonaponskih panela [75]



**Slika 3-29** Zelena fasada [76]



## PITANJA

1. Koja su 3 preduvjeta nastanka požara?
2. Koji je zadatak zaštite od požara na fasadama?
3. Za koje su zgrade kritični uvjeti za zaštitu od požara na fasadama?
4. Koji su razredi reakcije na požar za materijale?
5. Koji se razredi reakcije na požar primjenjuju za visoke zgrade?
6. Kada je potrebno izvesti protupožarnu barijeru ili pregradu?
7. Koje je razreda reakcije na požar EPS materijal, a kojeg mineralna vuna?

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO



POZNAVANJE ZGRADE

## 4 POZNAVANJE ZGRADE

### 4.1 POZNAVANJE NACRTA

Razumijevanje različitih vrsta projekata odnosno tehničkih crteža u graditeljstvu podrazumijeva tehničku pismenost koja je potrebna za sve koji u tom procesu sudjeluju od projekatara do izvođača radova.

Arhitektonsko – građevinskim nacrtima svrha je da posluže kao uputa za izgradnju građevine. Prikaz građevine dan je određenim nacrtima i točnim izmjerama (kotama) u tim nacrtima. Stoga sve mora biti prikazano prema određenim pravilima: određene su vrste i širine crta, mjerila, načini označavanja i opisivanja konstrukcija i pojedinih njihovih dijelova.

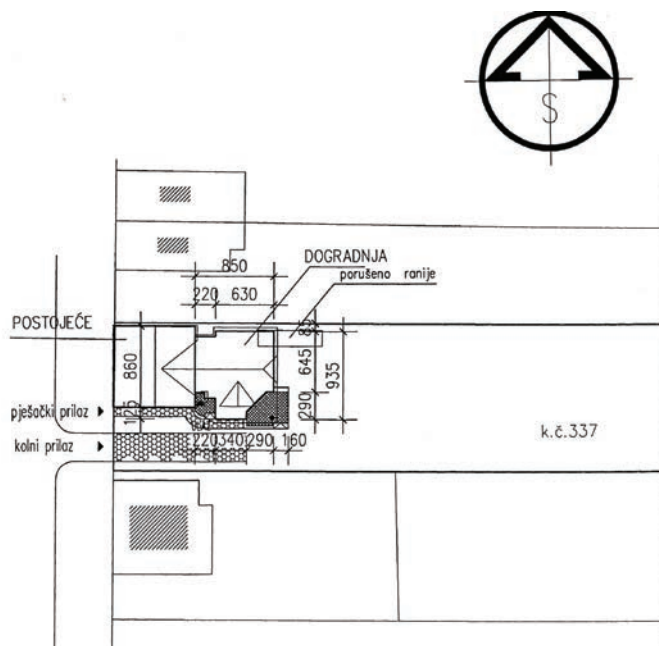
Prema namjeni projekta razlikujemo i pripadajuće nacрте, pa tako imamo idejni nacrt, glavni nacrt i izvedbeni nacrt.

#### 4.1.1 Sadržaj nacрта

**Svaki nacrt sadrži: situacijski nacrt, tlocрте, presjeke i pročelja (fasade, pogledi).**

##### a) Situacijski nacrti

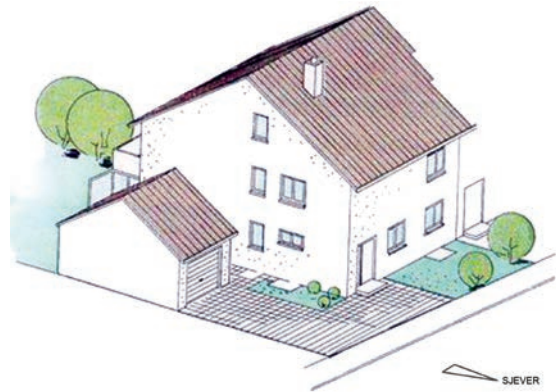
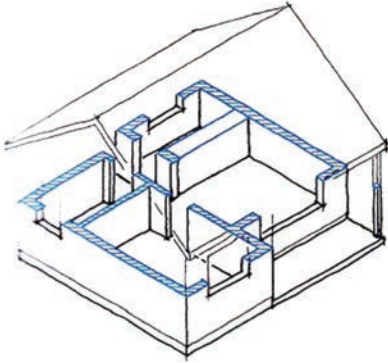
Crtaju se u mjerilu 1:500 (*Slika 4-1*), a za veće građevine u mjerilu 1:1000. Prikazuju položaj građevine na parceli i u odnosu na susjedne građevine i svu postojeću infrastrukturu sa svim pripadajućim podacima.



*Slika 4-1* Situacijski nacrt M 1:500

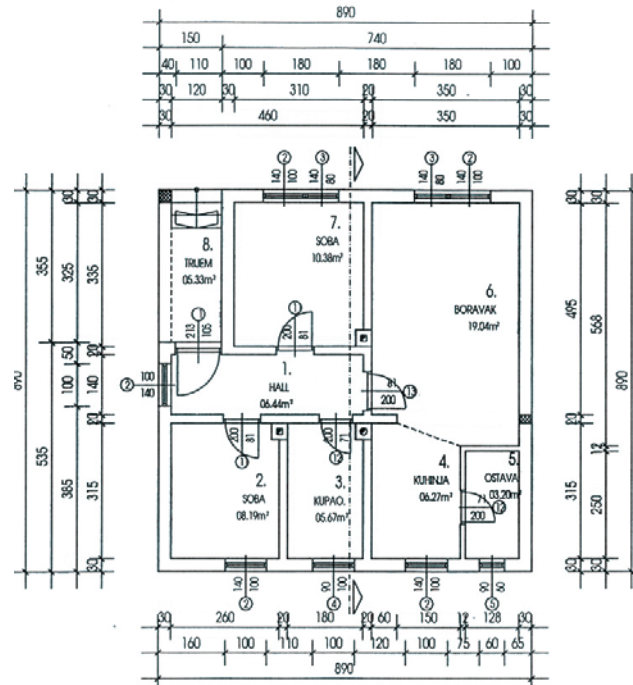
## b) Tlocrti

Tlocrt je ortogonalna projekcija presjeka vodoravnom ravninom nekog kata kroz zidove i otvore na visini 1 m od poda (*Slika 4-2*). Ukoliko se tlocrt prikazuje na nekoj drugoj visini to treba označiti na okomitom presjeku.



**Slika 4-2** Određivanje ravnine vodoravnog presjeka (tlocrt)

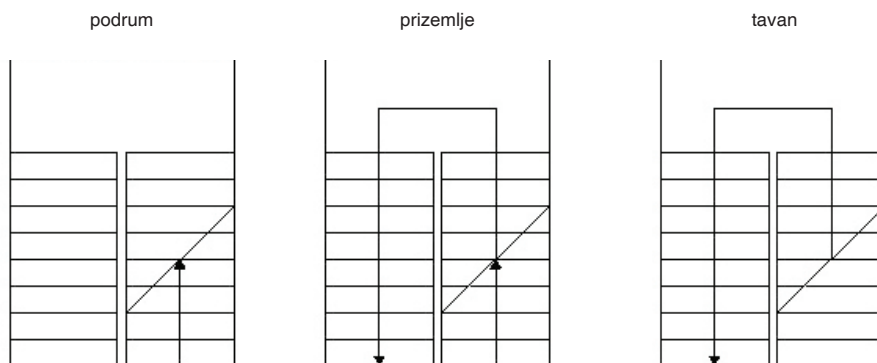
**Slika 4-3** Prostorni prikaz obiteljske kuće [77]



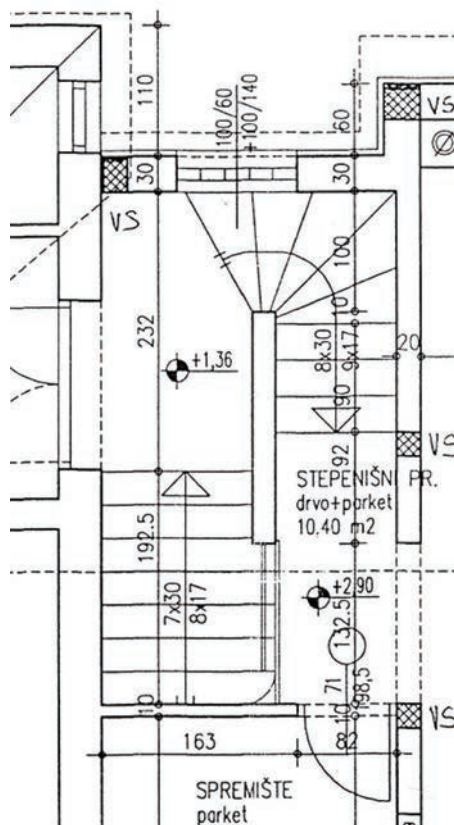
**Slika 4-4** Tlocrt obiteljske kuće sa Slike 4-3

### Stubište u tlocrtu:

Pravac penjanja označava se punom tankom linijom po sredini kraka (kružić na početku, a strelica na kraju). Ulaz u zgradu (stan) se označava strelicom u smjeru vrata.



**Slika 4-5** Prikaz stubišta u tlocrtu

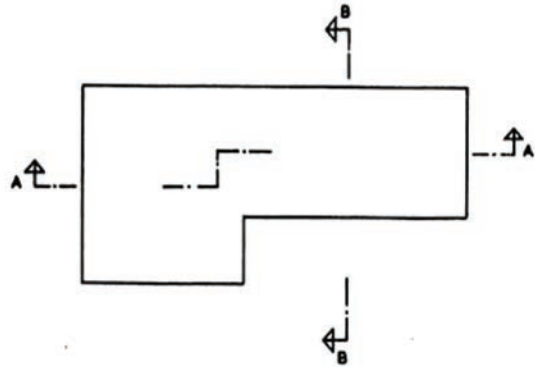


**Slika 4-6** Primjer tlocrta stubišta M 1:50

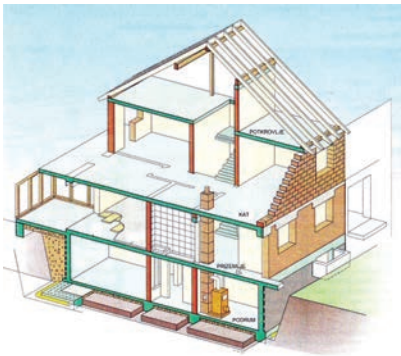
## b) Presjeci

Presjeci prikazuju projekciju presjeka građevine okomitom ravninom kroz karakteristična mjesta građevine, obvezno kroz stubište i ulaz u zgradu. Mjesto presjeka treba označiti u tlocrtu, širokom crta-točka crtom, s oznakama za presjek na kraju crte (npr. A-A ili 1-1).

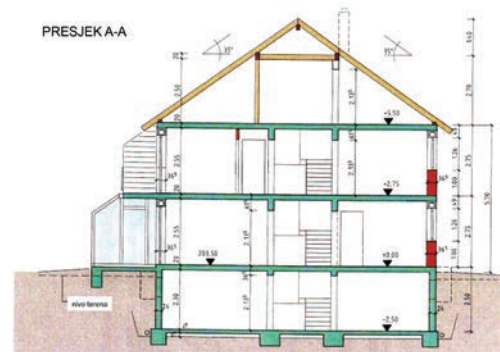
Svi konstruktivni dijelovi crtaju se punom širokom crtom (ploča), a svi nepresječeni dijelovi punom tankom crtom (parket, izolacija, vrata u pogledu...). Presjek terena crta se punom širokom crtom, a slojevi tla tankom dok se presjek terena prije iskopa crta tankom isprekidanom crtom.



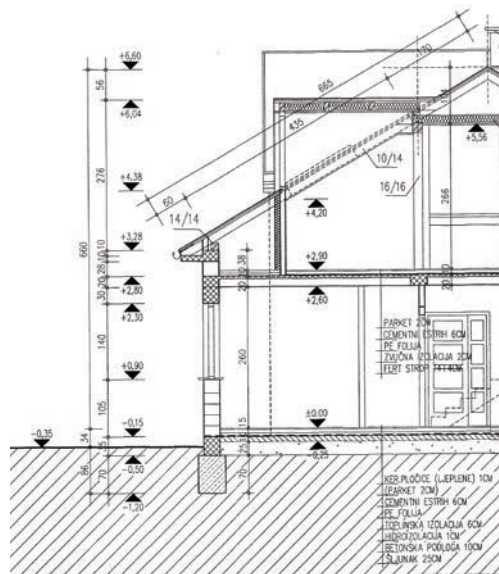
Slika 4-7 Određivanje mjesta presjeka u tlocrtu



Slika 4-8 Određivanje okomitog presjeka građevine



Slika 4-9 Presjek M 1:100



Slika 4-10 Presjek M 1:50



### c) Pročelja

Ravnina projekcije leži paralelno s crtanom stranom objekta. Crtaju se svi vidljivi dijelovi građevine bez obzira u kojoj ravnini se nalaze (prozori, vrata, podnožje, dimnjak, balkoni, ograda...), a rezultat je vanjski izgled građevine. Crtaju se sva pročelja građevine označena prema stranama svijeta (*Slika 4-11* i *Slika 4-12*).



*Slika 4-11* Sjeverno pročelje



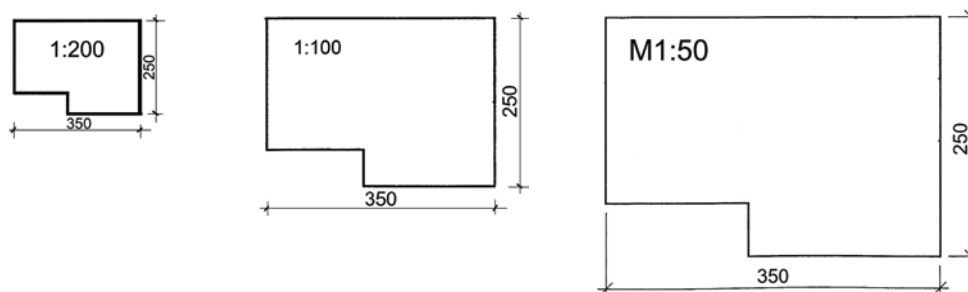
*Slika 4-12* Južno pročelje

### 4.1.2 Mjerilo

Mjerilo predstavlja odnos veličina predmeta u stvarnosti i na crtežu, a može biti uvećano (M 5:1), u stvarnoj veličini (M 1:1) ili umanjeno (M 1:100). Građevine se prikazuju u umanjenom mjerilu, a samo ponekad neki detalji i u stvarnoj veličini. Bez obzira na mjerilo u kojem je nacrt, u njemu se uvijek unose stvarne mjere (o mjerilu ovisi duljina crta na crtežu, a ne veličina objekta u stvarnosti).

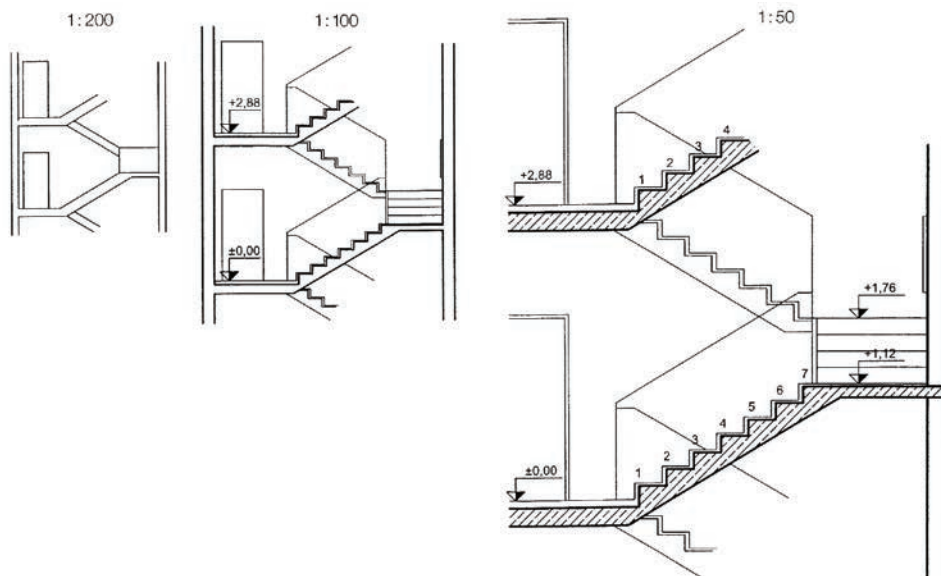
Mjerilo se predočuje u obliku omjera dvaju brojeva (1: 50) od kojih je jedan uvijek broj 1. Između tih brojeva je znak dijeljenja, pa je prvi broj djeljenik (predstavlja stvarnu veličinu), a drugi djelitelj (umanjenje te veličine na crtežu).

Npr. ako duljina nekog zida iznosi 350 cm u mjerilu M 1:50 on će biti nacrtan kao dužina  $350:50=7$  cm, ali će na kotnoj crti biti označena njezina stvarna dužina od 350 cm.



*Slika 4-13* Prikaz odnosa veličina u različitim mjerilima u tlocrtu

Prikaz presjeka stubišta sadrži prikaze dijela konstrukcije u tlocrtu ili presjeku u mjerilu idejnog, glavnog i izvedbenog nacrtu (Slika 4-14).

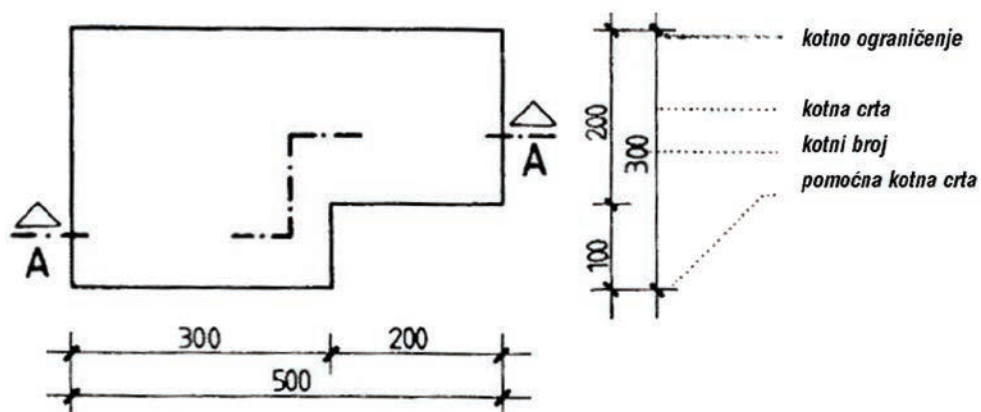


Slika 4-14 Prikaz presjeka stubišta u različitim mjerilima

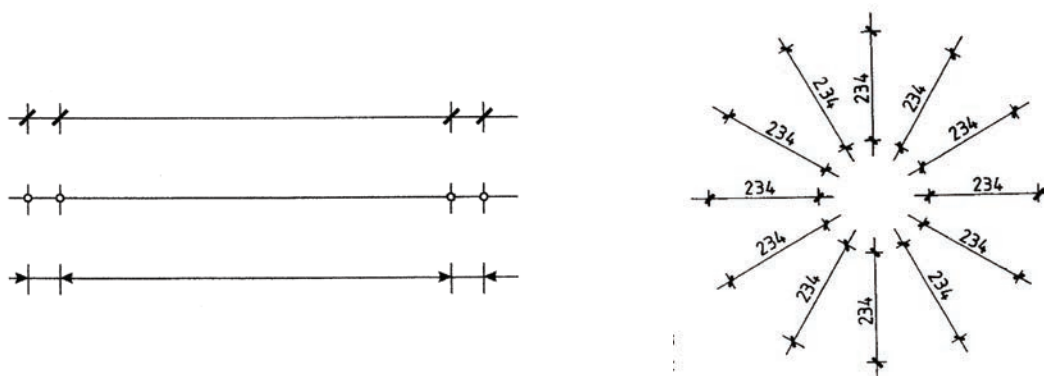
### 4.1.3 Kotiranje u nacrtima

Kotiranje je unošenje mjera u tehnički nacrt, koje moraju biti točne, jasne, čitljive, postavljene na određenom mjestu i upisane tako da se svaka dimenzija može očitati bez preračunavanja. Mjere su u građevinskim nacrtima dane u **centimetrima** osim visinskih kota koje su dane u **metrima**. Površine prostorija izražavaju se u četvornim metrima **m<sup>2</sup>**. Ako se unose u nekim drugim mjernim jedinicama to mora biti istaknuto posebnom napomenom (npr. sve mjere su u mm).

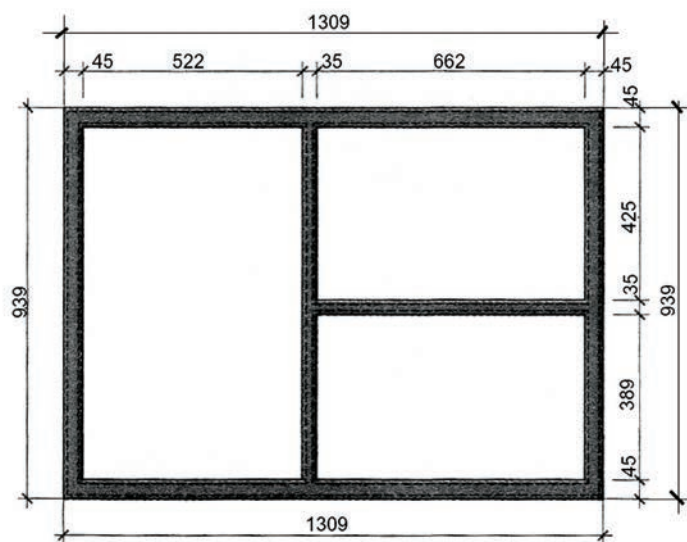
Sve veličine osim u detaljnim nacrtima kotiraju se u zidarskim mjerama tj. bez završne obrade (žbuka, obloge i sl.). Kotni brojevi (dimenzije) u detaljnim nacrtima stolarskih, bravarskih, metalnih konstrukcija iskazuju se u milimetrima. Kotne crte moraju biti paralelne s dijelom koji se kotira, a pomoćne kotne crte okomite na njih i dio koji se kotira. Crtaju se punim tankim crtama. Na mjestu njihovog sjecišta postavljaju se kotna ograničenja koja se mogu crtati na više načina. Najčešći u graditeljstvu je kratka, deblja, kosa crtica pod kutom od 45° na kotnu crtu (Slika 4-15).



**Slika 4-15** Kotiranje u tlocrtu



**Slika 4-16** Načini ograničavanja kotnih crta i upisivanja kotnih brojeva

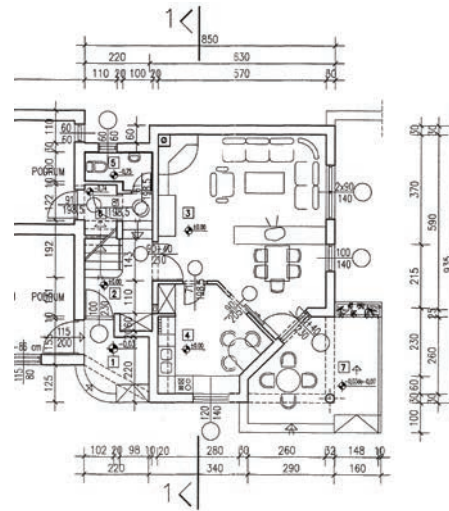


**Slika 4-17** Primjer jednostavnog kotiranja tlocrta

### a) Kotiranje u tlocrtu

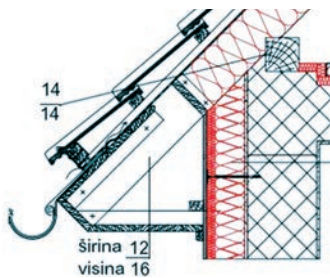
Kotne crte postavljaju se sa svih strana tlocrta ako je to potrebno (Slika 4-17). Kod višestrukog kotiranja uz nacrt na kotnim crtama (ne više od pet crta) bližim nacrtu kotiraju se manji dijelovi, a na udaljenijima veći i cjelokupna veličina. Međusobna udaljenost kotnih crta i udaljenost od crteža ovise o mjerilu i formatu papira. Unutarnje kotne crte crtaju se tako da povežu što više elemenata i da idu kroz cijelu građevinu.

Kotni brojevi moraju biti čitki, upisuju se iznad kotne crte na sredinu raspona i zbog lakšeg očitavanja s nacrta u smjeru gledanja prema gore i s desna na lijevo (Slika 4-18).

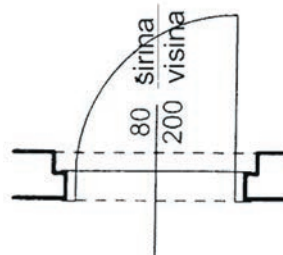


**Slika 4-18** Kotiranje i označavanje u tlocrtu

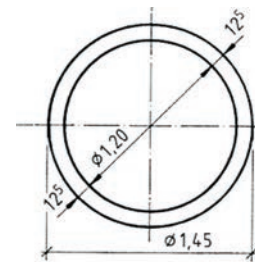
Veličine pravokutnih presjeka (drvena građa, dimnjaci) otvora (prozori, vrata) i usponi stubišnih krakova označavaju se u obliku razlomka u kojemu je uvijek brojnik širina, a nazivnik visina elementa (Slika 4-19 i Slika 4-20), a okrugli presjeci označuju se oznakom  $\varnothing$  i mjerom promjera (Slika 4-21).



**Slika 4-19** Kotiranje pravokutnog presjeka greda



**Slika 4-20** Kotiranje otvora vrata



**Slika 4-21** Kotiranje okruglih presjeka

### b) Visinske kote

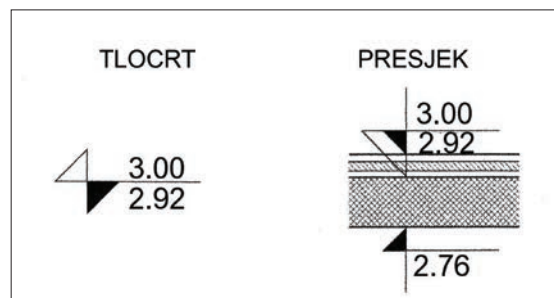
Visinske kote u tlocrtu označavaju se vodoravnom crtom i dvama pravokutnim trokutima, proziran lijevo iznad crte, a crni desno ispod crte. Uz njih se upisuju iznad crte visinska kota gotovog poda, a ispod visina gornje površine nosive konstrukcije.

Visinske se kote daju u odnosu na visinsku kotu  $\pm 0,00$  koja predstavlja kotu gotovog poda stubišnog prostora prizemlja i unose se u metrima.

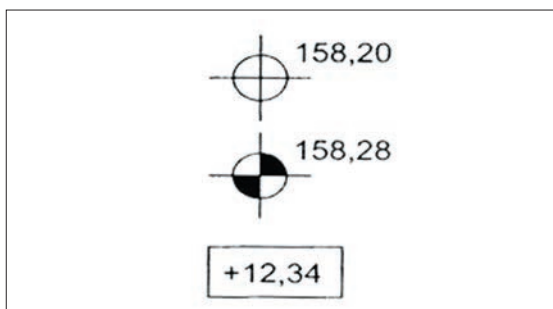
Visinske kote u presjeku označavaju se dvama pravokutnim trokutićima (jedan upisan u drugom) lijevo ispod crte. Manji, zatamnjeni vrhom određuje kotu gotovog poda, a veći kotu gornje površine nosive konstrukcije.

Visinske kote određuju se samo jednim zatam-njenim pravokutnim trokutićem kojem vrh dodiruje ravninu čija visinska kota se upisuje uz njega (Slika 4-22).

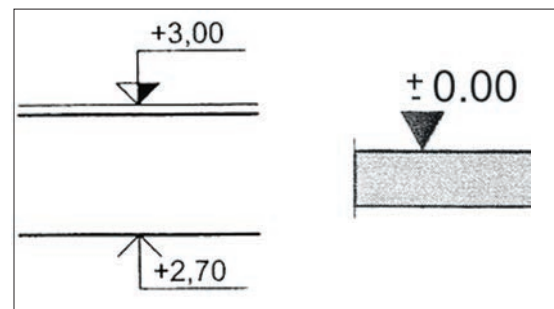
Različiti računalni programi imaju različite simbole za označavanje visinskih kota (Slika 4-23 i Slika 4-24).



Slika 4-22 Oznake visinskih kota

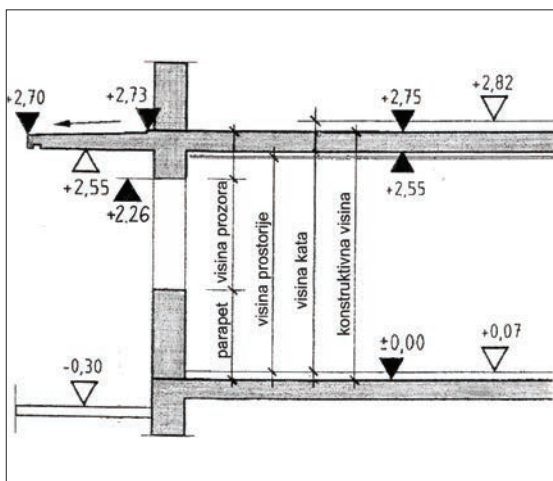


Slika 4-23 Oznake visinskih kota u tlocrtu

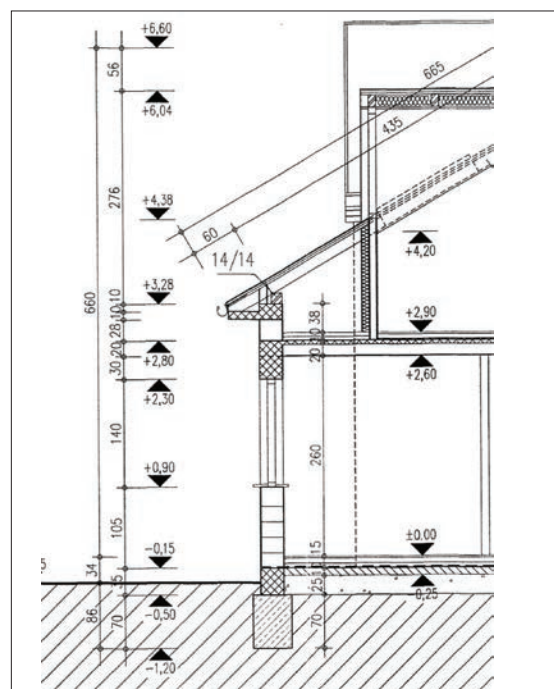


Slika 4-24 Oznake visinskih kota u presjeku

U presjeku je potrebno iskotirati različite visine zbog jasnoće prikaza u nacrtima i radi što jednostavnijeg praćenja uputa iz nacrtu pri gradnji (Slika 4 25 i Slika 4 26).



Slika 4-25 Dimenzije koje se kotiraju u presjeku

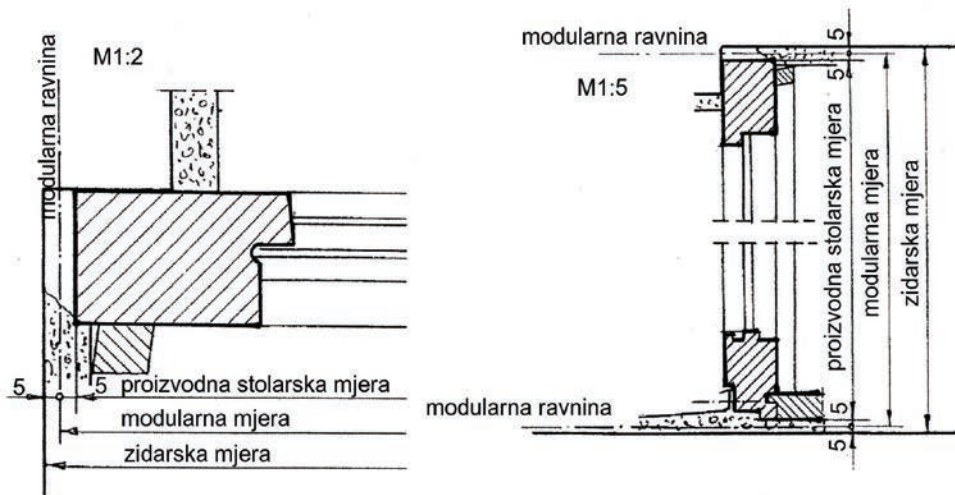


Slika 4-26 Kotiranje u presjeku



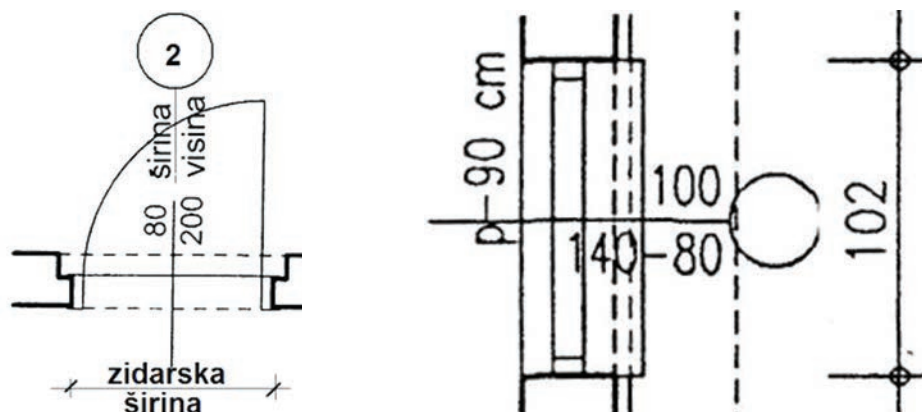
### c) Kotiranje otvora

Pri prikazivanju i kotiranju otvora u nacrtima je potrebno znati i različite mjere kojima se označavaju prozori i vrata. Modularna mjera je osnovna i prema njoj se određuju ostale dvije. Zidarska je u odnosu na modularnu veća 10 mm, a proizvodna je 10 mm manja od modularne mjere (Slika 4-27). U graditeljstvu se kao jedinica dužine koristi osnovni modul, obilježava se slovom M, a to su dužinski pomaci od  $100\text{mm}=10\text{cm}$ ;  $1M = 100\text{mm}$ .



Slika 4-27 Mjere prozora i vrata

Pri kotiranju otvora (stolarije) u nacrtima uglavnom uočavamo proizvodnu (dimenzija gotovog proizvoda) i zidarsku mjeru, a stavke prozora i vrata se upisuju u kružić u osi otvora (Slika 4-28). Zidarska je u odnosu na proizvodnju mjeru veća zbog ugradnje (najčešće 2 cm).

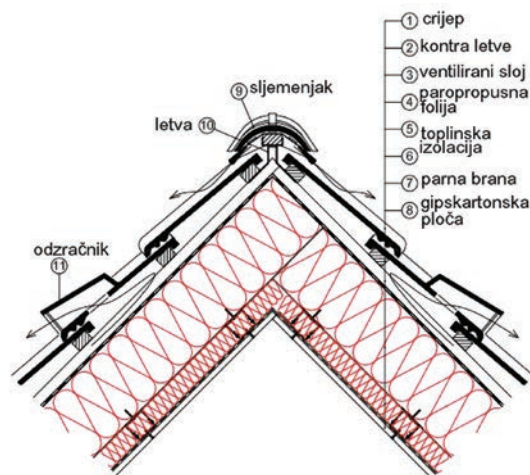


Slika 4-28 Kotiranje vrata i prozora u tlocrtu



#### 4.1.4 Detaljni nacrti

Detaljni se nacrti rade kao nadopuna i razrada izvedbenih nacrti, te za izvedbu obrtničkih građevinskih radova. Izbor mjerila ovisi o vrsti radova, a uobičajena su 1:20, 1:10, 1:5, 1:2, 1:1. Sadrže tlocрте, karakteristične presjeke i poglede, te prema potrebi i aksonometrijske prikaze. Detaljni nacrti crtaju se sa svim dijelovima konstrukcije: obloge, žbuke, načini ugradnje, sidrenja (Slika 4-29).



Slika 4-29 Detalj sljemena krova [31]

### PITANJA:

1. Koje su vrste kotnih crta i kako su položene u odnosu na element koji se kotira?
2. Kako se označavaju visinske kote? (opisati i nacrtati)
3. Koja je kota gotovog poda prizemlja?
4. Što pokazuje mjerilo?
5. Koji su načini prikazivanja građevina i pojedinih konstrukcija?
6. Što je tlocrt u građevinskim nacrtima?
7. Što je presjek u građevinskim nacrtima?
8. Što je pogled (pročelje)?
9. Kakvi su to detaljni nacrti i što se njima prikazuje?
10. Kakvi su to konstrukcijski nacrti i što se njima prikazuje?
11. Koji su nacrti sadržani u izvedbenom projektu?
12. Što saznajemo iz tlocrta građevine?
13. Što saznajemo iz presjeka građevine?
14. Koje podatke saznajemo iz prikaza pročelja?
15. Kako se prikazuju prozori u tlocrtima izvedbenih nacrti?
16. Kako se prikazuju vrata u tlocrtima izvedbenih nacrti?

## 4.2 ELEMENTI ZGRADE

### 4.2.1 Građevni dijelovi zgrade

Građevni dio zgrade je glavni dio tijela zgrade (npr. zid, pod, krov, građevinski otvor i dr.) (Slika 4-30).

Građevne dijelove na kontaktu između grijanog prostora i vanjskog prostora i/ili negrijanih prostora, te tla potrebno je toplinski izolirati na odgovarajući način. Građevni dijelovi grijane zgrade, koji graniče s vanjskim zrakom ili negrijanim prostorijama, projektiraju se i izvode tako da se spriječi nastajanje građevinske štete uslijed kondenzacije vodene pare koja difuzijom ulazi u građevni dio.

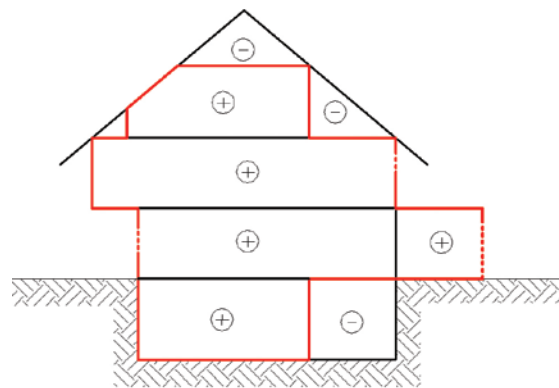


Slika 4-30 Građevni dijelovi zgrade [78]

U toplinskom se smislu mogu podijeliti na:

- obodne građevne dijelove koji razdvajaju grijane prostore zgrade od vanjskog prostora
- građevne dijelove koji razdvajaju grijane prostore zgrade od negrijanih prostorija.

Ovi građevni dijelovi na taj način formiraju “ovojnicu” ili “omotač” oko grijanog dijela zgrade (Slika 4-31).



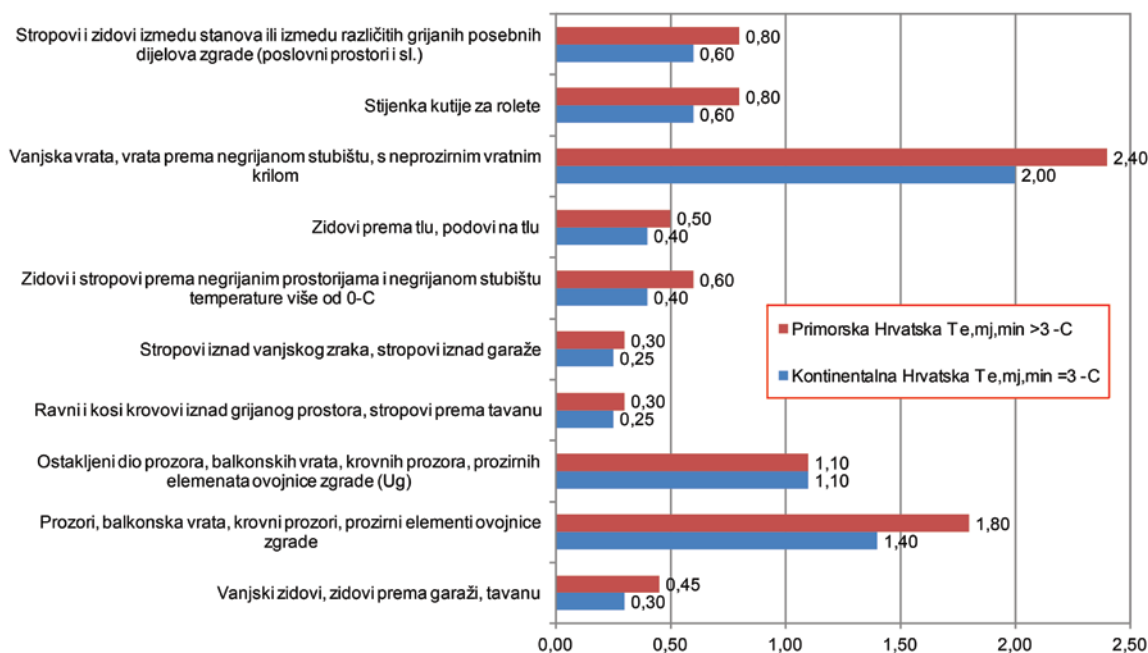
→ x

Slika 4-31 Shematski prikaz vanjske ovojnice zgrade [11]

Sastav građevnih dijelova zgrada podliježe određenim zakonitostima, odnosno “stilovima”, vezanim na razdoblja izgradnje, tehnološke mogućnosti i građevinske propise (dio koji se odnosi na energetske značajke zgrada).

Veličina koja označuje stupanj toplinske izolacije pojedinih građevnih dijelova naziva se koeficijent prolaska topline (U-vrijednost). Najveće vrijednosti koeficijenata prolaska topline definirane su u važećim pravilnicima i propisima (Slika 4-32) [79]. Ovdje je potrebno naglasiti da su najveće dopuštene U-vrijednosti podložne promjenama, vjerojatnom snižavanju kriterija, te donji graf (Slika 4-32) treba uzeti kao orijentacijski prikaz. Ovisno o državi u kojoj se provode radovi, U-vrijednosti se razlikuju. Također postoje standardi vrlo niskoenergetske gradnje kao što su Pasivna kuća (Njemačka), Minergie i Effienergie (Švicarska), CasaClima (Italija), koji propisuju vlastite najveće dopuštene U-vrijednosti.

Tako npr. kod Passivhaus standarda (pasivna kuća) U-vrijednosti ne smiju prijeći  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  za zidove, krovove i podove, a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  za prozore i za vrata, dok kod npr. Minergie standarda U-vrijednost ne smiju prijeći  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  za zidove, krovove i podove,  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  za prozore, a  $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  za vrata.



**Slika 4-32** Najveće dopuštene  $U$ -vrijednosti pojedinih građevnih dijelova zgrade prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 97/14., 130/14.) [79]

#### PODJELA GRAĐEVNIH DIJELOVA ZGRADE PREMA NOSIVOSTI:

- **Nosivi** građevni dijelovi su oni koji daju stabilnost zgradi (da se ne sruši) i koji na sebe preuzimaju opterećenja (teret).
- **Nenosivi** građevni dijelovi su oni koji ne preuzimaju opterećenja nego još svojom težinom opterećuju nosive elemente.

#### PODJELA ZGRADA PREMA KONSTRUKTIVNIM SUSTAVIMA:

**KONSTRUKTIVNI SUSTAV** – sustav svih nosivih elemenata zgrade.

- **masivni** – sustav nosivih zidova (velike mase) koji podupiru stropne ploče (Slika 4-33);
- **Sskeletni** – sustav stupova i greda (skelet = kostur; stupovi kao kosti) koji podupiru stropne ploče (Slika 4-34);
- **kombinirani** – djelomično masivni, djelomično skeletni (Slika 4-35);
- **prostorno površinski** – sastavljen od zaobljenih dijelova koji zatvaraju prostor – gubi se uobičajena granica između pojedinih dijelova npr. zida i krova (Slika 4-36).



**Slika 4-33** Masivni konstrukcijski sustav [80]



**Slika 4-34** Skeletni konstrukcijski sustav [81]



**Slika 4-35** Kombinirani konstrukcijski sustav [82]



**Slika 4-36** Prostorno površinski konstrukcijski sustav [83]

#### PODJELA NOSIVIH KONSTRUKCIJA PREMA OSNOVNOM MATERIJALU:

- armiranobetonske (Slika 4-37),
- drvene (Slika 4-39),
- čelične (Slika 4-40),
- zidane (Slika 4-38),
- spregnute konstrukcije (čelik + beton ...).



**Slika 4-37** Primjer armiranobetonske konstrukcije [84]



**Slika 4-38** Primjer zidane konstrukcije [11]





**Slika 4-39** Primjer drvene konstrukcije [85]



**Slika 4-40** Primjer čelične konstrukcije [86]

#### PODJELA ZGRADA PREMA NAČINU IZVEDBE:

- **monolitne** – svi dijelovi su izvedeni na licu mjesta – na gradilištu (betonirani u oplatama i zidani); dugotrajna izgradnja; puno pomoćnih konstrukcija; puno radne snage; ovisi o vremenskim uvjetima (*Slika 4-41*);
- **predgotovljene (montažne)** – dijelovi su proizvedeni u tvornici, a na gradilištu se samo ograđuju; brza gradnja; malo radne snage; nema pomoćnih konstrukcija (*Slika 4-42*);
- **polumontažne** (kombinacija ova 2 tipa) – najčešće u praksi (*Slika 4-43*).



**Slika 4-41** Primjer monolitne kuće [87]



**Slika 4-42** Primjer predgotovljene kuće



**Slika 4-43** Primjer polumontažne kuće [88]

## NAJČEŠĆI TIPOVI ZGRADA U ZGRADARSTVU:

- **Obiteljske kuće**
  - zidane zgrade – ne armirano, omeđeno ili armirano zidne
  - stropne ploče – armiranobetonske ili polu-montažni strop – npr. “FERT”
  - krovnište
    - drveno - klasično
    - ravni krov – AB ploča – limeni pokrov
- **Manje stambene zgrade (do 4 kata)**
  - zidane zgrade – ne armirano, omeđeno ili armirano zidne
  - stropne ploče – armiranobetonske ili polu-montažni strop – npr. “FERT”
  - krovnište
    - drveno - klasično
    - ravni krov – AB ploča – limeni pokrov
- **Stambene zgrade – poslovne zgrade**
  - armiranobetonska konstrukcija
  - stropne ploče – armiranobetonske
  - okvirna konstrukcija sa zidanim ispunom ili sustav armiranobetonskih zidova
  - krovnište
    - drveno – klasično
    - čelična konstrukcija
    - ravni krov – AB ploča – limeni pokrov
- **Industrijske građevine (hale)**
  - čelične, drvene, betonske (monolitno izvedene ili montažne – AB ili kombinacija AB stupova i prednapetih greda)

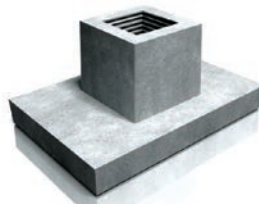
## OBRAZLOŽENJE GRAĐEVNIH DIJELOVA ZGRADE:

Zgrada je sklop sastavljen od mnogih elemenata (dijelova) koji u njemu imaju razne uloge. Najvažnije su sljedeće:

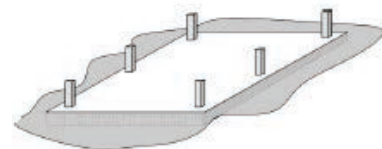
**a) TEMELJI** - najniži dijelovi zgrade. Nalaze se u tlu, na sebe preuzimaju opterećenje cijele građevine i predaju ga temeljnom/nosivom tlu. Nosivi su, jako su važni, izrađuju se od betona ili armiranog betona. Ovisno o konstrukciji zgrade i nosivosti terena razlikujemo razne vrste temelja (*Slika 4-44 - Slika 4-49*).



**Slika 4-44** Trakasti/pojasni temelji [89]

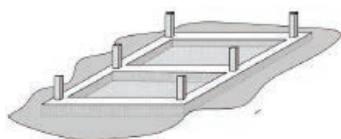


**Slika 4-45** Temelji samci/soliteri [90]

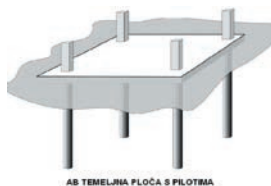


**Slika 4-46** AB temeljna ploča

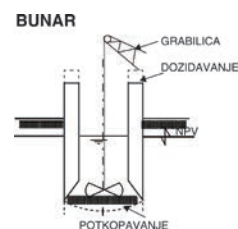




Slika 4-47 Rešetkasti temelji /roštilji



Slika 4-48 Temelji piloti/šipovi



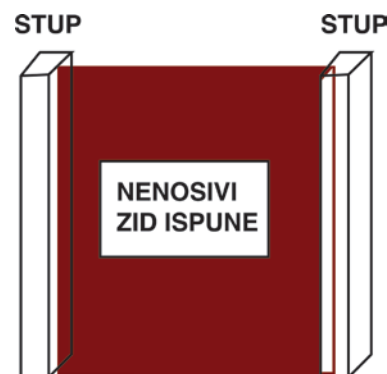
Slika 4-49 Temelji bunari

**b) ZIDOVI** – okomiti, plošni elementi zgrade. Omeđuju prostorije zgrade, neki preuzimaju i prenose opterećenje, neki štite unutarnji prostor od atmosferskih utjecaja. Ima ih raznih tipova:

**NOSIVI (KONSTRUKTIVNI) ZIDOVI** - preuzimaju na sebe opterećenje od gornjih etaža, a ujedno i dijele prostor u prostorije i štite od vanjskih utjecaja (kiša, snijeg, vrućina, hladnoća...). Na njih se oslanjaju stropne ploče. Mogu biti od različitih materijala: opeke, betonskih, kamenih, blokova od laganih betona i drugih blokova, drveta, betona, AB... (Slika 4-50).



Slika 4-50 Nosivi i nenosivi zidovi



Slika 4-51 Nenosivi zid ispune

**NENOSIVI ZIDOVI** - ne preuzimaju nikakvo opterećenje nego samo pregrađuju i štite unutarnji prostor objekta (Slika 4-51). Ne moraju biti jako čvrsti i poželjno je da budu što tanji i lakši, osim ako su na fasadnom zidu, kad su debeli zbog zaštite od vanjskih utjecaja. Izrađuju se od opeke (Slika 4-52), ploča od porobetona, gipskartonskih ploča (Slika 4-53).



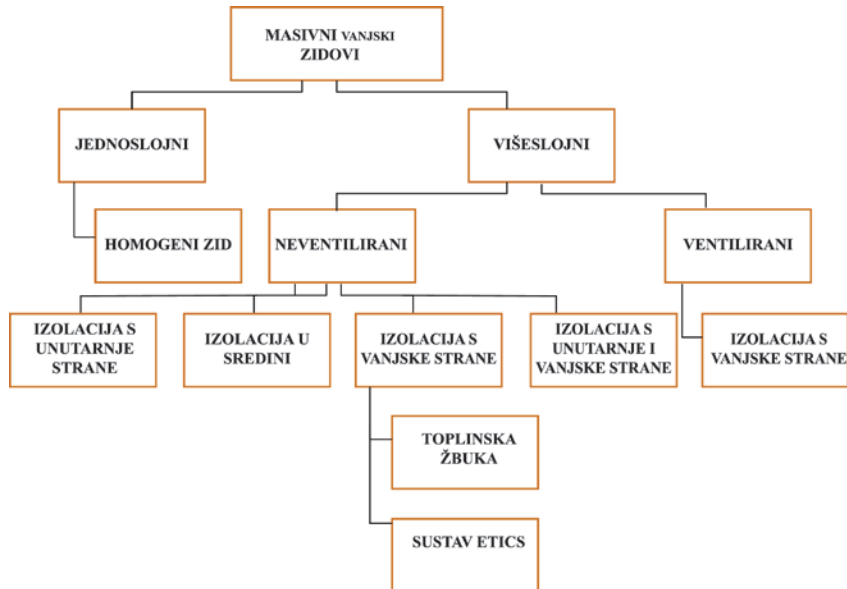
Slika 4-52 Pregradni zid od šupljih opekarskih ploča [91]



Slika 4-53 Pregradni zidovi od gipskartonskih ploča [92]

**VANJSKI (FASADNI/PROČELJNI) ZIDOVI** - zatvaraju unutrašnjost zgrade, štite od atmosferskih utjecaja i povezuju zgradu s okolnim prostorom. Moraju biti dobro toplinski, hidro, a ponekad i zvučno izolirani. Prema građi mogu biti masivni ili lagani.

### MASIVNI ZIDOVI



*Slika 4-54* Podjela masivnih vanjskih zidova

Za toplinsko ponašanje vanjskih zidova od velikog značaja su sloj toplinske izolacije i sloj toplinske akumulacije (*Slika 4-55*). Ovisno o redoslijedu slojeva toplinske izolacije i toplinske akumulacije, proizlazi vrlo različit način ponašanja vanjskog zida u toplinskom pogledu.

### LAGANI ZIDOVI

Primjer laganih vanjskih zidova su zidovi u drvenim konstrukcijama, kod kojih se toplinsko-izolacijski materijal postavlja između drvenih nosivih elemenata (*Slika 4-56*).

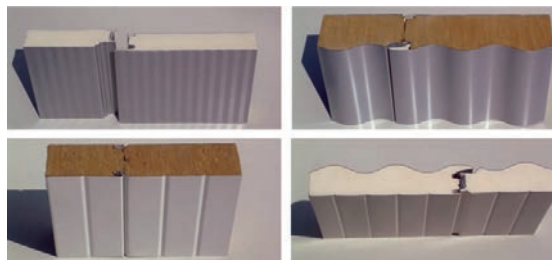


*Slika 4-55* Masivni zid s toplinskom izolacijom od lamela mineralne vune [93]



*Slika 4-56* Vanjski zid – drvena konstrukcija [94]

Drugi primjer laganih vanjskih zidova su samonosivi izolacijski paneli obostrano obloženi limom (Slika 4-57). To je građevni proizvod koji se sastoji od toplinsko-izolacijskog materijala – jezgre, koja je obostrano prekrivena slojevima metala i s njima čvrsto povezana, tako da tvore jednu cjelinu, koja se zajednički suprotstavlja raznim djelovanjima. Komponente samonosivih izolacijskih panela su jezgra i pokrovni slojevi.



**Slika 4-57** Samonosivi izolacijski (sendvič) paneli [95]

**Kao materijali jezgre koriste se:**

- poliuretanska pjena (PUR),
- ekspanzirani polistiren (EPS),
- umreženi polietilen (XPE),
- fenolna pjena (PF),
- ćelijasto (penasto) staklo (CG),
- mineralna vuna (MW).

**Kao metalni pokrovni slojevi koriste se:**

- čelik,
- nehrđajući čelik,
- aluminij,
- bakar.

**c) STUPOVI** - okomiti, nosivi elementi, u obliku štapa, imaju istu ulogu kao i nosivi zidovi. Mogu biti drveni, čelični, zidani od opeke ili kamena, ali najčešće su betonski ili AB (Slika 4-58 i Slika 4-59).



**Slika 4-58** Betonski stup izoliran za sprječavanje toplinskog mosta [11]

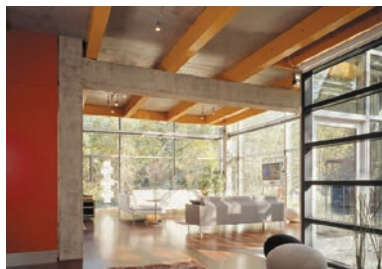


**Slika 4-59** Čelični i kameni stupovi [96]

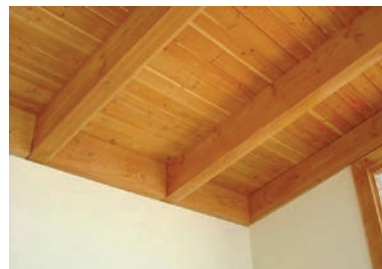
**d) GREDE** – vodoravne, nosive, u obliku štapa, postavljaju se iznad stupova, a mogu biti i sastavni dio stropne ploče, krovništa ili temelja. Najčešće su armiranobetonske (AB), ali mogu biti drvene i čelične (Slika 4-60 - Slika 4-62).



**Slika 4-60** Čelična greda [97]



**Slika 4-61** AB greda [98]



**Slika 4-62** Drvena greda [11]



**e) STROPNE PLOČE (MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE)** – vodoravne plohe, nose opterećenje ali i dijele zgradu po visini na katove (etaže). Najčešće su od AB, kombinacije AB i čelika, a u starim zgradama se mogu pronaći drvene međukatne konstrukcije. Izvode se također i polu-montažne stropne ploče od nosivih gredica s ispunom od opekarskih blokova - FERT strop (Slika 4-63) ili porobetona - bijeli strop (Slika 4-64).



Slika 4-63 Fert strop [99]



Slika 4-64 Bijeli strop [100]



Slika 4-65 Strop od drvenih grednika [101]

**f) NADVOJI** – kratke grede koje se postavljaju iznad vrata, prozora i drugih otvora. Mogu se betonirati u oplati – monolitni (Slika 4-66) ili postaviti montažni (Slika 4-67). Zbog toga što su nadvoji obično toplinski mostovi zbog promjene materijala, razvijaju se tehnologije izgubljenih oplata kojima se utjecaj toplinskih mostova na nadvoju želi svesti na najmanju moguću mjeru (Slika 4-68 i Slika 4-69).



Slika 4-66 Monolitni AB nadvoj [102]



Slika 4-67 Montažni AB nadvoj [103]

#### ELEMENTI ZA NADVOJE ZA SMANJENJE UTJECAJA TOPLINSKIH MOSTOVA:

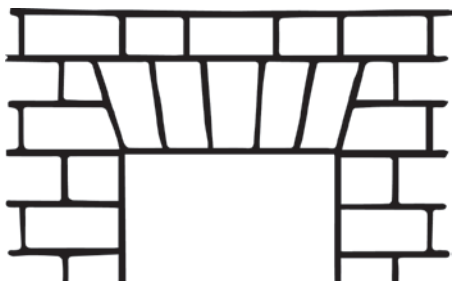


Slika 4-68 Oplata za grede i nadvoje [104]



Slika 4-69 PKC element nadvoja [105]

**g) LUKOVI** – nosivi elementi iste uloge kao i nadvoji, ali kompliciranijeg oblika i obično se zidaju od opeke ili kamena (Slika 4-70 - Slika 4-73).



**Slika 4-70** Ravni luk [106]



**Slika 4-71** Segmentni luk [107]



**Slika 4-72** Polukružni luk [107]



**Slika 4-73** Šiljati luk [107]

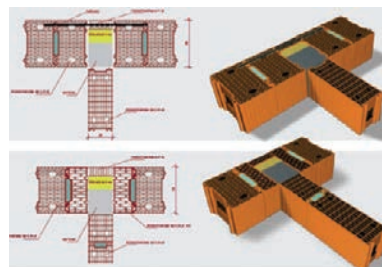
**h) SERKLAŽI (PRSTENOVI)** – nosivi dijelovi zgrade koji ju učvršćuju od potresa. Izrađuju se od AB, a postoje verikalni i vodoravni serklaži. Vodoravni se postavljaju na spoju svakog nosivog zida sa stropnom pločom i obvezni su (Slika 4-74). Okomiti se postavljaju na spoju između nosivih zidova i obvezni su samo za više zgrade (Slika 4-75). Mogu se betonirati u oplati ili zidati šupljim blokovima, armirati i u njih betonirati (Slika 4-76).



**Slika 4-74** Vodoravni serklaž [108]



**Slika 4-75** Okomiti serklaž



**Slika 4-76** Spoj 2 zida [109]



i) **KROVOVI** – mogu biti ravni i kosi. Ravni su AB sa slojevima toplinske izolacije (TI) i hidroizolacije (HI) (Slika 4-77), dok kosi imaju drvenu (Slika 4-78 i Slika 4-79) ili masivnu konstrukciju (AB ploča, FERT (Slika 4-81) ili bijeli strop (Slika 4-80) pokrivenu krovnim pokrovom. Njima zgrada završava i štite ju od vanjskih utjecaja.



Slika 4-77 Ravni krov



Slika 4-78 Kosi krov



Slika 4-79 Drvena krovna konstrukcija [110]



Slika 4-81 Masivni kosi krov – Fert strop [108]



Slika 4-80 Masivni kosi krov – Bijeli strop [111]

j) **STUBIŠTA, RAMPE, DIZALA** (Slika 4-84) - nosivi dijelovi objekta čija glavna uloga je povezivanje etaža. Stubišta su kosine sa stubama (Slika 4-82). Rampe su kosine bez stuba (Slika 4-83) blažeg nagiba.





**Slika 4-82** Stubište [112]



**Slika 4-83** Rampa [113]



**Slika 4-84** Dizala [114]

**k) DIMNJACI I VENTILACIJSKI KANALI** – okomiti kanali, najčešće u zidu, nisu nosivi. Dimnjaci služe za odvodnju otpadnih plinova od sagorijevanja (*Slika 4-86*), a ventilacijski kanali za odvodnju zagađenog i dovođenje svježeg zraka (*Slika 4-85*).



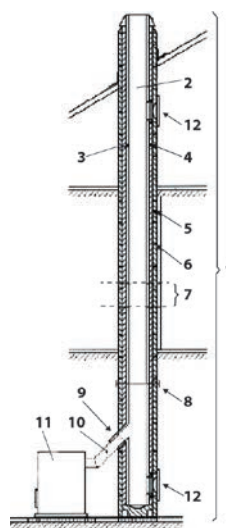
**Slika 4-85** Ventilacijski kanali [115]



**Slika 4-86** Dijelovi montažnog dimnjaka [116]

## DIMOVODNI SUSTAVI

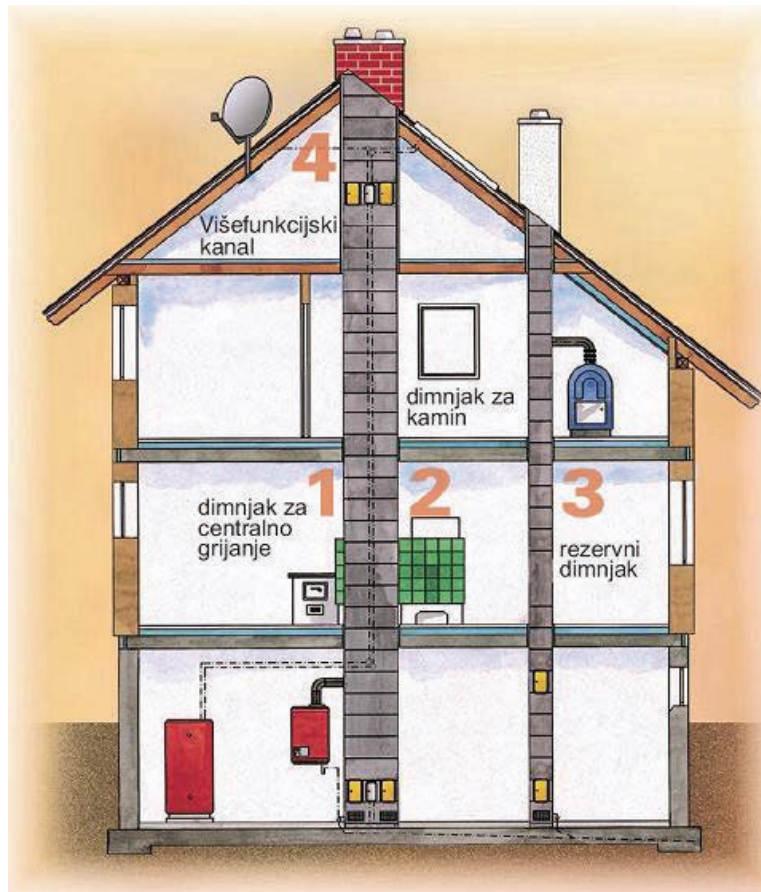
Dimovodni sustavi su sastavni dio sustava grijanja i drugih energetskih postrojenja u kojima se kemijska energija goriva procesom izgaranja pretvara u toplinsku energiju. Dimnjak je element sustava koji služi za kontrolirano odvođenje dimnih plinova nastalih izgaranjem u ložištu nekog izvora topline u okolicu. To je okomiti kanal u zgradi ili izvan nje koji se sastoji od nosive konstrukcije s jednom ili više unutarnjih cijevi za protok dimnih plinova (*Slika 4-87*).



1. dimnjak
2. zračni prostor za prolaz dimnih plinova
3. dimovodna cijev
4. toplinska izolacija
5. vanjska stijenka
6. omotač
7. sekcija dimnjaka
8. višeslojni dimnjak
9. priključak na dimnjak
10. spojna dimovodna cijev
11. uređaj za loženje
12. otvor za kontrolu i čišćenje

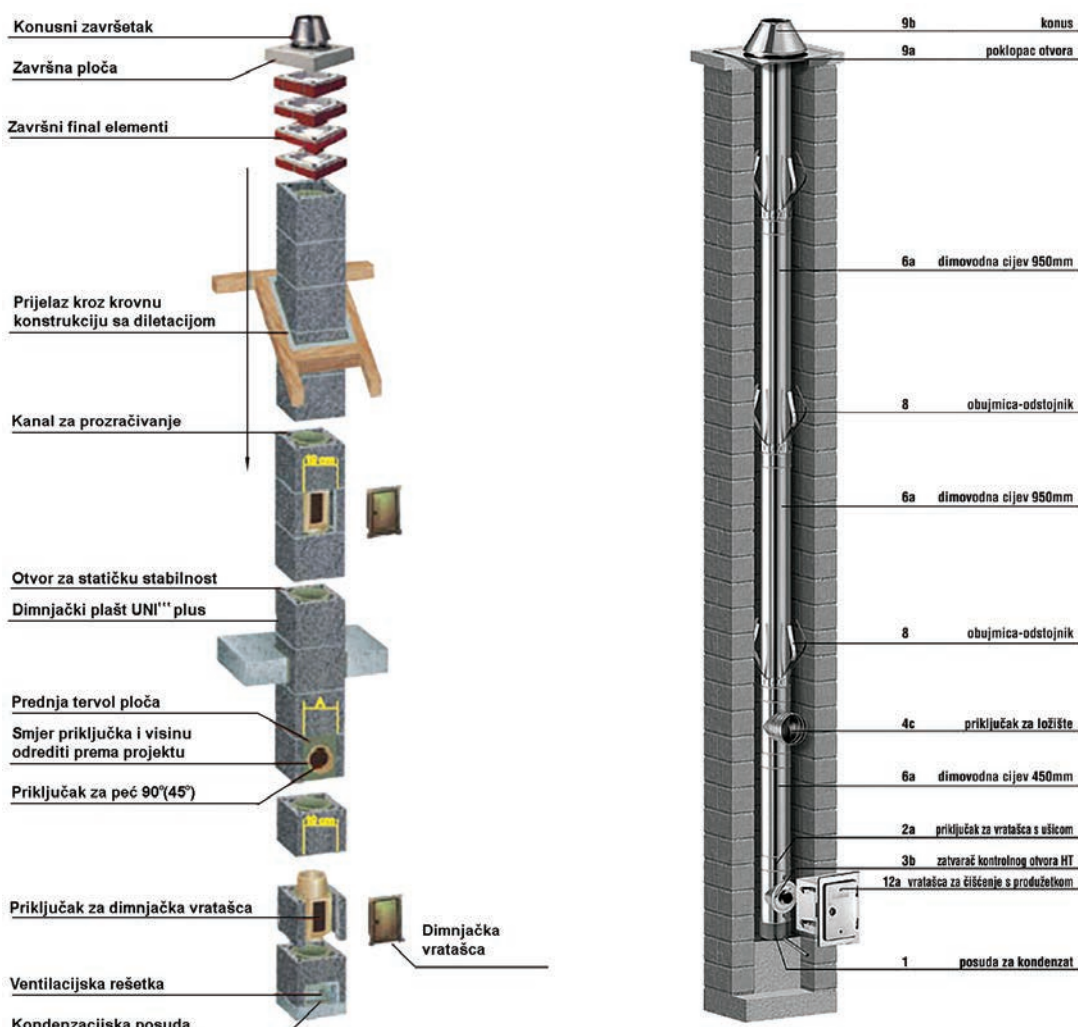
**Slika 4-87** Osnovni dijelovi dimovodnih instalacija [117]

## RAZLIČITE KONFIGURACIJE DIMOVODNIH INSTALACIJA KOD OBITELJSKIH KUĆA



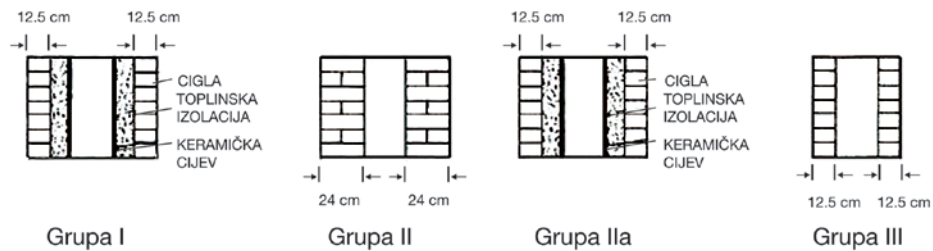
*Slika 4-88* Različite konfiguracije dimovodnih instalacija, obiteljske kuće (sustav 3+1) [118]

1. **Dimnjak za centralno grijanje, odnosno glavna peć za grijanje** preuzima odvod izlaznih dimnih plinova ložišta centralnog grijanja i čini ga samostalnim i neovisnim.
2. **Dimnjak za kamin** omogućuje ugradnju sobnog otvorenog ili zatvorenog kamina.
3. **Sigurnosni, pričuvni dimnjak** - Svake zime aktualna „plinska“ kriza potaknula je pitanje postojanja alternativnih izvora grijanja u slučajevima problematičnih isporuka plina. Jedini preduvjet korištenja alternativnih izvora grijanja je sigurnosni dimnjak, u pravilu za kruta goriva (najmanja ploština presjeka 200 cm<sup>2</sup>).
4. **Višefunkcionalni ventilacijski kanal** koristi se u svrhu ventiliranja prostorija, ili za provođenje instalacija, kao što su cijevi za centralno grijanje, klimu, satelitske antene i još mnogo toga.

**PRIMJERI IZVEDBE DIMNJAKA U GRAĐEVINI:****Slika 4-89** Dimovodni kanal od tehničke keramike [118]**Slika 4-90** Dimovodni kanal od nehrđajućeg čelika [119]**PODJELA DIMNJAKA PREMA OTPORU PROLASKA TOPLINE (R):**

- **Skupina I:** novi višeslojni dimnjaci s otporom prolasku topline:  $R \geq 0,65 \text{ m}^2\text{K/W}$
- **Skupina II:** zidani dimnjaci s debljinom zida najmanje 24 cm i ostali višeslojni dimnjaci i s otporom prolasku topline:  $R \geq 0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$
- **Skupina II a:** stariji višeslojni dimnjaci i s otporom prolasku topline:  $R \geq 0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$
- **Skupina III:** zidani dimnjaci s debljinom zida najmanje 11,5 cm, ostali jednoslojni dimnjaci od laganog betona od opeke, s otporom prolasku topline:  $R \geq 0,12 \text{ m}^2\text{K/W}$
- **Skupina IV:** neizolirani dimnjaci (ovi dimnjaci dopušteni su samo u izuzetnim slučajevima!) s otporom prolasku topline:  $R \geq 0 \text{ m}^2\text{K/W}$





**Slika 4-91** Podjela dimnjaka prema otporu prolasku topline

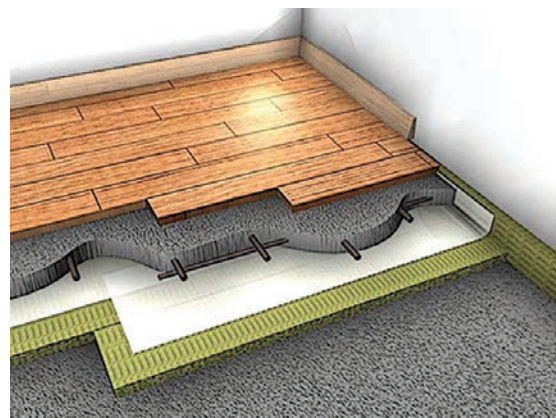
#### PRAVILA KOD GRADNJE DIMNJAKA:

- Dimenzioniranjem i izgradnjom dimnjaka potrebno je što je moguće više smanjiti utjecaj procesa izgaranja na okoliš.
- Obvezna je primjerenost konstrukcije dimnjaka vrsti goriva.
- Odgovarajućom konstrukcijom dimnjaka treba osigurati potreban podtlak neophodan za potpuno izgaranje u ložištu.
- Konstrukcija dimnjaka mora održavati stabilnost sastava dimnih plinova s ili bez kondenzacije (kondenzacijski kotlovi!).
- Održavanje dimnjaka neophodno je u pogledu sigurnosti, zaštite od požara kao i ispravnosti rada energetskog postrojenja;
- Ugradnja dimnjaka treba biti provedena prema statičkom proračunu za osiguranje stabilnosti dimnjaka i sigurnosti poslužitelja dimnjaka.

#### I) PODOVI - Pod čine svi slojevi iznad nosive konstrukcije (stropna ploča ili betonska ploča prizemlja).

Krenuvši od nosive konstrukcije, pod obično sadrži sljedeće slojeve (*Slika 4-92*):

- **sloj izolacije** (nije obavezan) - ovisi o položaju poda u objektu. Na objektu razlikujemo 3 vrste izolacija: hidroizolacija, toplinska izolacija, zvučna izolacija;
- **podna podloga** - sloj koji nosi podnu oblogu, a služi za izravnanje stropne ploče i daje čvrstoću sloju izolacije (najčešće cementni estrih);
- **podna obloga** - završni sloj poda po kojem se hoda (parket, laminat, drvene daske, pluto, keramičke pločice, kamene ploče, guma ...). Svrha mu je osjećaj ugone, lijep izgled i lakše održavanje higijene.



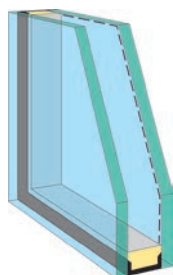
**Slika 4-92** Prikaz slojeva poda [31]

## m) PROZORI

Osnovni razlog postojanja prozora je dovođenje prirodnog svjetla (čovjek je i "biće svjetla") i svježeg zraka u prostor zgrade. Istovremeno oni moraju zaštititi prostor zgrade od vanjskih vremenskih utjecaja, buke i neželjenih gostiju te zadržati toplinu u prostoru zgrade. Zato je prozor građevni dio zgrade koji presudno utječe na mikroklimu zgrade, udobnost boravka u zgradi i sigurnost od provala. Oblik i položaj prozora bitan su element arhitektonskog oblikovanja zgrada.

Obzirom na toplinska svojstva, bitni sastavni dijelovi prozora su:

- OSTAKLJENJE (*Slika 4-93, Slika 4-94*)
  - dvostruko ili trostruko,
  - s ili bez nisko emisijskog nanosa, s međuprostorom punjenim suhim zrakom ili raznim plinovima
- OKVIR
  - drvo, PVC, metal s ili bez prekida toplinskih mostova, kombinacija drvo/aluminij.



**Slika 4-93** Dvostruko ostakljenje [120]



**Slika 4-94** Trostruko ostakljenje [121]

Ploština ostaklenog dijela prozora čini veći dio ukupne ploštine prozora – kod prelaska topline ima stoga najveći značaj. Danas se, u pravilu, prozori izvode s tzv. izolacijskim staklima koja mogu imati vrlo različite značajke. Izolacijsko staklo se sastoji od dvije ili tri staklene ploče određenih svojstava i jednog, odnosno dva, međuprostora ispunjena zrakom ili plinom.

Kako bi se poboljšala toplinsko-izolacijska svojstva stakla, na jednu njegovu površinu se nanosi vrlo tanki sloj metala ( $\approx 10$  nm), tako da staklo i dalje ostaje potpuno providno, ali s malom emisijskom sposobnosti (koeficijent emisije  $\varepsilon$  od 0,04 do 0,5 (za obično staklo  $\varepsilon = 0,89$ ). Zbog osjetljivosti na mehanička djelovanja, niskoemisijski sloj (low-e premaz) se mora nalaziti na strani stakla prema međuprostoru između stakala (*Slika 4-95* i *Slika 4-96*).



**Slika 4-95** Aluminijски prozor s trostrukim izo staklom;  
 $U_w = 0,72$  W/m<sup>2</sup>K [122]



**Slika 4-96** Drvoaluminijски prozor s trostrukim izo-staklom punjeno argonom s dva low-e premaza;  
 $U_w = 0,87$  W/m<sup>2</sup>K [123]

## n) STAKLENE FASADE

Staklene fasade se sastoje od staklenih ploča koje se izrađuju od sigurnosnog stakla.

Razlikujemo nekoliko vrsta staklenih fasada:

- **strukturalne fasade** izrađuju se bez vidljivih aluminijskih nosivih profila, na koja se stakla ugrađuju lijepljenjem;
- **polustrukturalne fasade** - aluminijski profili su vidljivi po rubovima elemenata minimalnom širinom. Kod ovih fasada se upotrebljava reflektirajuće izo-staklo ili staklo u boji;
- **kontinuirane fasade** - polja kontinuirane fasade mogu biti ispunjena staklom, panelima ili drugim materijalima. Polja unutar fasade mogu biti i otvarajuća – zaokretna, otklopna i sl;
- **spyder fasade** karakterizira način spajanja stakla s konstrukcijom. Staklo, jednostruko ili IZO, spaja se na konstrukciju posebnim držačima od nehrđajućeg čelika u četiri točke. IZO stakla spajaju se po bridovima specijalnim brtvilima;
- **oslikane fasade** - posebnu primjenu u uređenju interijera i eksterijera pronalaze oslikane fasade. Oslikane fasade se izrađuju ispisom.

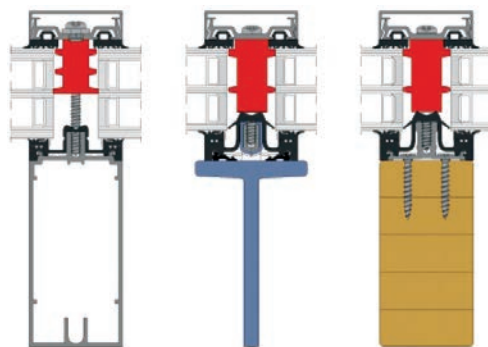
Svojim značajkama staklene fasade mogu postići zahtijevana svojstva u pogledu toplinske izolacije, zvučne izolacije, solarne i UV-zaštite (Slika 4-97 i Slika 4-98).



Slika 4-97 Dvostruka element fasada [124]



Slika 4-98 Polustrukturalna jednostruka element fasada [125]

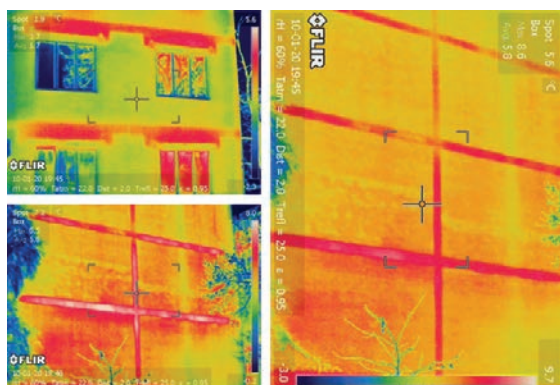


Slika 4-99 Primjer načina pričvršćenja staklenih fasada pasivne kuće [126]

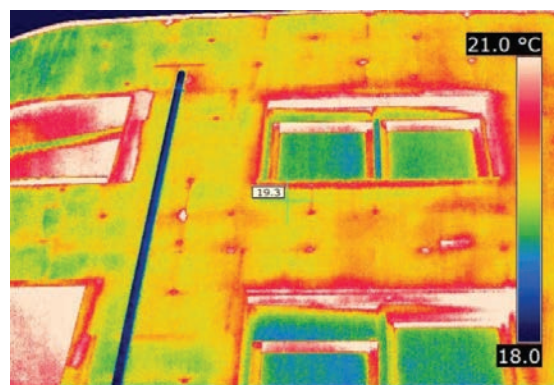


## 4.2.2 Toplinski mostovi

Dodatni toplinski gubici na rubnim područjima, pregibima, točkastim probojima i netipičnim dijelovima ploha omotača zgrada nazivaju se duljinskim i/ili točkastim gubicima topline. Mjesta na kojima se javljaju ovakvi gubici nazivaju se toplinski mostovi (*Slika 4-100* i *Slika 4-101*).



**Slika 4-100** Primjer linijskih toplinskih mostova [11]

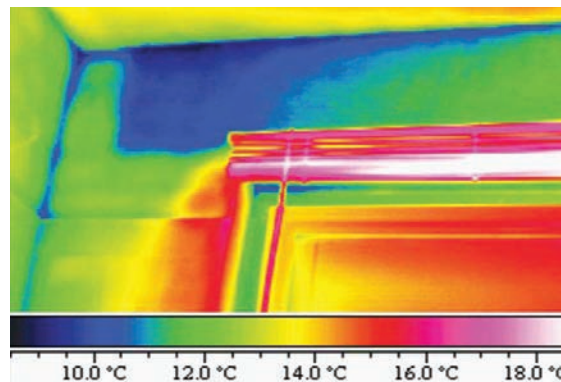


**Slika 4-101** Primjer točkastih toplinskih mostova [11]

Uz to, u područjima toplinskih mostova javljaju se toplinska oslabljenja “ovojnice” zgrada, zbog čega s unutarnje strane obodnih građevnih dijelova dolazi do orošavanja i građevinskih šteta (*Slika 4-102* i *Slika 4-103*).



**Slika 4-102** Fotografija građevinske štete uzrokovane toplinskim mostom [127]



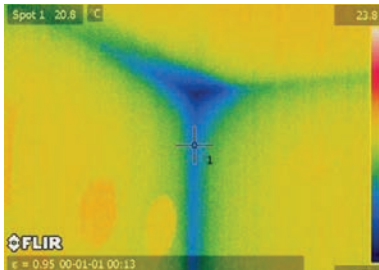
**Slika 4-103** Termogram građevinske štete uzrokovane toplinskim mostom [127]

### PODJELA TOPLINSKIH MOSTOVA PREMA PODRUČJIMA ZGRADE NA KOJIMA NASTAJU:

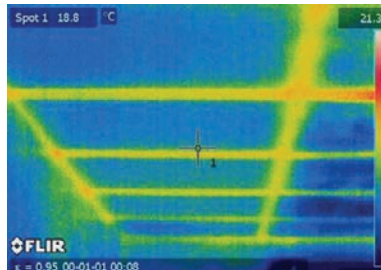
- **geometrijski toplinski mostovi** - koji su uvjetovani netipičnim oblikom, a obično se javljaju na kutovima zgrada i mjestima promjene debljine građevnih dijelova (*Slika 4-104*);
- **toplinski mostovi uvjetovani materijalom** - koji su nastali na područjima gdje se spajaju i sudaraju različiti materijali (*Slika 4-105*);
- **kombinirani toplinski mostovi** - koji nastaju na dijelovima zgrada gdje se sjedinjuju promjene oblika i materijala, konzolni balkoni i slična “hladna rebra” koja prodiru kroz toplinsku ovojnica (*Slika 4-106*);
- **konstruktivni toplinski mostovi** - kod kojih se ovojnica zgrada prekida zbog proboja nosive

konstrukcije, npr. prekid izvana postavljene toplinske izolacije obodnog zida i iznutra postavljene toplinske izolacije poda na tlu. Mogu se smatrati i podvrstom kombiniranih toplinskih mostova (Slika 4-107);

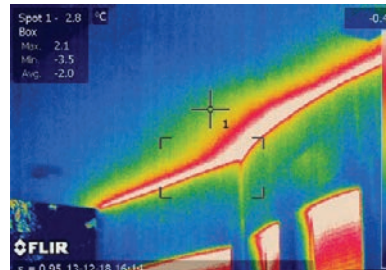
- **zračni (konvektivni) mostovi** - koji se odnose na gubitke topline uslijed nekontroliranih propuhivanja kroz zatore prozora, ili šupljinama u toplinskoj brani (Slika 4-108);
- **toplinski mostovi uvjetovani okolinom** - gubici uslijed pojačanog zagrijavanja pojedinih mjesta na omotaču zgrade (npr. radiator ispod prozora)(Slika 4-109).



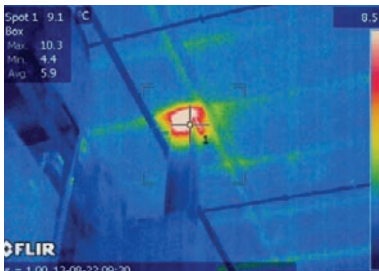
**Slika 4-104** Termogram geometrijskog toplinskog mosta [11]



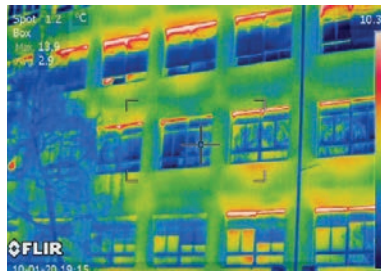
**Slika 4-105** Termogram toplinskog mosta uvjetovanog materijalom [11]



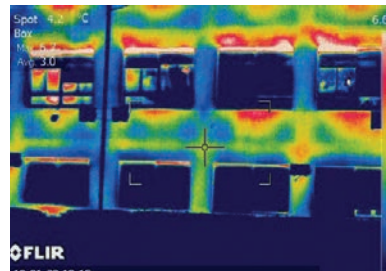
**Slika 4-106** Termogram kombiniranog toplinskog mosta [11]



**Slika 4-107** Termogram konstruktivnog toplinskog mosta [11]



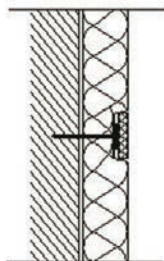
**Slika 4-108** Termogram konvektivnog toplinskog mosta [11]



**Slika 4-109** Termogram toplinskog mosta uvjetovanog okolinom [11]

## PRIKAZ MOGUĆNOSTI SMANJENJA UTJECAJA TOČKASTIH TOPLINSKIH MOSTOVA KOD ETICS SUSTAVA:

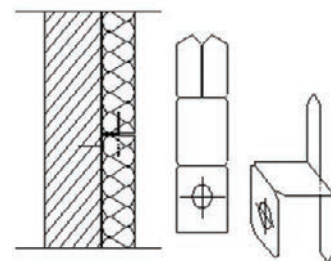
- isključenje toplinskog mosta na metalnim spojnica (tiplama) ETICS obloge upuštanjem “glave” spojnica, ili primjenom spojnica koje se učvršćuju na bokove ploča (Slika 4-110 -Slika 4-112);



**Slika 4-110** Presjek upuštene glave spojnica



**Slika 4-111** Upuštene glave spojnica



**Slika 4-112** Spojnice za bočno pričvršćivanje

- u slučajevima ventiliranih fasada, te metalnih nosača, točkasti toplinski most može se prekinuti korištenjem nosača ventiliranih fasada izrađenih od kompozitnih materijala ili staklenih vlakana s malom toplinskom provodljivošću (Slika 4-113 - Slika 4-116) ili korištenjem podložaka od teflona ili plastičnih masa čija mala toplinska provodljivost doprinosi smanjenju utjecaja točkastih toplinskih mostova.



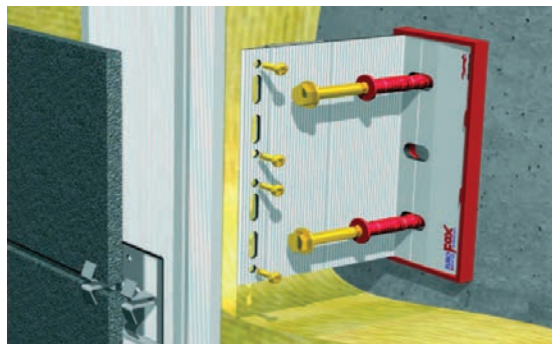
**Slika 4-113** Prekid točkastih toplinskih mostova kod ventiliranih fasada [11]



**Slika 4-114** Prekid točkastih toplinskih mostova kod ventiliranih fasada [128]



**Slika 4-115** Prekid toplinskog mosta kod nosača ventiliranih fasada [11]



**Slika 4-116** Prekid toplinskog mosta kod nosača ventiliranih fasada [129]

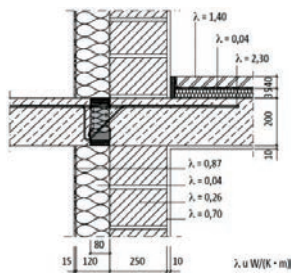
### 4.2.3 Prekid konstrukcije

Balkon je tipična „slaba točka“ u vanjskom zidu zgrade kod koje se gubi poveći udio topline (toplinski most). Kod obnove balkona se stoga trebaju ukloniti toplinski mostovi.

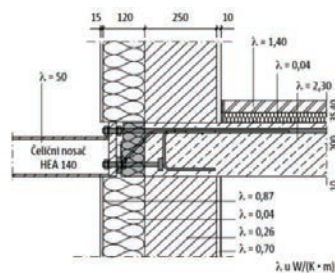
Nosivi toplinsko-izolacijski element se sastoji od nosive čelične konstrukcije (armature) i izolacijskog sloja od ekspandiranog polistirena (EPS-a). To je predgotovljeni armaturni modul za spajanje armiranobetonskih balkonskih ploča. Nosivi toplinsko-izolacijski elementi se upotrebljavaju za toplinsko odvajanje vanjskih dijelova od grijanog dijela zgrade, tj. za sprječavanje nastanka toplinskih mostova.

Nosivo toplinsko-izolacijsko tijelo u ravnini toplinske izolacije beton zamjenjuje EPS-om, a uobičajeni betonski čelik specijalnim nehrđajućim čelikom. Pritom se prijenos sila temelji na takozvanoj „analogiji s rešetkastim nosačima“ (sastavljenim od štapova i čvorova) koja je poznata i iz proračuna AB konstrukcija (Slika 4-117 - Slika 4-119).

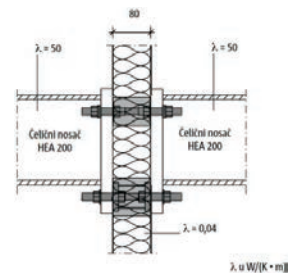




**Slika 4-117** Priključak balkonske ploče pomoću nosivog toplinskog – izolacijskog elementa [130]



**Slika 4-118** Priključak čeličnog nosača HEA 140 za betonsku ploču pomoću nosivog toplinskog – izolacijskog elementa [130]



**Slika 4-119** Priključak 2 čelična nosača HEA 200 pomoću nosivog toplinskog – izolacijskog elementa [130]

**Nosivi toplinsko – izolacijski element** isporučuje se na gradilište kao gotov element, spreman za ugradnju, a postavlja se u već pripremljenu armaturu i s njom povezuje (Slika 4-120 - Slika 4-123). Tijek gradnje se na taj način ubrzava, gradnja pojednostavnjuje, a vremenski zahtjevno toplinsko izoliranje balkona postaje nepotrebno.



**Slika 4-120** Nosivi toplinski – izolacijski element za toplinsko odvajanje AB balkona [130]



**Slika 4-121** Nosivi toplinski – izolacijski element za toplinsko odvajanje čeličnih konstrukcija od AB ploča [130]



**Slika 4-122** Ugradnja nosivog toplinskog-izolacijskog elementa u armaturu stropne ploče [131]

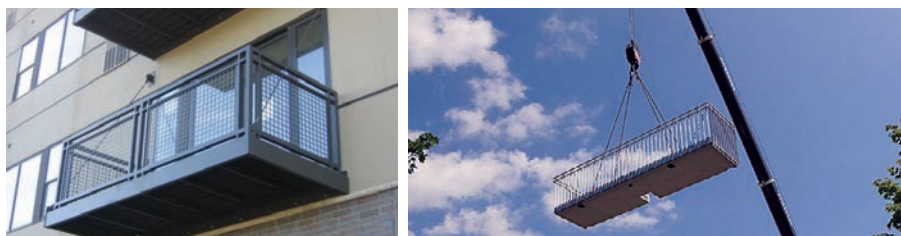


**Slika 4-123** Ugradnja toplinsko izolacijskog elementa u armaturu stropne ploče [132]

Energetski gledano, stari balkon je obično slaba točka na kojoj se zbog povezivanja balkona sa stropnom pločom kroz vanjski zid pojavljuju toplinski mostovi. Na tom mjestu se gubi preko vanjskog zida znatno više energije i topline nego na ostatku zida. Zbog toga se kod toplinske obnove zgrada traže rješenja kako smanjiti toplinski most na balkonu na minimum. Često je optimalno rješenje potpuno uklanjanje balkona piljenjem i instalacija predgotovljenih balkona odnosno konstruktivno odvajanje balkona po načelu samostojećih balkona (*Slika 4-124 - Slika 4-126*).



**Slika 4-124** Uklanjanje AB balkona u svrhu energetske obnove



**Slika 4-125** Predgotovljeni čelični balkon [133], [134]



**Slika 4-126** Samostojeći balkoni [135] [136]



Razvijena su rješenja toplinskog odvajanja balkona na postojećim zgradama, pri čemu je moguće ugraditi predgotovljeni betonski ili čelični balkon na postojeću armiranobetonsku ili čeličnu konstrukciju (*Slika 4-127 i Slika 4-128*).



**Slika 4-127** Predgotovljeni AB balkon ugrađen na postojeću AB stropnu ploču [130]

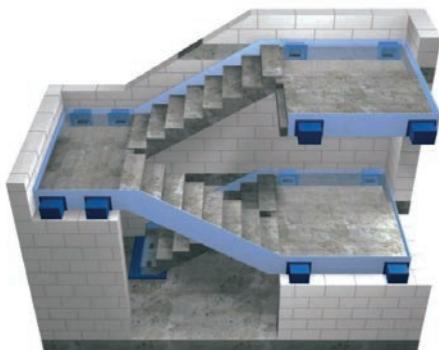


**Slika 4-128** Predgotovljeni čelični balkon ugrađen na postojeći zid [130]

Posebnu pažnju treba pokloniti stubištima u stambenim zgradama. Ukoliko su stubišta negrijani prostori, mjesta oslanjanja stubišnih krakova postaju mjesta povećanih gubitaka topline, odnosno toplinski mostovi. Također, obzirom na to da je buka na stubištima učestala, uglavnom se radi o udarnom zvuku, koji se prenosi kroz mjesta oslanjanja stubišnih krakova i/ili podesta u stambeni ili radni prostor.

Zbog navedenog potrebno je stubišne krakove, na mjestima njihova oslanjanja, odvojiti od zidova prema stambenom i/ili uredskom prostoru (*Slika 4-129 i Slika 4-134*).

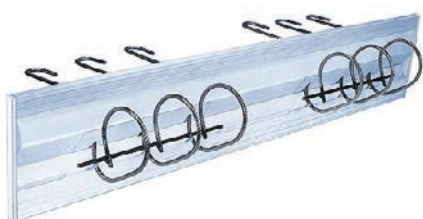
Sustav zvučne izolacije omogućava izvođenje konstruktivnog odvajanja stubišta. Različiti tipovi sustava omogućuju zvučno-konstruktivno razdvajanje stepenica betoniranih na licu mjesta ili gotovih montažnih stepenica, i podesta (*Slika 4-130*), zatim zvučno razdvajanje gotovih montažnih stepenica i podesta (*Slika 4-131 i Slika 4-132*), pri čemu je osnovni materijal PE - pjena koja sprječava onečišćenje reški u fazi gradnje. Integrirani visokovrijedni PUR – elastomerni ležaj omogućuje optimalnu zaštitu od zvuka udara, tipičnog zvučnog opterećenja u zgradama. Također, ugrađuju se i prostorni elementi, s priključnim okvirom koji omogućuju kvalitetan spoj (bez zvučnih mostova) s dilatacijskim pločama, a služi za zvučno-konstruktivno razdvajanje podesta betoniranog na licu mjesta, i zida stepeništa (*Slika 4-129*).



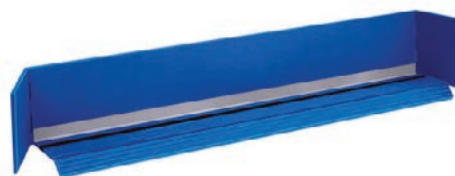
**Slika 4-129** Shematski prikaz ugradnje sustava zvučne izolacije [130]



**Slika 4-130** Razdvajanje podesta (betoniranog na licu mjesta) i zida stepeništa [130]



**Slika 4-131** Razdvajanje stepeništa i podesta [130]



**Slika 4-132** Razdvajanje gotovih montažnih stepenica i podesta [130]



**Slika 4-133** Ugradnja predgotovljenog stubišta u postojeću zgradu sa zvučnim odvajanjem od podesta [130]



**Slika 4-134** Ugradnja predgotovljenog stubišta sa zvučnim odvajanjem od zidova tijekom gradnje [130]

#### **4.2.4 Sustavi zaštite od sunčevog zračenja i njihova učinkovitost**

U ukupnoj energetske bilanci kuće važnu ulogu igraju i toplinski dobici od Sunca. U suvremenoj arhitekturi puno pažnje posvećuje se prijemu sunca i zaštiti od pretjeranog osunčanja, jer se i pasivni dobici topline moraju regulirati i optimizirati u zadovoljavajuću cjelinu. Sustavi za zaštitu od sunca usklađeni s vanjskim uvjetima okoline osiguravaju dobre uvjete rada i boravka u zgradi. Ako se kontrolira njihova primjena (mobilnost, automatizacija), omogućuju prilagodljiv ulaz sunca u zgradu. Stoga je moguće potrošnju energije za hlađenje ljeti i grijanje zimi značajno smanjiti i koristiti ili izbjeći dobicima od sunca.

Za djelotvornu zaštitu od prejakog osvjetljenja primjenjuju se sljedeća rješenja:

- arhitektonska geometrija: zelenilo, trijemovi, strehe, nadstrešnice, balkoni;
- elementi vanjske zaštite od sunca: razni pokretni i nepokretni brisoleji, vanjske žaluzine;
- rolete, tende, inteligentna pročelja, suvremena ostakljenja i dr.;
- elementi unutarnje zaštite od sunca: rolete, žaluzine, roloi, zavjese i dr.;
- elementi unutar stakla za zaštitu od sunca i usmjeravanje svjetla - holografski elementi, reflektirajuća stakla i folije, staklo koje usmjerava svjetlo, staklene prizme i dr.;
- višefunkcionalni konstruktivni elementi zgrada.

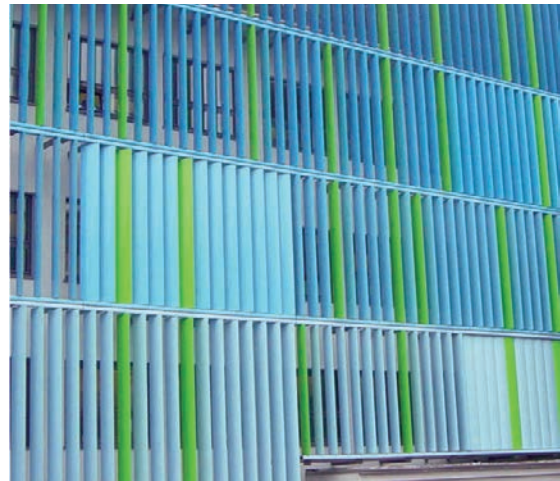
Elementi zaštite od sunca mogu se postavljati:

- na fasadi;
- u unutarnjem prostoru.

Korisni elementi zaštite od sunca su nadstrešnice ili trijemovi određene dubine na južnom pročelju koje sprječavaju upad sunčevog zračenja ljeti, a propuštaju ga zimi. U pravilu se na južnoj strani postavljaju vodoravni elementi jer ljetno južno sunce upada pod visokim kutom pa ga vodoravna ploha može odbiti (*Slika 4-135*). Zimsko sunce upada pod blagim kutom i prolazi kroz vodoravne elemente u prostor. Na zapadnoj i istočnoj strani se postavljaju okomiti elementi koji mogu raspršiti zrake, budući zapadno sunčevo zračenje uvijek upada pod blagim kutom (*Slika 4-136*).



**Slika 4-135** Nepomični betonski briseleji za zaštitu od sunca s južne strane zgrade

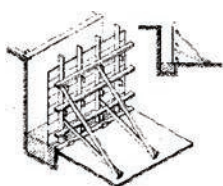


**Slika 4-136** Fiksni okomiti briseleji [137]

## 4.3 POMOĆNE KONSTRUKCIJE NA GRADILIŠTU

### 4.3.1 Oplate

Oplate su kalupi za davanje oblika svježem betonu. Moraju biti precizne, čvrste i lake za rastavljanje. Ako se izrađuju na gradilištu napravljene su od drvenih elemenata (daske 2,4 cm, fosne 4,8 cm; grede, grede, letvice), a ukoliko su tvornički proizvedene (kao Doka, Peri, Noe) mogu biti čelične, aluminijske, od lesonita, šperploče, pa čak i kartona (Slika 4-137).



a) Jednostrana oplata zida



b) Oplata zida A [138]



c) Oplata stropa [139]



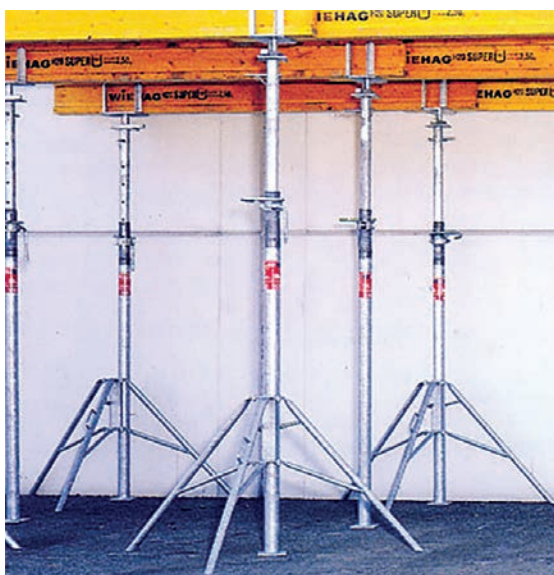
d) Oplata stupa



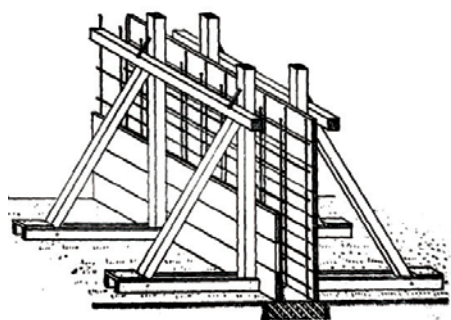
e) Kartonska oplata stupa [140]

**Slika 4-137** Vrste oplata

**SKELA ZA PODUPIRANJE/PRIDRŽAVANJE OPLATE** (Slika 4-138 i Slika 4-139) – ovisno o položaju elementa na objektu on mora do 28 dana biti poduprt prije nego što počne preuzimati opterećenje. Zbog toga oplata mora biti pridržana od ispod ili poduprta koso pomoćnom konstrukcijom – skelom. Kod klasičnih oplata sastoji se uglavnom od okomitih stupova ili kosih greda – kosnika dok su kod modernih/montažnih skela ti elementi čelični.



**Slika 4-138** Skela za pridržavanje oplata stropne ploče [141]



**Slika 4-139** Skela za podupiranje oplata AB zida



## 4.3.2 Radne skele

Radne skele su konstrukcije koje omogućavaju rad na visini (Slika 4-140 - Slika 4-142)



**Slika 4-140** Nogar pomoćne skele [142]



**Slika 4-141** Čelična skela [143]



**Slika 4-142** Pokretna skela [144]

## 4.3.3 Skele

### 4.3.3.1 Općenito o skelama

Pod skelama se podrazumijevaju pomoćne konstrukcije koje služe za obavljanje radova u građevinarstvu na visini većoj od 150 cm iznad tla.

Pri primjeni skele pojavljuju se mnoge opasnosti koje korisnici mogu i moraju sami uočiti i spriječiti nezgode, a neke od tih opasnosti su:

- opasnost od rušenja neispravno izvedene skele (Slika 4-143);
- opasnost od pada s visine u slučaju uspinjanja po skeli ili uspinjanja po neosiguranim ljestvama kao i kretanja po neosiguranim pristupima etaži skele;
- opasnost od pada s etaže skele koja nije zaštićena propisanom zaštitnom ogradom;
- opasnost od skliznuća na podu skele, zapinjanja na odložene predmete, propadanja kroz otvore na podu skele ili otvore između skele i zida, odnosno skele i objekta uz koje je postavljena skela;
- opasnost od pucanja radnog poda ili rušenja skele zbog preopterećenja;
- opasnost od pada predmeta sa skele.



**Slika 4-143** Urušenje skele [145]



**Slika 4-144** Upozoravajući znakovi za rad na visini



### 4.3.3.2 Gradnja i postavljanje skele

Skele mogu postavljati, prepravljati, dopunjavati i rastavljati samo stručno obučeni radnici (skelari, tesari), zdravstveno sposobni za rad na visini i to pod nadzorom određene osobe na gradilištu (Slika 4-145). Ako se pri postavljanju skele naiđe na električne vodove ili druge prepreke, odgovorna osoba koja nadzire postavljanje skele mora obustaviti rad i poduzeti kod nadležne organizacije mjere za isključenje struje odnosno uklanjanje prepreka.

Za vezivanje pojedinih elemenata skele smiju se upotrebljavati samo TIPSKA SREDSTVA predviđena hrvatskim normama (čavli, vijci, klanfe, spojnice i drugo - Slika 4-146).

Vezivanjem pojedinih elemenata skele u konstruktivnu cjelinu ne smije se umanjivati njihova predviđena nosivost.



Slika 4-145 Montažna skela [146]

### 4.3.3.3 Tipovi skela

Skele prema nosivosti odnosno namjeni dijelimo na:

- lake (fasadne, radne, zaštitne, komunikacije...);
- teške (nosive skele za vodoravne, kose i lučne konstrukcije visokogradnje i inženjerske konstrukcije, mostove, grede, ploče, a prema statičkom sustavu:
  - sustav štapova s djelomično uklještenim vezama,
  - sustav okvira s djelomično uklještenim i zglobnim vezama.

Najčešće se koriste sljedeći tipovi skela:

- skele na nogarima,
- skele na ljestvama,
- skele na drvenim stupovima,
- konzolne skele,
- viseće skele,



Slika 4-146 Tipovi vezanja pojedinih elemenata skele



Slika 4-147 Metalna cijevna skela [147]

- prihvatne skele,
- metalne cijevne skele (*Slika 4-147*),
- pokretne skele,
- noseće skele.

#### 4.3.3.4 Materijali za izradu skela

**Klasične skele:** drvene oblice, tesana građa i slično te pripadajuća sredstva veza (čavli, klamfe, vijci), nastavljanja (drveni obrazi, željezni okovi), oslanjanja (drvene grede-jastuci) i regulacije (drveni klinovi).

**Suvremene skele:** čelične cijevi (laka skela –  $\varnothing 48,3 - 80$  mm; teška skela –  $\varnothing 80 - 200$  mm), sa specijalnim spojnicama na vijke (ortogonalne i obrtne), trnovima za produžno nastavljanje, oslanjačkim papučama i glavama, regulatorima dužine s rupicama i trnovima, ili regulatorima s navojem.

#### 4.3.3.5 Zajednički zahtjevi za skele

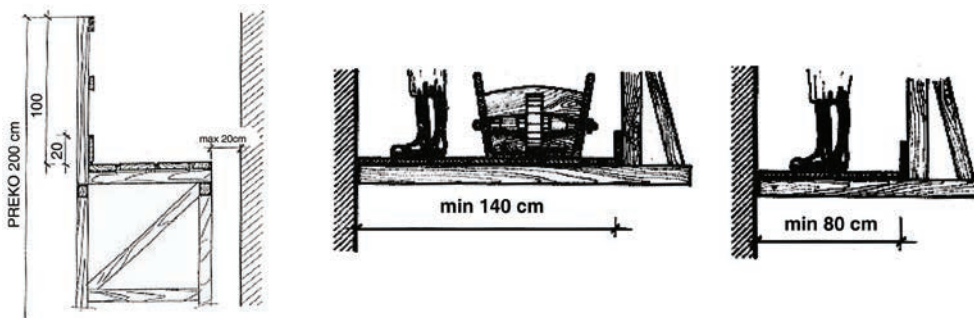
Sve skele se moraju postaviti na ravnu, nabijenu i po potrebi nasutu podlogu. Stupovi skele ne smiju se postavljati na balkone, istake, nesigurne grede ili na slobodne mosnice položene na nosačima. Prije postavljanja skela potrebno je ukloniti sve prepreke; drveće, stršeci dijelovi, električni vodovi i drugo, s kojima bi skela mogla doći u dodir, odnosno koji bi mogli ometati rad na skeli i ugrožavati sigurnost radnika na skeli.

Sve se skele moraju pregledati prije upotrebe, zatim tokom korištenja, kao i najmanje jednom mjesečno o čemu se mora voditi posebna evidencija – kontrolna knjiga (list) skele.

Skela na građevinskim objektima postavljena neposredno pored ili iznad prometnica mora biti na vanjskoj strani po cijeloj dužini i visini prekrivena pokrivačima (trska, juta, gusta metalna mreža i slično) koji sprječavaju padanje materijala u dubinu.

#### RADNI POD SKELE

Elementi poda skele (daske, limene ploče i drugo) moraju se prije upotrebe pažljivo pregledati. Oštećeni odnosno dotrajali elementi ne smiju se ugrađivati u pod skele. Elementi poda moraju u potpunosti ispunjavati prostor između nosećih stupova skele. Udaljenost poda skele od zida objekta ne smije biti veća od 20 cm.



*Slika 4-148* Zahtjevi radnog poda skele

Čista širina poda skele ne smije biti manja od 80 cm (Slika 4-148). Ukoliko se na skeli nalaze objekti koji smanjuju njenu korisnu površinu, radni pod skele se mora proširiti tako da iznosi najmanje 80 cm. Pod mora biti pun, izveden od zbijenih mosnica bez otvora i razmaka.

### ZAŠTITNA OGRADA SKELE

Sva radna mjesta na visini većoj od 100 cm iznad terena ili poda, kao i ostala mjesta (prijelazi, prolazi i slično) na gradilištu i na građevinskom objektu s kojih se može pasti, moraju biti ogradena čvrstom zaštitnom ogradom visine najmanje 100 cm (Slika 4-149).

Zaštitna ograda mora biti izrađena od zdravog i neoštećenog drveta ili drugog podesnog materijala. Razmak i dimenzije stupaca i ostalih elemenata ograde moraju odgovarati vodoravnom opterećenju na rukohvatu ograde od najmanje 30 kg/m.

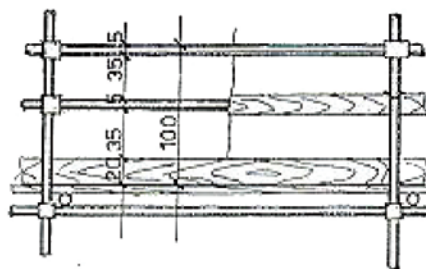
Zaštitna ograda mora se postaviti po cijeloj dužini skele, kao i s bočnih strana, odnosno na kraju svake etaže. Zaštitna ograda može biti i montažna, pod uvjetom da ne postoji mogućnost njenog odmicanja od skele ili spadanja s oslonca. Visina zaštitne ograde ne smije biti manja od 100 cm, mjereno od tla (Slika 4-150).

Razmak elemenata popune zaštitne ograde ne treba biti veći od 30 cm, odnosno 35 cm kod ograde metalnih skela. Pri dnu zaštitne ograde (na radnom podu, skeli i drugo) mora se postaviti puna ivična zaštita (daska) visine najmanje 20 cm. Umjesto uzdužne popune od dasaka (koljen-ska zaštita), za popunu zaštitne ograde može se koristiti žicana mreža s otvorima okaca od najviše 2 x 2 cm.

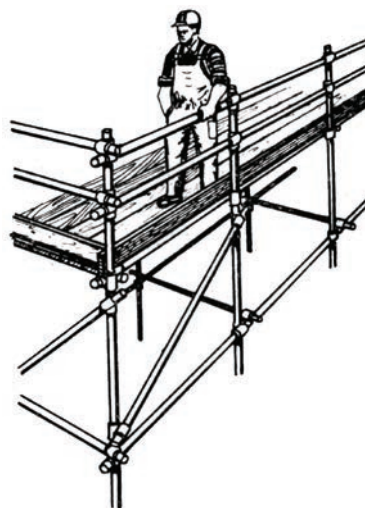
Za zaštitne ograde većih dužina i s većim opterećenjima i za ograde na velikim visinama moraju se izraditi odgovarajući nacrti i statički proračuni. Ako se zaštitna ograda zbog prirode posla mora u toku rada privremeno ukloniti, radnici na takvim



Slika 4-149 Zaštitna ograda na skeli [148]



Slika 4-150 Zahtjevi zaštitne ograde



Slika 4-151 Shematski prikaz zaštitne ograde skele i radnika

radnim mjestima moraju biti privezani za zaštitne pojaseve i rad se mora odvijati pod nadzorom određene stručne osobe na gradilištu. Ako je skela, odnosno pod skele udaljen od zida objekta više od 20 cm, na tom dijelu skele zaštitna ograda mora se postaviti s obje strane poda. Na svaki kat skele mora biti izgrađen siguran pristup odnosno silazak pomoću odgovarajućih rampi odnosno ljestvi (Slika 4-152).

### METALNE CIJEVNE SKELE

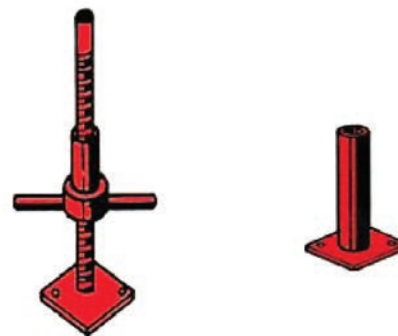
Metalne cijevne skele mogu se postavljati i upotrebljavati samo u skladu s predviđenom namjenom i na osnovu PLANA SKELE koji sadrži: dimenzije skele i svih njenih sastavnih elemenata, sredstva za međusobno spajanje sastavnih elemenata, način pričvršćivanja skele za objekt odnosno tlo, najveće dopušteno opterećenje, vrste materijala i njihovu kakvoću, statički proračun nosećih elemenata, kao i upute za postavljanje i rastavljanje skele.

Sastavni dijelovi metalnih skela (čelični štapovi, cijevi, spojne i čvorne veze i drugo) moraju biti međusobno čvrsto vezani u stabilnu i jedinstvenu konstruktivnu cjelinu. Elementi metalnih cijevnih skela, u pogledu oblika, dimenzija i kakvoća materijala, moraju odgovarati važećim hrvatskim normama.

### ELEMENTI CIJEVNE SKELE

Za sastavljanje metalnih skela smiju se upotrebljavati samo ravne i neoštećene čelične cijevi, štapovi i drugi elementi.

Svaki element metalne skele mora se prije ugrađivanja u skelu detaljno pregledati. Radom ili na drugi način oštećeni elementi metalnih skela ne smiju se ugrađivati. Okomiti noseći štapovi metalne skele moraju biti položeni na posebne skele (oslonci, papuče), pričvršćene na ravnu podlogu skele (gređice, beton, ploča i drugo) (Slika 4-153).



Slika 4-153 Oslonci, papuče [149]

Svi okomiti štapovi stupova skele moraju biti u uzdužnom i poprečnom pravcu vezani i učvršćeni pomoću dijagonalnih veza postavljenih pod kutom od 45° u oba pravca. Udaljenost između nosećih okomitih štapova određuje se projektom skele zavisno od predviđenih opterećenja i visine skele.



Slika 4-152 Zaštita radnika prilikom rada na velikim visinama

## REDOSLIJED OPERACIJA I POSTUPCI

1. **IZRADA TEMELJA:** na bazi detaljne analize opterećenja, rade se kvalitetni temelji (najčešće od betona), i osigurava se čvrsta veza stupova skele s temeljima putem podložne ploče/stope i sidra.
2. **POSTAVLJANJE STUPOVA,** s istovremenim povezivanjem horizontalama i dijagonalama. Pri tome se spojnice-vijci pritežu 'do pola'.
3. Ovisno o visini skele, izvodi se **SIDRENJE** žicanim zategama za tlo ili sidrima / razuporama za objekt.
4. **POSTAVLJANJE REGULATORA VISINE** i 'viljuški' za prihvaćanje konstrukcije (objekta ili oplate); fiksiranje gornjeg kraja skele za objekt/oplatu.
5. **REGULACIJA VISINE** uz istovremeno dotezanje vijaka 'do kraja' (kontrola pritezanja "moment-ključem"  $M = 8 \text{ kgm} = 0,08 \text{ kNm}$ ).
6. U fazi **RASTAVLJANJA**, najprije se za izvjesnu mjeru popuštaju regulatori visine, te se zatim (odozgo na dolje) rastavljaju pojedini elementi skele.
7. **PREGLED ELEMENATA SKELE**, defektaža (slanje na popravak), čišćenje, antikorozivna zaštita (bojenje, podmazivanje), sortiranje / skladištenje.

Postavljanje i rastavljanje skela mogu raditi samo stručno osposobljene osobe koje zadovoljavaju i poseban uvjet u pogledu zdravstvene i psihofizičke sposobnosti. Prije postave skele provjeravaju se svi dijelovi zbog eventualnih oštećenja. Dijelovi koji su oštećeni ne smiju se ugraditi.

## POSTAVLJANJE CIJEVNE SKELE

Na pripremljenu podlogu, ovisno o rasporedu razmaka utvrđenih nacrtom skele, treba postaviti stupove – nosače. Noseći štapovi metalnih skela moraju se postavljati na podložne pločice, a podložne pločice moraju se prikovati za podnu mosnicu. Podna mosnica treba biti sastavni dio "roštilja" na koji se polažu stupovi – nosači. Ovdje vrijedi pravilo da se dva susjedna noseća stupa polože na zajednički oslonac, kako bi, u slučaju slijeganja terena, jednakomjerno slijegali. Cijevi se ni u kom slučaju ne smiju polagati izravno na tlo ili na drugu noseću konstrukciju.

Na postavljanju stupova – nosača mora sudjelovati skupina radnika. Jedino na taj način stupovi – nosači mogu se (prva 3 ili 4 stupa) međusobno povezati na visini oko 15 do 20 cm od tla. Dva susjedna stupa, vanjski i unutarnji, moraju biti različitih visina. Unutarnji stup treba biti kraći, a vanjski duži odnosno viši. Mogu se kombinirati cijevi dužine 2 i 4 metra ili 3 i 5 metara itd. Ovakvim rasporedom osigurava se dalje naizmjenično nastavljanje stupova – nosača, što je vrlo važno, jer bi se kod spajanja svih stupova na istoj visini mogao stvoriti oslabljeni presjek. Cijevi se moraju nastavljati umetanjem specijalnog trna i stezanjem spoja pomoću spojnice. Cijevi se moraju spajati naizmjenično, da se izbjegne oslabljeni presjek, to jest da, na primjer, za dva susjedna stupa – nosača prve dvije cijevi budu različite dužine, kako spoj ne bi bio na istoj visini. Za nastavke se zatim mogu odabrati cijevi iste dužine. Ovo vrijedi i kod nastavljanja uzdužnih cijevi, pod uvjetom da takvi spojevi budu uz noseći stup, tako da spoj jednog reda uzdužnih cijevi bude s jedne strane stupa, a spoj drugog reda uzdužnih cijevi s druge strane stupa.



Istom tehnikom moraju se postaviti i drugi stupovi po cijeloj dužini skele. Zatim se pristupa postavljanju uzdužnih cijevi skele. One posredno nose radni pod preko poprečnih cijevi, a ujedno sa stupovima tvore najmanje 2 polja. Sa stupovima se moraju spojiti pomoću spojnice. Nastavak uzdužne cijevi mora se nalaziti uz sam stup, odnosno, gledano tlocrtno, jedan spoj mora biti s jedne strane stupa, a drugi s druge strane stupa.

Kod polaganja prvog reda uzdužnih cijevi radnici još stoje na tlu. Na uzdužne cijevi polažu se poprečne cijevi koje izravno preuzimaju opterećenje radnog poda i prenose ga na uzdužne cijevi. Poprečne cijevi postavljaju se na razmaku koji je određen nacrtom skele, i to tako, da se svaka druga poprečna cijev položi uz stup, a ostale u polju. Ako se mosnice radnog poda spajaju "na sudar", u sredini polja treba postaviti po dvije poprečne cijevi na razmaku od otprilike 20 cm. Poprečne cijevi moraju se spojnica učvrstiti na uzdužne cijevi.

Na ovako pripremljen kostur polažu se mosnice radnog poda. Svi radnici koji su do sada bili na tlu uspinju se na prvu etažu. Odmah zatim mora se postaviti odgovarajuća zaštitna ograda. Tek tada smije se nastaviti s izradom skele po utvrđenom redoslijedu, vodeći računa o sidrenju skele povezivanjem na objekt na razmacima predviđenim nacrtom skele, za što se mogu koristiti produžne poprečne cijevi.

Svi spojevi skele moraju se izvesti s umetnutim nastavcima. Strogo je zabranjeno nastavljanje cijevi stezanjem isključivo spojnica ili umetanjem drvenih nastavaka. Spojnice je potrebno čvrsto pritegnuti odgovarajućim ključevima, ali se ključevi ne smiju produžiti umetanjem cijevi koja stvara veći krak. Za vrijeme postavljanja skele odgovorna osoba na gradilištu dužna je provjeravati jesu li stupovi položeni potpuno okomito, a uzdužne cijevi potpuno vodoravno, te je li nastupilo bilo kakvo izvijanje.

Kod rastavljanja skele postupak je potpuno obrnut. Tu treba voditi računa, da se na mjestima gdje je skinuta zaštitna ograda odmah skine i radni pod, tako da je onemogućeno kretanje nezaštićenim dijelom skele.

Sav materijal treba spuštati pomoću koloturnika. Bacanje materijala s visine strogo je zabranjeno. Kod skidanja mosnica radnog poda i drugih materijala po mogućnosti treba uvijek ovaj materijal spuštati na nižu etažu, odakle se materijal može nesmetano i sigurno spuštati na tlo.

## SIDRENJE SKELE

Sidrenje služi za izvođenje vodoravnih sila iz skele:

1. Sile koje djeluju u uzdužnom smjeru prema skeli izvode se s dijagonala skele u podtlo, u skladu s dopuštenjima skele.
2. Sile koje djeluju poprečno prema skeli i građevini vodile bi do prevrtanje skele, kad se te sile ne bi odvodile u građevinu.

Sidrenje se smije postavljati samo na stabilnim i čvrstim građevinskim dijelovima, u pravilu na stro-



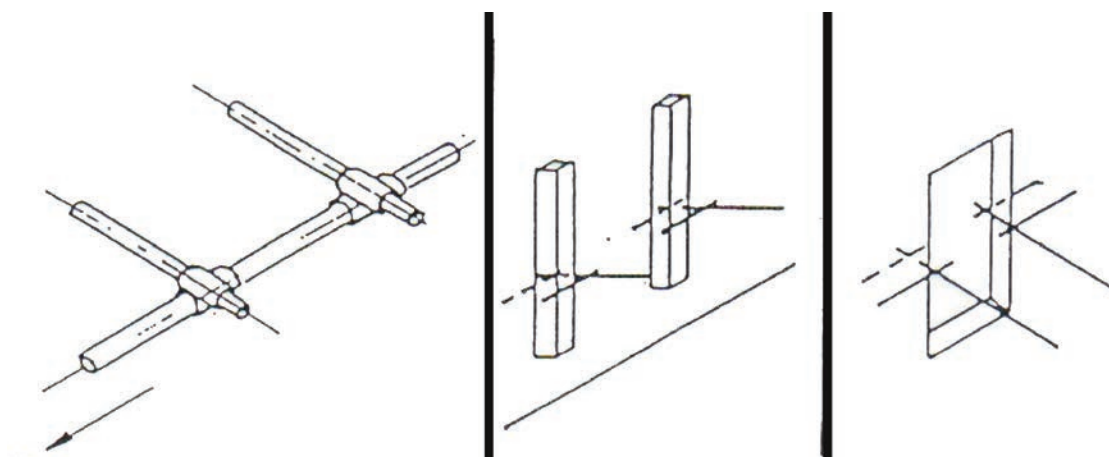
*Slika 4 -154 Sidrenje skele*

pne ploče i podupirače (Slika 4-154). Učvršćivanje na gromobrane, krovne žljebove, olučne cijevi, prozorske okvire, uhvatne rešetke za snijeg ili zidane parapete nije dopušteno. Smije se koristiti samo sidreni pribor (tiple, vijci, ušice), koji ispitivanjem ili certificiranjem dokazuju da mogu prenositi neophodne sidrene sile u postojeće podtlo. Ukoliko se na skele ili zaštitne zidove postave mreže ili cerade, tada su zbog većeg naprezanja uslijed vjetra neophodne dodatne mjere sidrenja sukladne statičkim proračunima.

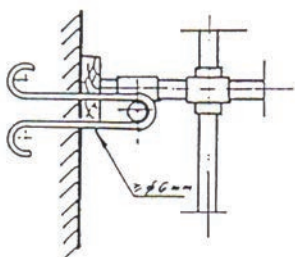
Cijevna skela se mora na svakih 6 metara u uzdužnom i poprečnom smjeru vezati za objekt posebnim spojnim cijevima kojima se ona "sidri". Cijevne skele koje se zbog bilo kakvog razloga ne mogu vezati (sidriti) za objekt, moraju se osigurati posebnim potpornim rešetkama.

Ispravnim povezivanjem skele za objekt, ukrućenjem pomoću dijagonalnih i poprečnih cijevi, ili odgovarajućim poduporama može se osigurati stabilnost skele na udar vjetra.

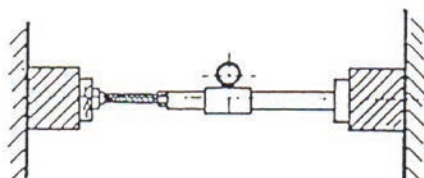
Sidrenje i dijagonale smiju se rastavljati dogovorno tek nakon rastavljanja. Ukoliko se sidrenje zbog neopodnih radova mora ukloniti ranije, neophodno je pobrinuti se prethodno za odgovarajuću zamjenu.



**Slika 4-155** Sidrenje s kravatom



**Slika 4-156** Sidrenje s prstenom



**Slika 4-157** Sidrenje s navojnom razuporom



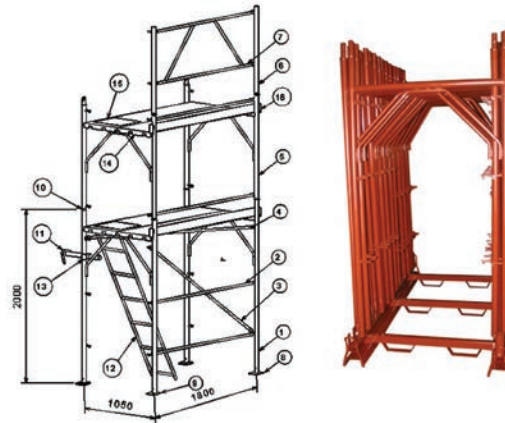
**Slika 4-158** Sidrenje s vijkom

## TIPSKE FASADNE SKELE

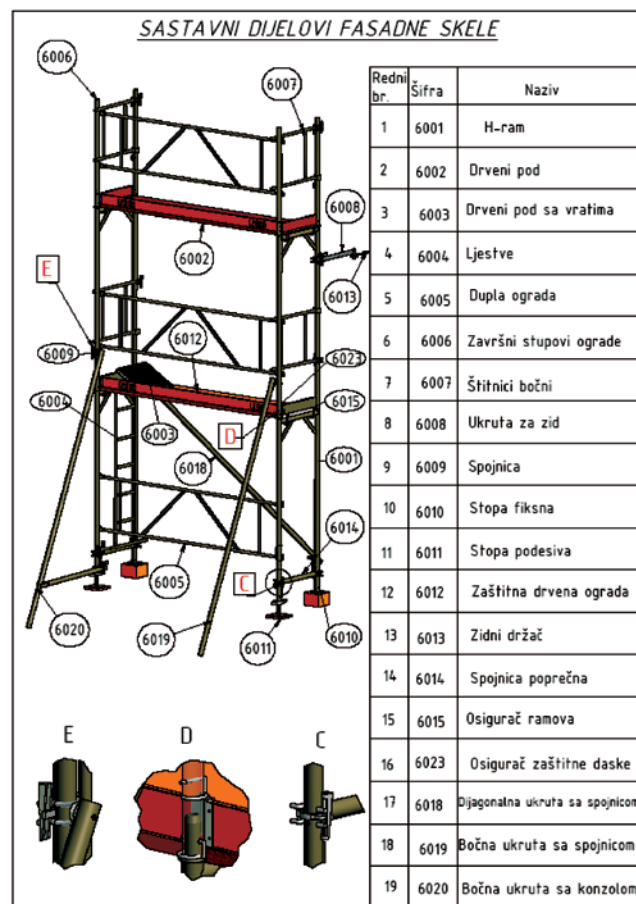
Tipska fasadna skela se primjenjuje za zidarske i fasaderske radove u građevinarstvu, kako kod novogradnje tako i kod popravaka i obnavljanja starih građevina (Slika 4-159).

Osobite značajke ove skele su:

- brže i lakše postavljanje i rastavljanje u odnosu na klasične skele;
- jednostavan transport (zauzima malo prostora, malo sastavnih elemenata koji se ne mogu izgubiti, a elementi su lagani);
- mogućnost primjene kod razvedenih tlocrta;
- skela je znatno lakša u odnosu na klasičnu.



Slika 4-159 Tipska fasadna skela [150], [151]



Slika 4-160 Sastavni dijelovi fasadne skele

Postavljanje i rastavljanje tipske fasadne skele je jednostavni su i brzi bez uporabe dizalice, ali uz nužnu stručnu osposobljenost.

Elementi tipske fasadne skele se ne smiju rezati, bušiti, ili na neki drugi način oštećivati, jer se nosivost i sigurnost smanjuju. Sidrenje skele za fasadu mora biti izvedeno po tehničkim naptcima i po posebnom projektu.

Projekt i proizvodnja tipske fasadne skele su prilagođeni potrebama fasaderskih radova - kako bi se obavljali brzo, nesmetano i sigurno. Uskladištenje i transport skele su jednostavni, jer zauzima mali prostor, a elementi su lagani.

### POSTAVLJANJE TIPSKE FASADNE SKELE

Na podlogu se postave oslonci na odgovarajućim razmacima. Na oslonce se postavljaju H-okviri, te povezuju prečkama ili ogradama okomitim i vodoravnim dijagonalama. Nivelacija pomoću podešivih oslonaca obavlja se postupno postavljanjem prvoga polja uzduž fasade. Po postavljanju prvoga polja skele uzduž fasade postavljaju se gazišta i gazišta s vratima, te ljestve. Iduće etaže se dalje ugrađuju postavljanjem novih H-okvira i njihovim povezivanjem u etažu s dodavanjem ostalih elemenata skele. Okomito povezivanje H-okvira obavlja se pomoću osigurača. Sidrenje skele se obavlja pričvršćenjem kuke za armaturu u serklažu i za skelu pomoću krute spojnice i to na svakoj drugoj etaži i svakom trećem H-okviru. Po potrebi, na vrhu skele postavlja se ograda koristeći elemente skele slobodnog sastava. Konzole se postavljaju radi proširenja podesta i zaštite prostora ispod konzola s elementima skele slobodnog sastava (Slika 4-161).



Slika 4-161 Shema postavljanja skele [152]

### OPĆE UPUTE ZA POSTAVLJANJE SKELE

Postavljanje i rastavljanje skela mogu raditi samo stručno osposobljene osobe koje zadovoljavaju i poseban uvjet u pogledu zdravstvene i psihofizičke sposobnosti. Prije postave skele provjeravaju se svi dijelovi zbog eventualnih oštećenja. Dijelovi koji su oštećeni ne smiju se ugraditi.

Za postavljanje skele na gradilištu treba pripremiti:

- teren za postavljanje skele,
- upute za postavljanje tipske fasadne skele,
- dijelove i pribor za postavljanje tipske fasadne skele,
- spojni materijal za tipsku skelu,
- materijal za pod, ograde i pristupe.

Pripremanje specijalnog materijala:

- za pokrivanje, sidrenje, rasvjetu, uzemljenje i slično,
- natpisi, zabrane i upozorenja (standardni znakovi sigurnosti),
- potreban alat i oprema za postavljanje.

Rastavljanje tipske fasadne skele izvodi se obrnutim putem od postavljanja. Kod postavljanja i rastavljanja potrebno je pridržavati pisanih uputa te osnovnih posebnih pravila zaštite na radu. Elementi se ne smiju bacati radi oštećenja i prljanja.

### Postava prvog polja:

Prva dvostruka ograda postavlja se između prva dva okomito postavljena H-okvira te se zatvaračem osigurava od odvajanja. U klin okomitog okvira poprečne cijevi umeće se drvena podnica. Prva dva H-okvira spajaju se dijagonalom i spojnicom.

### Postavljanje skele:

Skela se smije postavljati samo na nosivom tlu. Kod nedovoljne nosivosti tla potrebno je predvidjeti podnožje koje omogućuje raspodjelu opterećenja na tlo. Ispod nosača skele (stope za okvire) montira se podna daska ili fosna. Kod nosača na navoj dozvoljeni su samo tipski podni navojni nosači (podesive navojne stope) koji imaju maksimalni navojni hod od 20 cm.

Postavljanje daljnjih polja skele slijedi kao što je opisano kod postave prvog polja. Sva polja skele imaju duplu ogradu.

Pojedinačne duple ograde smiju se ukloniti samo na kratko, ako tijekom gradnje to zahtjeva. U rubnim poljima uklanjanje ograde uopće nije dozvoljeno. Prije početka radova na prvoj razini skele potrebno je ugraditi ljestve. Iste mogu biti predviđene odmah u prvom polju tako da se gore umetne podnica koja ostavlja prolazni otvor. Ljestve se umeću iznutra na čeonj strani zida skele.



Slika 4-162 Ugradnja ljestvi [153]

Podnice su bitan element pri stabilizaciji skele, prije svega za vodoravne utjecaje vjetera. Stoga se sve razine skele oblažu podnicama, čak i ako za radni proces to nije potrebno. Prva razina nalazi se na poprečnim cijevima najdonjeg H-okvira. Nadogradnjom sljedećeg H-okvira već postavljene podnice automatski se osiguravaju od podizanja. Bočna zaštita u obliku dvostruke ograde zbog stabilnosti skele mora se postaviti na svim razinama skele.

### Ugradnja bočnog, dijagonalnog i poprečnog ukrućenja:

Bočno ukrućenje sastoji se od cijevi 48,3 x 3,2 mm. Isti se spojnicama učvršćuju za H-okvir na približnoj visini od 2,5 metra.



Dijagonalno ukrućenje izvodi se vezivanjem dva H-okvira u istom nivou i to s cijevi dužine 3 metra i dvije spojnice.

Poprečno ukrućenje primjenjuje se kod postave prvog nivoa skele i to na donjem dijelu H-okvira. Sama veza sastoji se od cijevi 48,3 x 3,2 mm i dvije spojnice.

#### **Način vezivanja skele na objekt:**

Najveća dozvoljena udaljenost skele od objekta može biti 20 cm. Kod veće udaljenosti, na visini većoj od 1 metar od tla, mora se postaviti zaštitna ograda s obje strane. Potpornji se ugrađuju u fazi postavljanja skele. Sredstva učvršćivanja su vijci s ušicom promjera najmanje 12 mm ili jednakovrijedne zamjenske konstrukcije. Oba okomita okvira na rubu pričvršćuju se u fasadu na svaka 4 metra.

#### **POKRETNE SKELE**

Pokretna skela (*Slika 4-163*) primjenjuje se za sve vrste radova, koji traju kraće vrijeme, na unutarnjim i vanjskim fasadama, te za radove pod stropovima građevine, kao i sličnim kratkotrajnim unutarnjim ili vanjskim radovima na visini, a da bi bila pokretna postavljena je na četiri kotača. Pokretna skela je projektirana, proizvodi se i postavlja u obliku prostornog tornja s pravokutnom osnovicom.

Postavljanje i rastavljanje pokretne skele je jednostavna i brza, bez uporabe dizalice, ali uz nužnu stručnu osposobljenost radnika. Elementi pokretne skele se ne smiju rezati, bušiti, ili na neki drugi način oštećivati, jer se nosivost i sigurnost smanjuju. Kada je skela u mirovanju, kotači moraju biti zakočeni.



**Slika 4-163** Pokretne skele [154]

#### **Upute za siguran rad na postavljanju i rastavljanju pokretne skele**

- Pri postavljanju, rastavljanju i upotrebi pokretne skele obvezno treba upotrebljavati osobna zaštitna sredstva (zaštitnu kacigu te po potrebi zaštitni pojas).
- Prilikom postavljanja, skela se obvezno mora kompletirati sa svim elementima i po svim predviđenim dimenzijama kako je prikazano na crtežu zaštitnim pojasom.
- Nakon rastavljanja zaštitne ograde zabranjeno je kretanje po skeli, odnosno njena daljnja upotreba.
- Radni pod mora se rastaviti uporedo sa zaštitnom ogradom.
- Spojnice se ne smiju pritezati ni labavo ni prečvrsto. Zabranjeno je upotrebljavati produžetke ključeva da bi se dobio veći krak (sila).
- Prilikom postavljanja skele svi kotači moraju biti zakočeni.

- Radni pod skele mora biti popunjen i sigurno učvršćen od svakog pomicanja. Mosnice (fosne) radnog poda moraju biti učvršćene odozdo, poprečno postavljenom i čavlima zakovanom letvicom.
- Zabranjeno je bacanje cijevi i spojnica prilikom rastavljanja skele.
- Za vrijeme postavljanja i rastavljanja zaštitne ograde ili radnog poda, radnici moraju biti vezani.
- Na skeli obvezno treba postaviti nogobran visine 20 cm i to od dasaka te isti treba učvrstiti za skelu pomoću čavala ili ga vezati žicom.
- Za radne podove skele ne smiju se upotrebljavati fosne uže od 25 cm.



**Slika 4-164** Na pomičnoj skeli prilikom postavljanja radnici moraju biti vezani

#### Upute za siguran rad pri upotrebi pokretne skele

- Prije izdavanja uporabne dozvole, skelu treba pregledati stručna odgovorna osoba (poslovođa, rukovoditelj objekta, rukovoditelj gradilišta) kako bi utvrdio je li skela sastavljena prema danom crtežu. Ista osoba preglede skele treba obavljati i dalje, vizualno jednom tjedno, a detaljno nakon duljeg prekida rada.
- Zabranjeno je uspinjanje po cijevima. Za pristup na skelu treba upotrebljavati isključivo za to predviđene ljestve, koje su sastavni dio skele.
- Ljestve pri upotrebi moraju biti zakačene svojim gornjim, za tu svrhu predviđenim dijelom, za skelu i biti postavljene pod kutom od 75°.
- Pri pomicanju skele, ljestve treba obvezno podići i zakačiti na gornju prečku zaštitne ograde, a na njoj, u toku pomicanja, ne smiju biti ljudi niti bilo kakav materijal i/ili alat.
- Radni pod skele treba redovito čistiti od sitnog otpadnog materijala.
- Skela se ne smije opterećivati više od njezine dopuštene nosivosti. Na skele je zabranjeno postavljanje bilo kakvih dizalica, te se u tu svrhu treba postaviti posebna skela.
- Zabranjena je svaka upotreba skele koja ne sadrži sve elemente iz upute za postavljanje, jer s takve

skele može doći do pada radnika, kako pri uspinjanju i silaženju, tako i kod samog rada na skeli.

- Skela se može upotrebljavati samo na ravnoj i čvrstoj podlozi (betonska ploča).
- Nakon uspinjanja na skelu po ljestvama, radnik za sobom obvezno treba zatvoriti pokretnu preklopnu prečku na zaštitnoj ogradi, kako bi se spriječio pad radnika sa skele prilikom rada.
- Prilikom uspinjanja, silaženja i rada na skeli, kotači moraju obvezno biti zakočeni.

## **PITANJA:**

1. Čemu služi oplata?
2. Čime se oplata pridržava ili podupire?
3. Čemu služe radne skele?

KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO

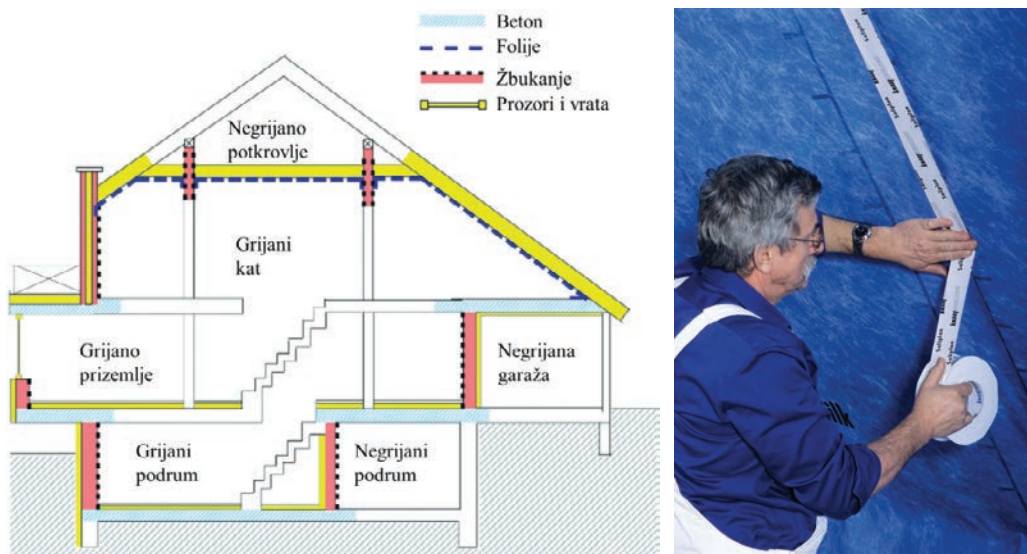


KONTROLA KAKVOĆE  
GRAĐENJA

## 5 KONTROLA KAKVOĆE GRAĐENJA

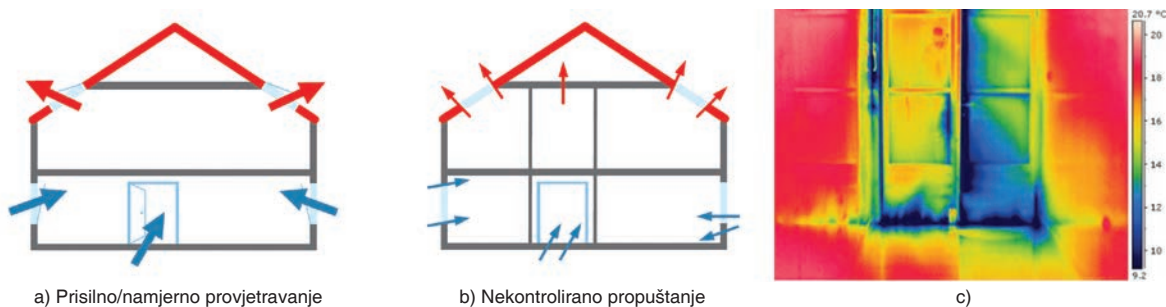
### 5.1 ZRAKONEPROPUSNOST

Jedan od osnovnih uvjeta za postizanje standarda niskoenergetske ili pasivne gradnje, uz kvalitetnu toplinsku izolaciju, je zrakonepropusna izvedba vanjske ovojnice zgrade (Slika 5-1).



Slika 5-1 Izvođenje zrakonepropusne vanjske ovojnice zgrade [155], [31]

Zrakonepropusnost zgrade je mjera nekontroliranog propuštanja (infiltracije) zraka kroz vanjsku ovojnicu zgrade (Slika 5-2).



Slika 5-2 Ukupno provjetravanje = Prisilno/namjerno provjetravanje (a) + Nekontrolirano propuštanje (b); c) termogram [156], [11]

Zgrade koje troše malu količinu energije za grijanje (niskoenergetske <math>< 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}</math> odnosno energetski razred B ili pasivne <math>< 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}</math> - energetski razred A+) osim kvalitetne toplinske izolacije neprozirnih dijelova zgrade i izbjegavanja toplinskih mostova, te kvalitetne izvedbe prozirnih dijelova zgrade (prozori, vrata), moraju udovoljiti i zahtjevu o minimalnoj zrakonepropusnosti kroz vanjsku ovojnicu zgrade. Naime, zrak u zgradi je zagrijan na željenu temperaturu (20 °C) i svako njegovo propuštanje kroz ovojnicu zgrade znači i neposredan gubitak energije koja je prethodno potrošena za grijanje tog istog zraka. Dakle,



povećavajući zrakonepropusnost zgrade smanjuje se potrebna energija za grijanje i hlađenje zgrada. Ispitivanje zrakonepropusnosti naziva se "Blower door test", a rezultat se označava kao  $n_{50}$  (1/h) (Slika 5-3).



**Slika 5-3** Ispitivanje zrakonepropusnosti zgrade, uređaj „Blower door“ [11]



**Slika 5-4** Izvedena parna brana [31]

Zrakonepropusnost se postiže postavljanjem parne brane između toplinske izolacije i unutarnje obloge prostora (Slika 5-4). Izuzetno je važno kvalitetno zalijepiti i zabrtviti sve spojeve parne brane (Slika 5-5, Slika 5-6), jer greške u ovom segmentu znače s jedne strane gubitak energije, a istovremeno i ulazak neželjene vlage u konstrukciju.

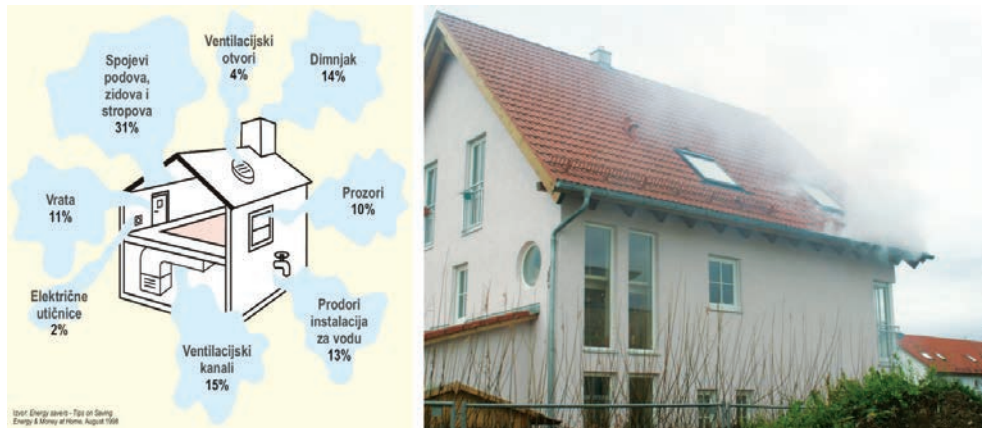


**Slika 5-5** Lijepljenje parne brane specijalnim ljepljivim trakama [31]



**Slika 5-6** Brtvljenje parne brane specijalnim brtvjenim masama za ostale dijelove konstrukcije [31]

Kroz prozore i vrata “pobjegne” oko 20 % zraka, dok istovremeno kroz spojeve stropova zidova i podova “pobjegne” čak trećina količine zraka. Preostalih 50 % gubitaka zraka se događa se kroz naoko zanemarljive detalje (instalacije za vodu, ventilacija u sanitarijama, električne utičnice, ...) (Slika 5-7).



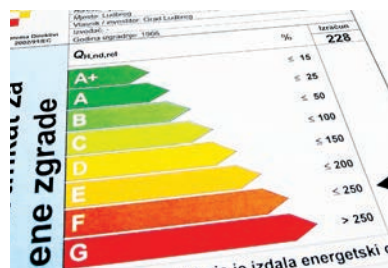
**Slika 5-7 a)** Gubici topline kroz zbog zrakopropusnosti vanjske ovojnice zgrade; **b)** zrakopropusnost vanjske ovojnice zgrade ilustrirana hladnim dimom [157]

Osim što može značajno pogoršati energetska bilancu zgrade, zrakopropusnost ovojnice može biti uzrokom i velikih građevinskih šteta.

Greške u izvedbi nepropusnosti plašta zgrade poput npr. reški ili curenja imaju vrlo neugodne posljedice (Slika 5-8):

- povećane toplinske gubitke;
- nekontroliranu izmjenu zraka;
- lošu zvučnu izolaciju;
- opasnost od oštećenja uslijed otapanja snijega, stvaranja plijesni ili korozije;
- osjećaj neugodnosti (čovjek brzinu strujanja zraka veću od 0,2 m/s osjeća kao neugodu - osjeća propuh).

a) Povećani toplinski gubici



<p>b) Kondenzacija vodene pare</p>		
<p>c) Manja učinkovitost mehaničkih sustava ventilacije (u odnosu na rekuperaciju topline)</p>		
<p>d) Smanjenje zvučne izolacije</p>		
<p>e) Narušena kakvoća unutarnjeg zraka</p>		
<p>f) Osjećaj neugodnosti (propuha)</p>		

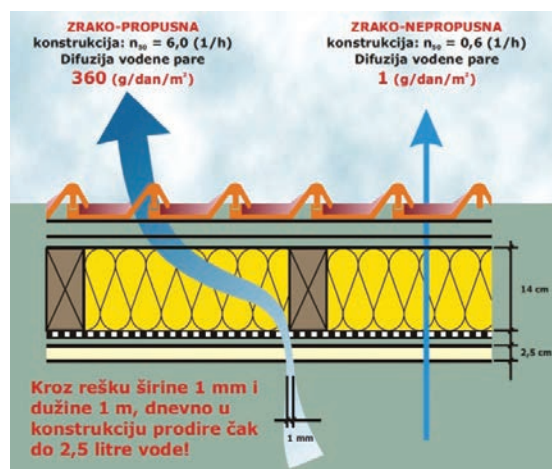
Slika 5 8 Posljedice zrakopropusne vanjske ovojnice zgrade [11], [158], [159], [160]



Preporučena konstrukcija sveobuhvatne vanjske ovojnice zgrade: zračna brtva te istodobno parna brana nalazi se u načelu na toploj strani građevnog dijela zgrade, odnosno na strani izolacijskog sloja okrenutog prema unutarnjemu prostoru.

Naime, sa zrakom iz grijanog prostora u konstrukciju ulazi i vlaga (Slika 5-9). Kako je izolacijski materijal paropropustan, a istovremeno i dobar izolator, to će se unutar njega vlaga iz zraka naglo ohladiti i pretvoriti u kapljice vode. Ključno je dakle spriječiti dolazak vodene pare do područja u građevnim dijelovima koji su niske temperature. Voda u konstrukciji neminovno znači i pojavu građevinskih šteta.

U pravilno izvedene konstrukcije prodire vrlo mala količina vlage. Uz postignutu zrakonepropusnu konstrukciju (zrakopropusnost najviše  $n_{50} = 0,61/h$ ) ta količina vlage iznosi  $1(g/dan/m^2)$ . S druge pak strane, ukoliko je konstrukcija zrakopropusna (npr.  $n_{50} = 6,01/h$ ), u nju dnevno prodire i nakuplja se značajna količina vlage  $360 g/dan/m^2$  (Slika 5-10).



**Slika 5-9** Ulazak vlage u građevne dijelove zgrade ovisno o njenoj zrakopropusnosti [161]

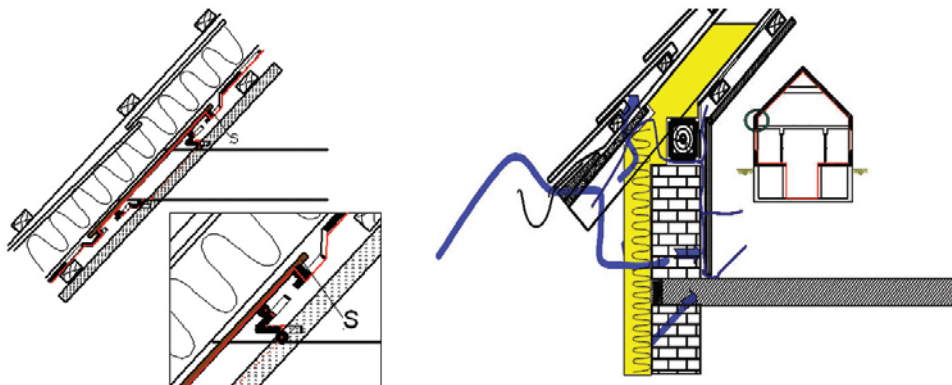


**Slika 5-10** Vlaženje i truljenje materijala uslijed kondenzacije vodene pare [11]

Nekontrolirano propuštanje ovisi o kakvoći i pažnji pri izvođenju zidarskih, tesarskih, stolarskih, fasaderskih te instalaterskih radova. Slaba mjesta kao posljedica lošeg projektiranja i izvođenja omogućavaju propuštanje zraka (Slika 5-11).



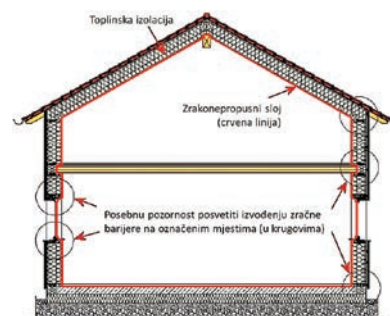
**Slika 5-11** Primjeri lošeg izvođenja građevinskih radova – potencijalna slaba mjesta na vanjskoj ovojnici zgrade [11]



**Slika 5-12** Primjeri rješavanja detalja zrakonepropusne ovojnice [162]

### Osnovni koncept zrakonepropusnosti – DETALJNO IZVOĐENJE

Zračna barijera mora **neprekinuto obujmiti cijelu ovojnicu zgrade**, bez dizanja olovke u svim presjecima (*Slika 5-13*). **Jedini izuzetak su otvori za ventilaciju**. Za postizanje projektirane zrakonepropusnosti, odgovorni su izvođači pojedinih vrsta radova te ukoliko postoje problemi s rješavanjem pojedinih detalja na gradilištu, obvezno je konzultirati se s projektantom, o načinu njihova rješavanja.

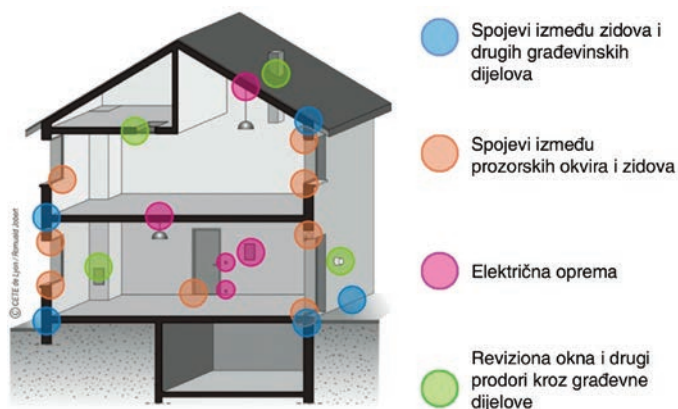


**Slika 5-13** Neprekinuta zračna barijera [162]



## Što je i gdje postaviti zrakonepropusni sloj?

Zrakonepropusni sloj je smješten s tople strane ovojnice zgrade. Parna brana i zrakonepropusni sloj mogu biti od istog materijala. Zrakonepropusni sloj u većini slučajeva odgovara unutarnjoj žbuci vanjskih zidova i parnoj brani s unutarnje strane izoliranog krovišta.



**Slika 5-14** Mjesta propuštanja zraka koja se često pojavljuju u prosječnoj zgradi, klasificirana u 4 kategorije [163]

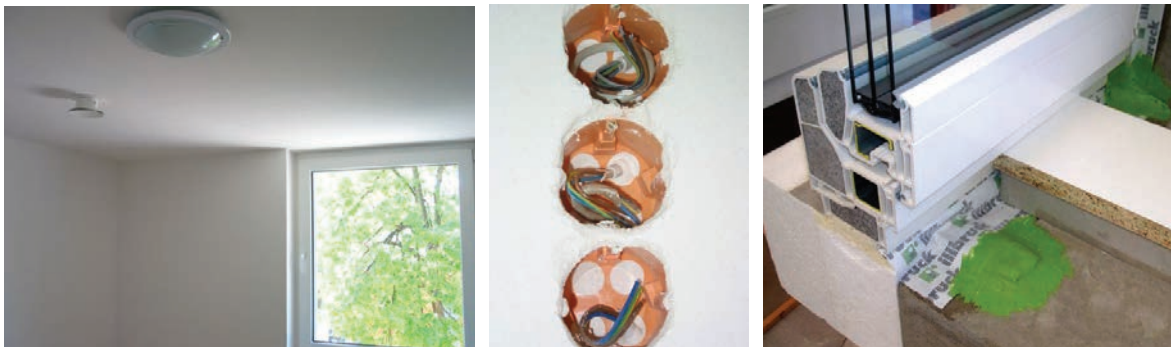
Proizvodi za ostvarivanje zrakonepropusnosti dijele se u pet glavnih skupina (Slika 5-15):

- folije (parne brane, pametne parne brane),
- brtvene mase,
- unutarnje žbuke, gips-ploče,
- beton, čelik,
- drvene ploče (npr. OSB ploče min 18 mm, šperploče,...).



**Slika 5-15** Proizvodi za postizanje zrakonepropusnosti vanjske ovojnice zgrade [164]

Kod masivnih konstrukcija, zrakonepropusnost je moguće postići žbukanjem građevnih dijelova zgrade i to isključivo ukoliko se pri tome ostvari neprekidan spoj bez pojave pukotina (*Slika 5-16a*). Neožbukano zid (zidani zidovi) od kamena i opeke općenito se ne smatra zrakonepropusnim građevnim dijelovima. U zidove je potrebno ugrađivati razvodne kutije za električne instalacije koje su zrakonepropusne, nakon što se kroz njih provuče kabel (zrakonepropusnost ostvaruju gumenim opnama) (*Slika 5-16b*). U slučaju brtvljenja prozora, potrebno je koristiti specijalne trake koje mogu ostvariti neprekidni spoj sa opekom i/ili betonom i spoj koji neće popustiti tijekom vremena. Kutnike, nosače i sidrene vijke je pri ugradnji prozora potrebno brtviti korištenjem posebnih brtvenih masa (*Slika 5-16c*).



**Slika 5-16** Zrakonepropusnost masivnih konstrukcija: **a)** žbukanje svih građevnih dijelova; **b)** ugradnja razvodnih kutija koje su zrakonepropusne; **c)** brtvljenje prozora [161]

### Zrakonepropusnost kod laganih konstrukcija

Kod laganih konstrukcija, drvenih zidova, zrakonepropusnost se postiže drvenim pločama (npr. OSB), te folijama (plastičnim ili aluminijskim) te ojačanim (armiranim) papirom pri čemu je potrebno sve spojeve brtviti odgovarajućim trakama te smanjiti rizik od probijanja na najmanju mjeru (*Slika 5-17*).



**Slika 5-17** Brtvljenje lagane drvene konstrukcije [165]

Ukoliko do probijanja dođe, takva mjesta na odgovarajući način zabrtviti. Brtvljenje spojeva montažnih elemenata se preporučuje i ono svakako pomaže smanjenju broja mjesta infiltracije (*Slika 5-19*).



**Slika 5-18** Brtvljenje nezgodom nastalih proboja [166]



**Slika 5-19** Brtljenje spojeva drvene konstrukcije [165], [167], [166], [168]

Slika 5-20 prikazuje ugradnju paronepropusne i zrakonepropusne barijere na konstrukciju laganog drvenog krova. Ovdje su prikazani svi koraci ugradnje pri čemu postoji više mogućih načina, a koji ovise o tome koji se proizvodi koriste. Zbog toga se za dodatne detalje ugradnje upućuje na potrebu ugradnje u skladu s uputama proizvođača.



Primjena obostrano ljepljive trake



Lijepljenje parne brane (paro i zrakonepropusne folije)



Lijepljenje međusobnih spojeva plati folije - preklapanje barem 10 cm



Izgled spoja nakon lijepljenja jednostrano ljepljivim trakama



Brtljenje proboja-pola trake na foliju, a pola na cijev

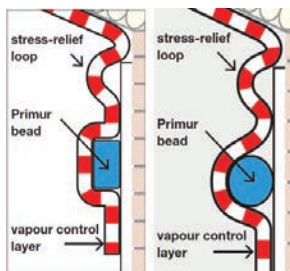


Malim komadima trake obujmiti cijelu cijev





Na čistu podlogu nanijeti obostrano ljepljivu traku ili specijalnu brtvenu masu i čvrsto pritisnuti po cijeloj dužini spoja



Folija ne smije biti nategnuta, već postavljena labavo, kako bi mogla raditi s konstrukcijom bez oštećenja



Brtvljenje oko drvenih nosača



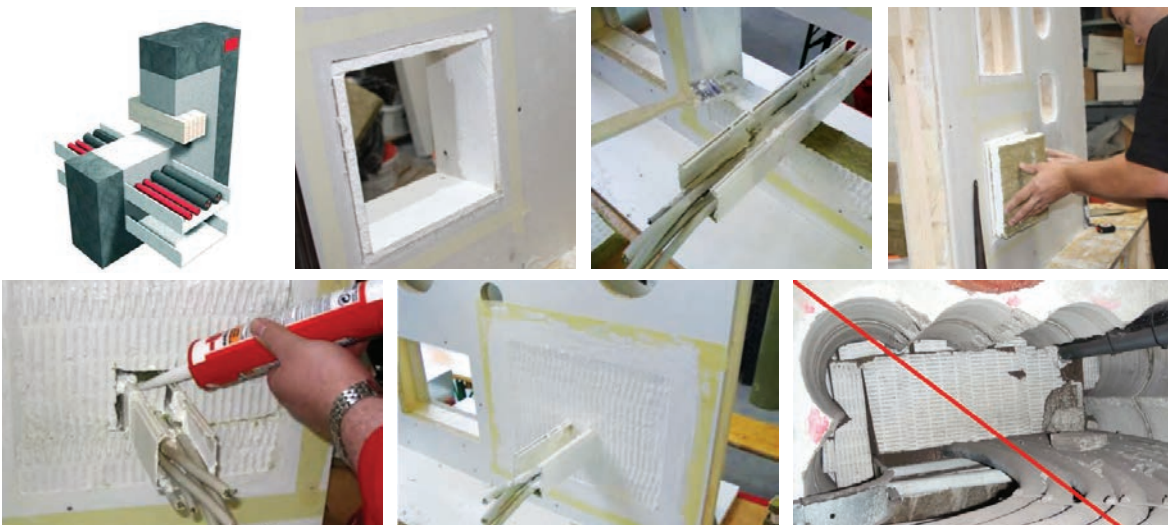
Pričvršćenje potkonstrukcije za oblogu gipskartonskim pločama

**Slika 5-20** Ugradnja zrakonepropusne barijere na primjeru laganog kosog krova [169]

## Brtvljenje proboja

U slučaju proboja kod konstrukcija, potrebno je provesti izvođenje prema detaljnom projektu instalacija, te predvidjeti mjesta ugradnje instalacija, proboja cijevi, kablova itd.

Brtvljenje se provodi na način da se u prethodno predviđena mjesta proboja ugradi mekana barijera, provedu kablovi i/ili cijevi kroz mekanu barijeru te se ona zapuni specijalnim brtvjenim masama; nije dopušteno izvođenje proboja na jednostavnim zapunjavanjem otvora različitim materijalima (Slika 5-21).



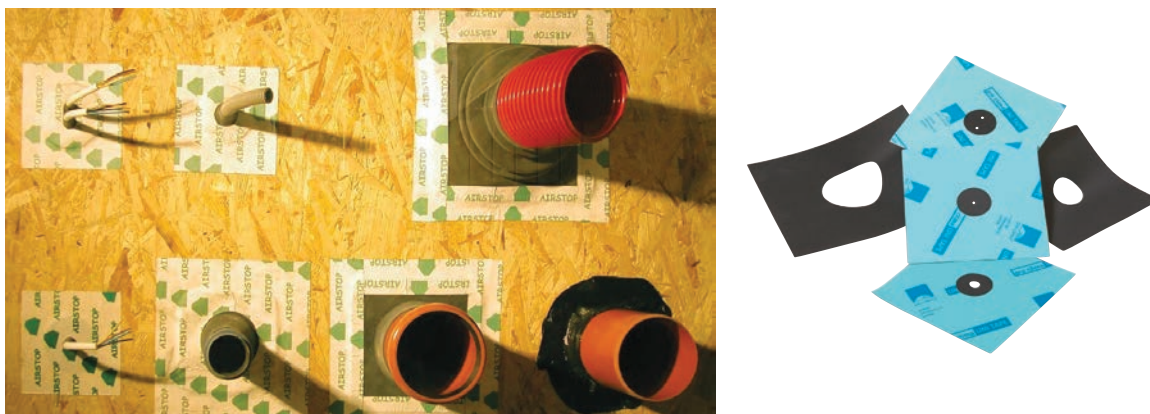
**Slika 5-21** Brtvljenje proboja kroz konstrukciju instalacijom mekane pregrade [170]

Drugi način brtvljenja proboja je ugradnjom specijaliziranih manšeta za brtvljenje. Slični se proizvodi koriste već dugi niz godina za zaštitu zgrada od požara i ugrađuju se u protupožarne zidove (Slika 5-22).



**Slika 5-22** Brtvljenje proboja kroz konstrukciju instalacijom manšete [170]

Treći je način korištenje specijalnih traka ili gumenih „rukava“ koji se navuku na cijevi te dodatno brtvi njihov spoj s građevnim dijelovima (Slika 5-23).



**Slika 5-23** Brtvljenje trakama ili gumenim „rukavima“ [158]

U slučaju gradnje laganim sendvič panelima, također je potrebno obratiti pažnju na međusobno spajanje panela, kako krovnih, tako i zidnih. Ukoliko se spojevi ne izvedu u skladu s preporukama proizvođača panela, to će uzrokovati osim problema navedenih ranije u tekstu i moguće probleme s kondenzacijom vodene pare u ljetnim mjesecima (obzirom na činjenicu da se ovakvi paneli vrlo često koriste u hlađenim prostorima, hladnjačama itd.) (Slika 5-24).



**Slika 5-24** Brtvljenje laganih sendvič panela; nezabrtvljeni spoj (lijevo), zabrtvljeni spoj (sredina), kondenzacija vode (desno) [11]

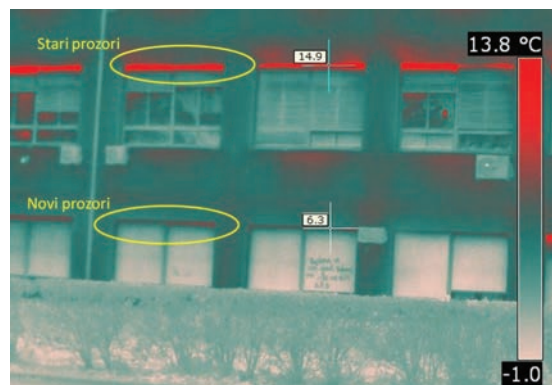


## Ugradnja prozora

I najbolji prozor na svijetu može se pokazati lošim u praksi ukoliko taj prozor nije ugrađen na pravilan način. Može se reći da je prozor dobar onoliko koliko je on dobro ugrađen, a sve zbog povećanih gubitaka topline u slučaju loše ugrađenog prozora (*Slika 5-25*, *Slika 5-26*).



*Slika 5-25* Problematika ugradnje prozora [169], [165]



*Slika 5-26* Usporedba gubitaka topline kod loše i dobro ugrađenih prozora [11]

Kod ugradnje prozora (*Slika 5-27*) treba se posvetiti sljedećim ključnim točkama:

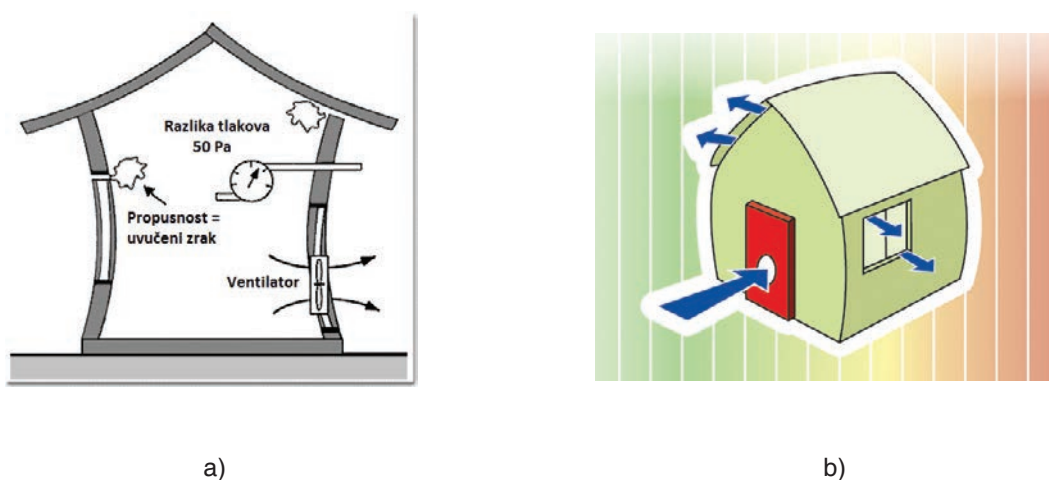
- čvrst oslonac,
- vodonepropusna ugradnja,
- zrakonepropusna ugradnja,
- najmanji mogući toplinski mostovi kod ugradnje.



**Slika 5-27** Postupak pravilne ugradnje prozora

### Provođenje mjerenja

Mjerenje se provodi prema normi HRN EN 13829 koja dopušta dvije metode provođenja mjerenja (Metoda A i B), pri čemu se zgrada može napuhavati (stvaranje nadtlaka) ili ispuhivati (stvaranje podtlaka), (*Slika 5-28*):



**Slika 5-28** Shematski prikaz postupka mjerenja zrakopropusnosti zgrade: **a)** ispuhivanje (podtlak); **b)** napuhavanje (nadtlak) [171], [172]

### Metoda A (ispitivanje zgrade koja se koristi – stanje korištenja)

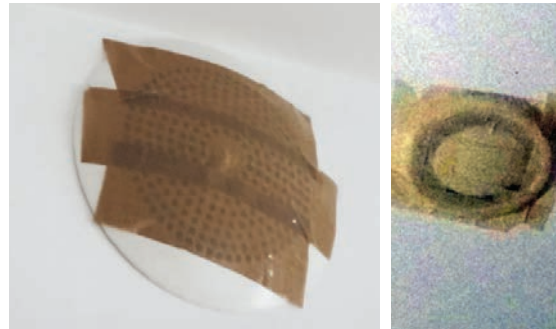
- Stanje vanjske ovojnice zgrade treba biti reprezentativno za vrijeme sezone u kojoj se koriste sustavi za grijanje ili hlađenje (ne zatvaraju se i ne brtve sustavi grijanja i hlađenja).
- Ispituje se cijela građevina sa sustavom grijanja i hlađenja pri čemu se dobiva informacija o stvarnim gubicima topline i preko sustava grijanja i hlađenja.

### Metoda B (ispitivanje omotača zgrade – novogradnja, rekonstrukcija)

- Svi predviđeni otvori u omotaču zgrade trebaju biti zatvoreni. Sustavi grijanja i hlađenja također moraju biti zatvoreni i zabrtvljeni. Ispituju se isključivo građevni dijelovi zgrade, tj. toplinski gubici preko građevnih dijelova zgrade.

#### PRIJE PROVEDBE ISPITIVANJA BLOWER DOOR (Metoda B):

- zatvoriti sve prozore i vrata (osim onih na koja je postavljen ventilator);
- otvoriti sva unutarnja vrata;
- isključiti sustav grijanja i neelektrične sustave za zagrijavanje vode;
- u slučaju grijanja na drva, provjeriti je li vatra u peći ili kaminu ugašena i pokriti pepeo;
- pustiti vodu u sifone;
- u slučaju postojanja mehaničke ventilacije, zabrtviti ventilacijske otvore (*Slika 5-29*).



*Slika 5-29* Prikaz brtvljenja ventilacijskih otvora [11]

Navedeni test koristi ventilator velike snage, a mjeri se volumen zraka koji je prošao kroz ventilator pri određenoj razlici tlaka unutarnjeg i vanjskog zraka, a sve kako bi se dobio uvid u zrakonepropusnost zgrade i locirala problematična mjesta koja se onda mogu popraviti s ciljem poboljšanja energetske učinkovitosti zgrade.

Ventilator se postavlja na vanjska vrata pomoću prilagodljivog i zrakonepropusnog okvira (*Slika 5-30*). Ventilator isisava ili upuhuje zrak iz zgrade, a senzor očitava tlak zraka unutar zgrade.



*Slika 5-30* Postavljanje uređaja prilikom mjerenja zrakonepropusnosti zgrade [11]

Nastala razlika tlakova uzrokuje strujanje zraka kroz sve rupe i prodore u ovojnici zgrade, pri čemu zrak teče:

- izvana prema unutra u slučaju ispuhivanja zgrade,
- iznutra prema van u slučaju napuhavanja zgrade.

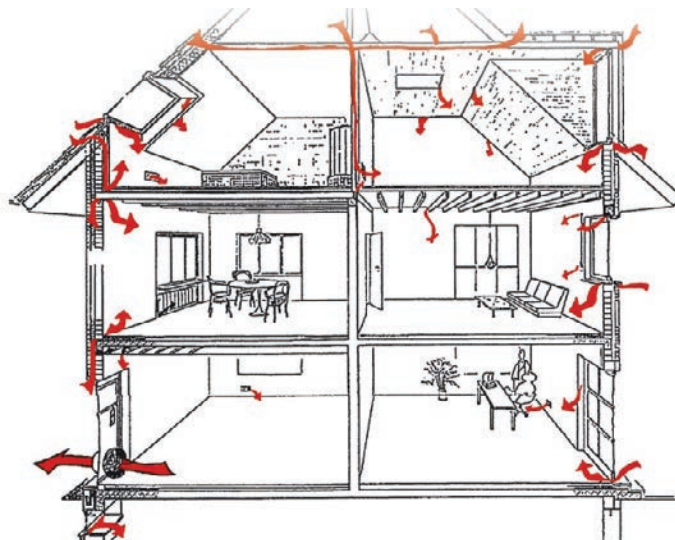
Ispitivanje je najbolje provesti prije izvođenja završnih radova (visoki "Rochbau"), nakon zatvaranja vanjske ovojnice zgrade, jer je u tom slučaju moguće vrlo jednostavno provesti popravne radnje na mjestima infiltracije (curenja) zraka.



**Slika 5-31** Mjerenje zrakopropusnosti u rochbau fazi [31]

Moguća mjesta infiltracije (Slika 5-32) koja se obično javljaju na zgradi moguće je otkriti korištenjem tri metode:

- hladnim dimom,
- termalnim anemometrom (mjerenje brzine strujanja zraka),
- infracrvenom termografijom.

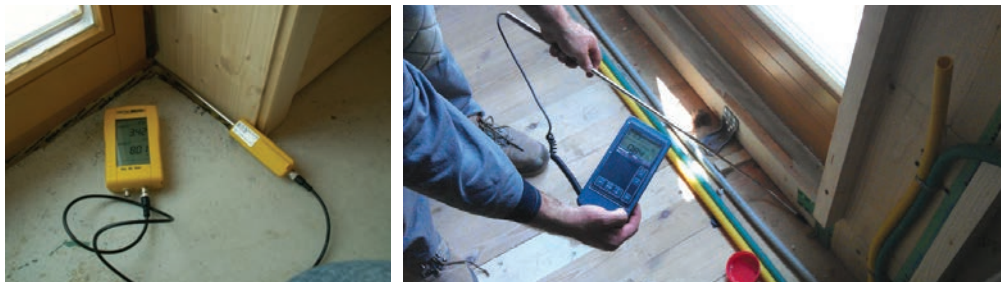


**Slika 5-32** Shematski prikaz mogućih mjesta infiltracije prilikom ispitivanja zrakopropusnosti zgrade [173]

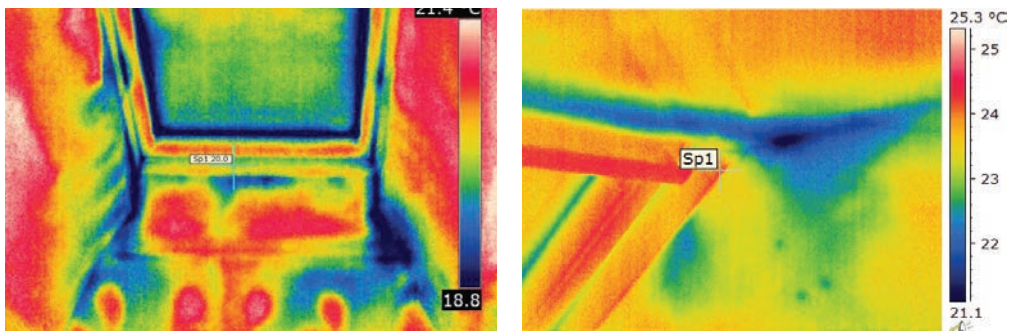




a) hladni dim



b) termalni anemometar



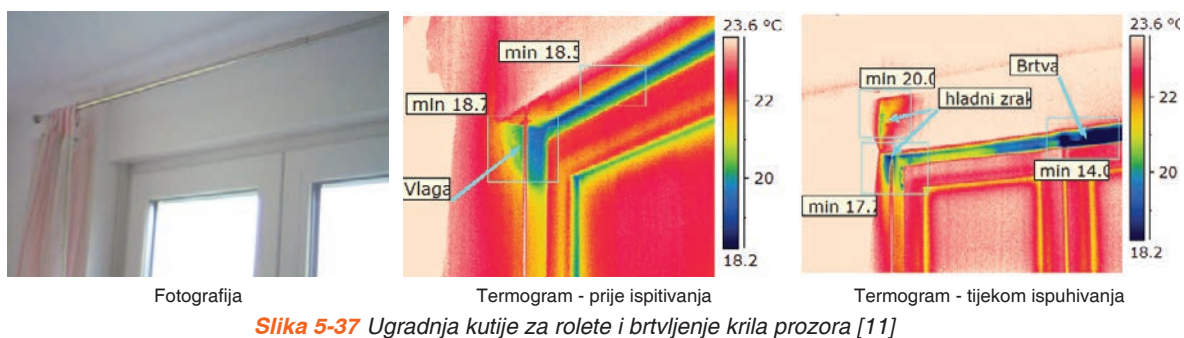
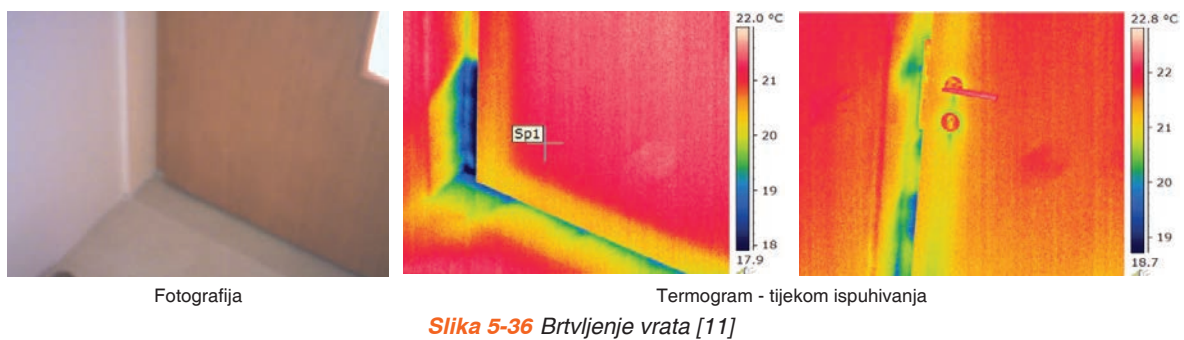
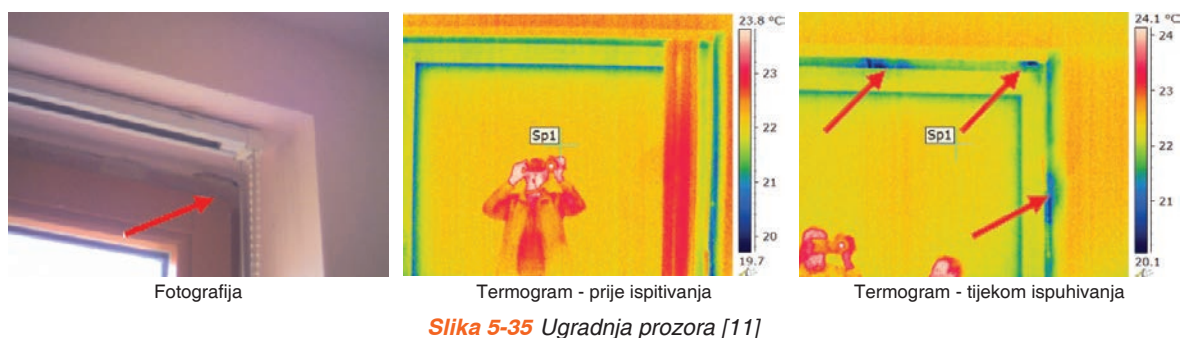
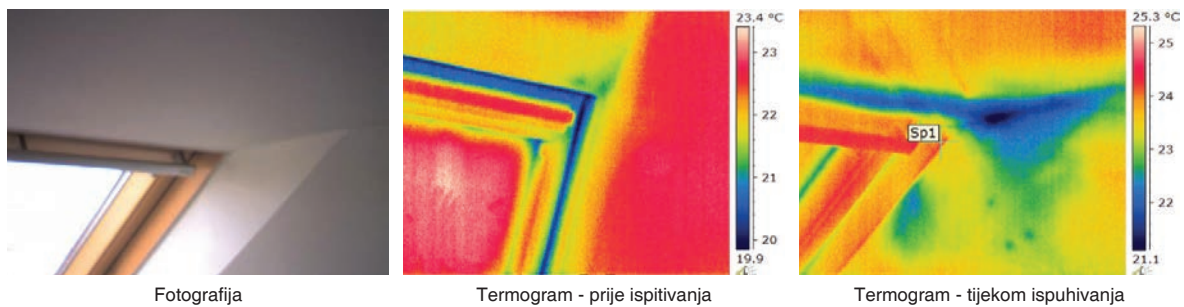
c) IC termografija

**Slika 5-33** Prikaz metoda za određivanje mjesta infiltracije kroz vanjsku ovojnicu zgrade: **a)** hladni dim [31], [174]; **b)** termalni anemometar [175], [176]; **c)** IC termografija [11]



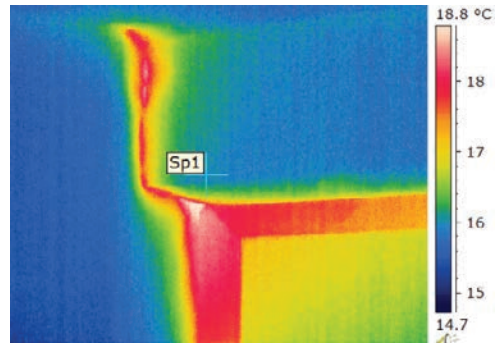
## Greške izvođenja

Nekoliko čestih grešaka koje su pronađene tijekom ispitivanja zrakopropusnosti zgrade metodom "blower door" prikazano je u nastavku (Slika 5-34 - Slika 5-44).





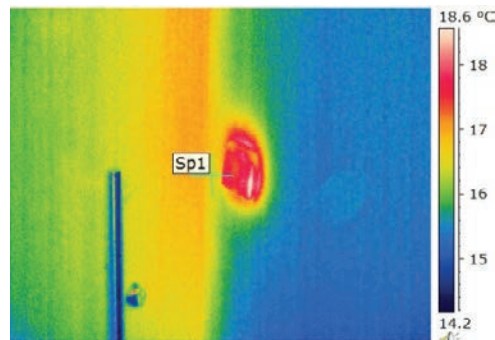
Fotografija



Termogram - tijekom napuhavanja

**Slika 5-38** Izvođenje fasade (pukotina – ETICS sustav) [11]

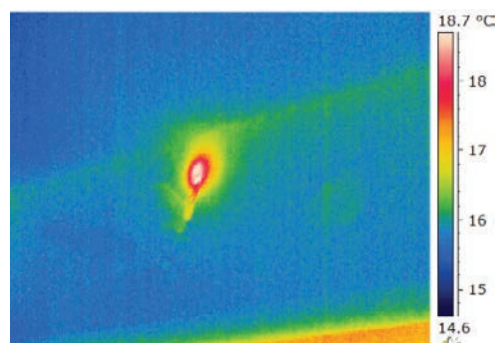
Fotografija



Termogram - tijekom napuhavanja

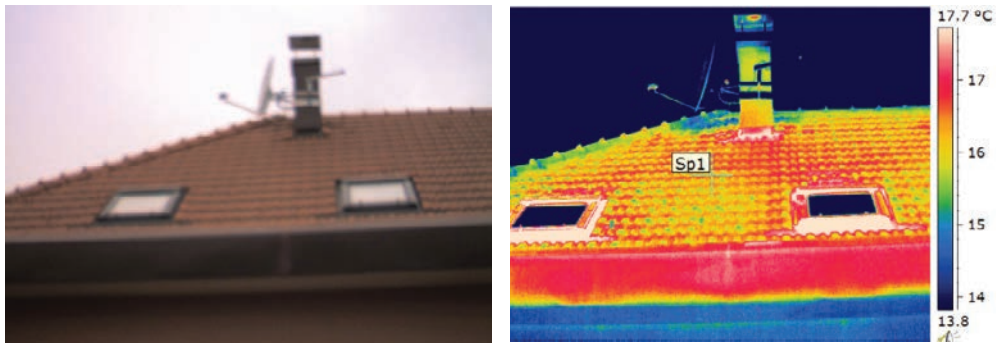
**Slika 5-39** Prekidači i utičnice [11]

Fotografija



Termogram - tijekom napuhavanja

**Slika 5-40** Instalacije vanjske rasvjete [11]



Fotografija

Termogram - tijekom napuhavanja

**Slika 5-41** Brtvljenje oko dimovodnih kanala [11]

Fotografija

Termogram - tijekom napuhavanja

**Slika 5-42** Brtvljenje priključaka na instalacijske okomice [11]

Fotografija

Termogram - prije ispitivanja

Termogram - tijekom ispuhivanja

**Slika 5-43** Brtvljenje priključaka na instalacijske okomice [11]

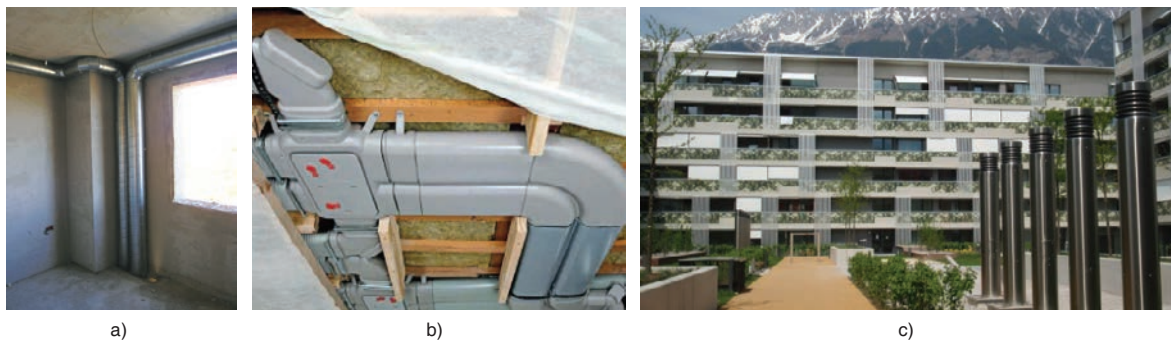




**Slika 5-44** a) Neodgovarajuća priprema podloge; b) korištenje neodgovarajućih traka; c) loše brtvljenje proboja [177], [31]

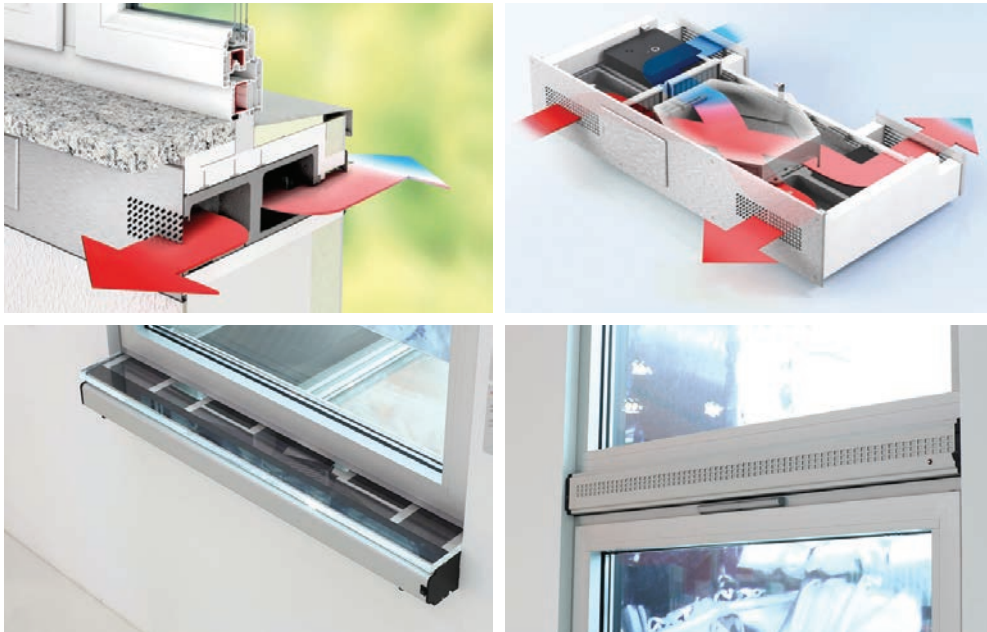
## Mehanička ventilacija

Kako ne bi došlo do narušavanja kakvoće zraka u zgradama koje imaju vrlo nisku zrakopropusnost vanjske ovojnice zgrade, potrebno je mehanički izvesti ventilaciju takvih zgrada (obične uz rekuperaciju otpadne topline) (Slika 5-45).



**Slika 5-45** Mehanička ventilacija u pasivnoj kući: a) razvod cijevi; b) stropni rekuperator topline; c) Ventilacijski otvori uz pasivnu kuću: Usisni dio cjevovoda za dovod svježeg zraka [31], [178], [179]

Određeni proizvođači prozora razvili su uređaje i sustave za decentraliziranu ventilaciju i toplinsku pripremu ulaznog zraka u prostoriju. Ovakvi uređaji se ugrađuju u prozore, kako bi se osigurao svjež zrak u prostoru bez potrebe za otvaranjem prozora, odnosno da se pri tome ostvaruju što manji gubici topline. Otvaranjem prozora i vrata, čak i na kip, značajno se doprinosi gubicima topline, odnosno povećanju troškova grijanja. Slika 5-46 prikazuje uređaje koji rade po načelu izmjene topline između ulaznog i izlaznog zraka bez međusobnog miješanja. Na taj način se smanjuju gubici topline provjetranjem za 30-35 %.



**Slika 5-46** Ventilacijski uređaji koji se ugrađuju u prozore [180], [181], [182]

## PITANJA :

1. Što je zrakonepropusnost?
2. Kako se ispituje zrakonepropusnost zgrade?
3. Kako se postiže zrakonepropusnost zgrade?
4. Koje su posljedice kod neodgovarajuće izvedene vanjske ovojnice zgrade?
5. Što je i gdje postaviti zrakonepropusni sloj?
6. Koje su najčešće greške izvedenih radova?
7. Što uzrokuje strujanje zraka kroz sve rupe i prodore u ovojnici zgrade?
8. U kojoj fazi gradnje je moguće vrlo jasno provesti popravne radnje na mjestima infiltracije (curenje) zraka?



KONTINUIRANA IZOBRAZBA GRAĐEVINSKIH RADNIKA  
U OKVIRU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO



REFERENCE

## 6. REFERENCE

[1]	<i>Commission Green Paper of 8 March 2006: "A European strategy for sustainable, competitive and secure energy", COM(2006) 105 final.</i>
[2]	<i>Communication from the Commission of 19 October 2006 entitled: Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, COM (2006) 545.</i>
[3]	<i>Communication from the Commission Europe 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth Brussels, 3.3.2010 COM (2010) 2020.</i>
[4]	<i>Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Energy efficiency plan 2011 (COM (2011) 109 final of 8.3.2011.</i>
[5]	<i>Tomšić, Željko: „Pravni okvir za gospodarenje energijom i energetska efikasnost u Europskoj uniji (EU); Ciljevi energetske politike EU i energetska efikasnost u Europskoj uniji“, 2014.</i>
[6]	<i>Communication from the Commission to the European parliament and the council: „The Road from Paris: assessing the implications of the Paris Agreement and accompanying the proposal for a Council decision on the signing, on behalf of the European Union, of the Paris Agreement adopted under the UN Framework Convention on Climate Change</i>
[7]	<i>Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions, Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, COM(2011) 112 final, Brussels, 8th March. 2011</i>
[8]	<i>2030 Climate and Energy Policy Framework, European Council, 23th-24th October 2014.</i>
[9]	<i>EUROSTAT, 2013 (online dana code: nrg_100a), Consumption of energy, Pristupljeno podacima :10.3.2016.</i>
[10]	<i>Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, www.mgipu.hr.</i>
[11]	<i>Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, www.grad.hr.</i>
[12]	<i>Hrvatska elektroprivreda: "Energetska učinkovitost u zgradarstvu: Vodič za sudionike u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada", Zagreb, svibanj 2007.</i>
[13]	<i>Europski fondovi, europski-fondovi.eu/vijesti/svjetski-dan-obnovljivih-izvora-energije-i-cip-inteligentna-energija-u-europi, Pristupljeno: 28.4.2016.</i>
[14]	<i>Niskoenergetska kuća - pravi izbor, https://nekretnineinfo.wordpress.com/page/19/, Pristupljeno: 28.4.2016.</i>
[15]	<i>Modes of Heat Transfer – Conduction, Convection &amp; Radiation, http://www.spectrose.com/modes-of-heat-transfer-conduction-convection-radiation.html, Pristupljeno:28.4.2016.</i>
[16]	<i>Dugoročna strategija za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske (NN 74/2014).</i>
[17]	<i>Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja: „Plan za povećanje broja zgrada gotovo nulte energije do 2020. godine“, prosinac 2014.</i>
[18]	<i>Ministarstvo gospodarstva: „Treći Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2016.“, srpanj 2014.</i>
[19]	<i>Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine (NN 43/14, 36/15).</i>
[20]	<i>Program energetske obnove višestambenih zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine (NN 78/14).</i>
[21]	<i>Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja: „Program energetske obnove zgrada javnog sektora za razdoblje 2014. – 2015.“, listopad 2013.</i>
[22]	<i>Program energetske obnove zgrada komercijalnih nestambenih zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. godine sa detaljnim planom energetske obnove komercijalnih nestambenih zgrada za razdoblje 2014. do 2016. godine (NN 98/14).</i>

[23]	Banjad Pečur, Ivana; Štirmer, Nina.; Milovanović, Bojana: „CROSKILLS – razvoj nacionalne strategije za obrazovanje građevinskih radnika u području energetske učinkovitosti“, Hrvatski savez građevinskih inženjera Cavtat, 15. – 17. studenoga 2012.
[24]	BREZAART. Zelena arhitektura, <a href="http://www.brezaart-za.hr/kako-do-zelene-ili-energetski-ucinkovite-kuce/">www.brezaart-za.hr/kako-do-zelene-ili-energetski-ucinkovite-kuce/</a> , Pristupljeno: 28.4.2016.
[25]	Kolić D., Šimunović T.: "Ekonomске i ekološke značajke energetske učinkovite gradnje", Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, 2009.
[26]	Bruntland G.: "Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development", Oxford University Press, Oxford, 1987.
[27]	Sáez P.V., del Río Merino M., Amores C. P. and de San Antonio G.A.: "European Legislation and Implementation Measures in the Management of Construction and Demolition Waste", The Open Construction and Building Technology Journal, 2011, Vol. 5.
[28]	European Parliament and the Council of the European Union: Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, Official Journal of the European Union, L312/3, 2008.
[29]	Bjegović D., Štirmer N.: "Gospodarenje građevinskim otpadom", 8. dani ovlaštenih inženjera građevinarstva, Opatija, Hrvatska komora inženjera građevinarstva, 2013., str. 35-35.
[30]	Ministarstvo zaštite okoliša, prostornoga uređenja i graditeljstva, Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN69/6).
[31]	Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava, <a href="http://www.hupfas.hr">www.hupfas.hr</a> .
[32]	Sondermüll an der Fassade, <a href="http://purtul.de/?p=487">http://purtul.de/?p=487</a> ; Pristupljeno: 14.7.2016.
[33]	Boehme L.: "RecyMblock-application of recycled mixed aggregates in the manufacture of concrete construction blocks", <a href="https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/320480/1/SB11_recyMblok_Luc_Boehme.pdf">https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/320480/1/SB11_recyMblok_Luc_Boehme.pdf</a> ; Pristupljeno: 27.6.2016.
[34]	Antić M.: „Sociologija rada i profesionalna etika“, priručnik za studente (zbirka predavanja, Zagreb, 2009.
[35]	Bratko D.: „Psihologija – udžbenik psihologije za gimnazije“, Zagreb: Profil International, 2011.
[36]	Koje su vještine potrebne za uspjeh u poslu, <a href="http://www.moj-posao.net">www.moj-posao.net</a> , Pristupljeno: 6.5.2016.
[37]	Why Soft Skills Are Key To EVERYONE's Employability And Career Progression, <a href="http://elearningindustry.com">elearningindustry.com</a> , Pristupljeno: 4.5.2016.
[38]	<a href="http://www.teklic.hr/biz/soft-skills-iznimno-vazne-vjestine-u-poslu">http://www.teklic.hr/biz/soft-skills-iznimno-vazne-vjestine-u-poslu</a> , Pristupljeno: 5.5.2016.
[39]	Štimac V.: Kompetencije i njihova primjena u šest većih organizacija, diplomski rad, Odsjek za psihologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2006.
[40]	Dragojević Z., Marković R.: Materijal s edukacije „Job coach“ tvrtke Prava formula, 2011.
[41]	Načela uspješne komunikacije i komunikacijske vještine, <a href="http://www.fer.unizg.hr">www.fer.unizg.hr</a> , Pristupljeno: 6.5.2016.
[42]	Miljković D., Rijavec M.: Organizacijska psihologija, IEP, Zagreb 2008.
[43]	Motivacija i nagrađivanje zaposlenika, <a href="http://www.moj-posao.net">www.moj-posao.net</a> , Pristupljeno: 11.5.2016.
[44]	Zakon o zaštiti na radu NN 71/14, 118/14, 154/14.
[45]	Pravilnik o izradi procjene opasnosti NN (48/97, 114/112, 126/03, 144/09).
[46]	Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 05/84).
[47]	Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, <a href="http://www.zirs.hr">www.zirs.hr</a> .
[48]	Le dangers de combustion., <a href="http://www.ilephysique.net/sujet-le-dangers-de-combustion-269949.html">www.ilephysique.net/sujet-le-dangers-de-combustion-269949.html</a> , Pristupljeno: 27.6.2016.

[49]	Milovanović, B., Jelčić Rukavina, M., Drakulić, M.: "Problematika požara u vanjskoj ovojnici zgrade", 9. Dani ovlaštenih inženjera građevinarstva, Hrvatska komora inženjera građevinarstva, Zagreb, 2014., str. 11-12.
[50]	Centre of Fire Statistics CTIF.
[51]	Bjegović D., Banjad Pečur I., Milovanović B., Jelčić Rukavina M., Alagušić M.: „Ponašanje fasadnih sustava s različitim toplinsko izolacijskim materijalima u požaru“, <i>Infograd - časopis studenata Građevinskog fakulteta</i> , 2015., str. 40-47.
[52]	Fire performance of external thermal insulation composite systems (ETICS) in buildings, Kottoff.
[53]	Image courtesy of GDB Architects, <a href="http://www.neighborhoodnotes.com/">http://www.neighborhoodnotes.com/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[54]	Projeto Bairro Solar Schlierberg – Friburgo, Alemanha, <a href="http://vidrocerto.org.br/3213-2/">http://vidrocerto.org.br/3213-2/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[55]	European Parliament, Council of the EU: Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), <i>Official Journal of the European Union</i> , L 153/13, 2010.
[56]	Directive 2012/27/EU of the European parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, <i>Official Journal of the European Union</i> , L 315/1.
[57]	Jure Šumi, Fire Safe Europe.
[58]	Swedish fire and rescue service.
[59]	White N., Delichatsios M., Ahrens M., Kimball A.: Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components.
[60]	Messerschmidt B. (2012) RE: Another Exterior Wall Fire . Received by: White N. Email containing power point slides of Rockwool investigation of facade fire in Roubaix, France 14th May 2012. Received: Thu 11/07/2013 11:27.
[61]	l'incendie tour mermoz pompiers de Roubaix [Movie]. YouTube; 2013 [cited 2013 19 July 2013]. Footage of Mermoz Tower Fire, Roubaix, France]. Available from: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=j4mlBQnUAFQ">http://www.youtube.com/watch?v=j4mlBQnUAFQ</a> .
[62]	Spectacular High-Rise Fire in France 2012 [cited 2013 19 July 2013]. Blog report on Mermoz Tower fire, Roubaix, France]. Available from: <a href="http://firegeezzer.com/2012/05/15/spectacular-high-rise-fire-in-france/">http://firegeezzer.com/2012/05/15/spectacular-high-rise-fire-in-france/</a> .
[63]	High-rise blaze in 18-storey block in Roubaix, France 2012 [cited 2013 19 July 2013]. Blog report on Mermoz Tower fire, Roubaix]. Available from: <a href="http://www.blog.plumis.co.uk/2012/05/high-rise-blaze-in-18-storey-block-in.html">http://www.blog.plumis.co.uk/2012/05/high-rise-blaze-in-18-storey-block-in.html</a> .
[64]	Fire breaks out at Tamweel Tower in Jumeirah Lake Towers, <a href="http://gulfnnews.com/news/uae/emergencies/fire-breaks-out-at-tamweel-tower-in-jumeirah-lake-towers-1.1106387">http://gulfnnews.com/news/uae/emergencies/fire-breaks-out-at-tamweel-tower-in-jumeirah-lake-towers-1.1106387</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[65]	Cigarette butt caused 'Tamweel Tower fire', <a href="https://toolwielder.wordpress.com/2013/05/02/cigarette-butt-caused-tamweel-tower-fire/">https://toolwielder.wordpress.com/2013/05/02/cigarette-butt-caused-tamweel-tower-fire/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[66]	Hajpál M.: "Analysis of a tragic fire case in panel building", 10-11. 04. 2012., Malta, sastanak COST TU0904
[67]	Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara, NN 29/13 i 87/15.
[68]	Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 029/2013).
[69]	Što su ventilirane fasade?, <a href="http://www.siteproject.hr/ventilirane-fasade/">http://www.siteproject.hr/ventilirane-fasade/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[70]	Izbio požar na sveučilišnom kampusu u Rijeci, <a href="http://arhiva.dalje.com/foto.php?id=13&amp;rbr=13467&amp;idrf=570816">http://arhiva.dalje.com/foto.php?id=13&amp;rbr=13467&amp;idrf=570816</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[71]	Gori zgrada u Sveučilišnom kampusu, <a href="http://blog.dnevnik.hr/vatrene vijesti49/2009/04/index">http://blog.dnevnik.hr/vatrene vijesti49/2009/04/index</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[72]	Birgitte Messerschmidt: Fire in apartment building in Bahrain, <a href="http://safeandsustainablebuildings.com/fire-in-apartment-building-in-bahrain/">http://safeandsustainablebuildings.com/fire-in-apartment-building-in-bahrain/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[73]	Birgitte Messerschmidt: Construction site fire in China, <a href="http://safeandsustainablebuildings.com/construction-site-fire-in-china/">http://safeandsustainablebuildings.com/construction-site-fire-in-china/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[74]	Dalifi E.: Zaštita od požara: „Iskustva u primeni materijala po evropskim i domaćim standardima“, Fire Safe Europe.

[75]	Douglas Fishburn: Solar Panels Could Ruin Your Roof, <a href="http://www.buildings.com/article-details/articleid/19851/title/solar-panels-could-ruin-your-roof.aspx">http://www.buildings.com/article-details/articleid/19851/title/solar-panels-could-ruin-your-roof.aspx</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[76]	Astounding Home Exterior Design Ideas With Lush Greenery Vegetation On Concrete Deck, <a href="http://www.zielmedia.com/inspirational-living-wall-interior-design-feats-unique-wall-art-accent/astounding-home-exterior-design-ideas-with-lush-greenery-vegetation-on-co">http://www.zielmedia.com/inspirational-living-wall-interior-design-feats-unique-wall-art-accent/astounding-home-exterior-design-ideas-with-lush-greenery-vegetation-on-co</a> .
[77]	Lehrziele contra Lernziele, Rainer Gerke, <a href="http://de.slideshare.net/RainerGerke/lehrziele-contra-lernziele">de.slideshare.net/RainerGerke/lehrziele-contra-lernziele</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[78]	<a href="http://www.winerberger.hr">www.winerberger.hr</a> ; Pristupljeno: 27.6.2016.
[79]	Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 97/14., 130/14.).
[80]	PorothermDom - obiteljske kuće, <a href="http://www.wienerberger.hr/cs/Satellite?c=WBArticle&amp;cid=1366066321994&amp;pagename=Wienberger-hr/WBArticle/ArticleStandard13">http://www.wienerberger.hr/cs/Satellite?c=WBArticle&amp;cid=1366066321994&amp;pagename=Wienberger-hr/WBArticle/ArticleStandard13</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[81]	Obiteljski raj u Johannesburgu, Projekt arhitekata iz studija SAOTA, <a href="http://www.buro247.hr/lifestyle/dizajn-i-arhitektura/10478.html">http://www.buro247.hr/lifestyle/dizajn-i-arhitektura/10478.html</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[82]	Planinska kuća u kontrastu s prirodom, <a href="http://static.oglasnik.hr/nekretnine/clanak/planinska-kuca-u-kontrastu-s-prirodom,999">http://static.oglasnik.hr/nekretnine/clanak/planinska-kuca-u-kontrastu-s-prirodom,999</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[83]	Sidnej: Opera ponovo otvorena nakon dojave o mogućem bombaškom napadu, <a href="http://www.bhrt.ba/vijesti/svijet/sidnej-opera-ponovo-otvorena-nakon-dojave-o-mogucem-bombaskom-napadu/">http://www.bhrt.ba/vijesti/svijet/sidnej-opera-ponovo-otvorena-nakon-dojave-o-mogucem-bombaskom-napadu/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[84]	Muzej suvremene umjetnosti, <a href="http://www.interkonzalting.hr">www.interkonzalting.hr</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[85]	Skeletne hiže, <a href="http://www.dama-haus.si/">http://www.dama-haus.si/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[86]	Prednosti LGS sistema gradnje, <a href="http://lgs-montazne-kuce.com/">http://lgs-montazne-kuce.com/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[87]	Zidane konstrukcije, <a href="http://www.stil-gradnja.com/zidane-kuce/">http://www.stil-gradnja.com/zidane-kuce/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[88]	Montiranje velikostjenog zidnog elementa, Domprojekt d.o.o., <a href="http://www.webgradnja.hr">www.webgradnja.hr</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[89]	Gradnja temelja, <a href="http://www.sveogradnjikuće.info/opcenito-o-temeljima/">http://www.sveogradnjikuće.info/opcenito-o-temeljima/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[90]	Širbegović inženjering, <a href="http://www.sirbegovic.com/fertigungsprogramm/">http://www.sirbegovic.com/fertigungsprogramm/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[91]	Zidarski radovi, <a href="http://adamas.hr/graditeljstvo/graditeljstvo-2.html">http://adamas.hr/graditeljstvo/graditeljstvo-2.html</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[92]	Örnek Uygulama, <a href="http://www.unar.com/?islem=34">http://www.unar.com/?islem=34</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[93]	<a href="http://alfaimport.com.mk/referentni-objekti/stanbeni-objekti/">http://alfaimport.com.mk/referentni-objekti/stanbeni-objekti/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[94]	Krivajahomes kuće, <a href="http://www.krivajahomes.com/media/50062/krivaja_homes_2008.pdf">www.krivajahomes.com/media/50062/krivaja_homes_2008.pdf</a> ; Pristupljeno: 13.7.2016.
[95]	Sandwich paneli LINDAB COVERLINE - zidni (Lindabwall), <a href="http://www.webgradnja.hr/katalog/7718/sandwich-paneli-lindab-coverline-zidni-lindabwall/">http://www.webgradnja.hr/katalog/7718/sandwich-paneli-lindab-coverline-zidni-lindabwall/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[96]	<a href="http://decoarq.com/impresionante-casa-de-estilo-industrial/">http://decoarq.com/impresionante-casa-de-estilo-industrial/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[97]	Passive House Training with Passive House Academy, <a href="http://swinburnearchitect.com/wordpress/?p=1099">http://swinburnearchitect.com/wordpress/?p=1099</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[98]	Industrial Living Room Design Photos with a Wall-Mounted TV, <a href="http://www.houzz.com/photos/industrial/living-room/tv--wall-mounted">http://www.houzz.com/photos/industrial/living-room/tv--wall-mounted</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[99]	<a href="http://muratordom.pl/tagi/z-czego-budowac-dom,17110/">http://muratordom.pl/tagi/z-czego-budowac-dom,17110/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[100]	Postavljanje Ytong stropa, <a href="http://www.ytong.hr">www.ytong.hr</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[101]	Sanacije drvenog grednika, <a href="http://www.ytong.hr">www.ytong.hr</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.



[102]	Zidanje prve etaže, <a href="http://www.pravimajstor.com/stranice/gradnja/vila-gordana/Zidanje-prve-etaze">http://www.pravimajstor.com/stranice/gradnja/vila-gordana/Zidanje-prve-etaze</a> , Pristupljeno:2.5.2016.
[103]	Ugradnja POROTHERM opečenih nadvoja, <a href="http://www.wienerberger.hr/ugradnja-porotherm-ope%C4%8Dnih-nadvoja.html">http://www.wienerberger.hr/ugradnja-porotherm-ope%C4%8Dnih-nadvoja.html</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[104]	Oplata za grede MBA THERMO, <a href="http://www.lorencicsarajevo.ba/ringbalken-und-sturzschalung-mba-thermo_10-4-3_3.htm">http://www.lorencicsarajevo.ba/ringbalken-und-sturzschalung-mba-thermo_10-4-3_3.htm</a> , Pristupljeno:2.5.2016.
[105]	PKC Element nadvoja (ProKonceptov energetski štedljiv sustav građenja), <a href="http://www.webgradnja.hr/katalog/12237/pkc-element-nadvoja-prokonceptov-energetski-stedljiv-sustav-gradenja/">http://www.webgradnja.hr/katalog/12237/pkc-element-nadvoja-prokonceptov-energetski-stedljiv-sustav-gradenja/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[106]	Zidanje kamenom, <a href="http://www.vizijadanas.com/zidanje_kamenom.html">http://www.vizijadanas.com/zidanje_kamenom.html</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[107]	Graditeljska škola Čakovec, <a href="http://www.ss-graditeljska-ck.skole.hr/">www.ss-graditeljska-ck.skole.hr/</a> .
[108]	Upute za gradnju, <a href="http://www.wienerberger.hr/">www.wienerberger.hr/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[109]	Zidanje, <a href="http://www.gradimo.hr/clanak/zidanje/22372">http://www.gradimo.hr/clanak/zidanje/22372</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[110]	Uređenje potkrovlja, kao stambenog prostora, <a href="http://www.napravi-sam.com/clanci/">http://www.napravi-sam.com/clanci/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[111]	Krovna konstrukcija, <a href="http://www.ytong.hr.">www.ytong.hr.</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[112]	Upravna stavba Primorja, <a href="http://www.schoeck.si/sl/referen-ni-objekti/upravna-stavba-primorja-260">www.schoeck.si/sl/referen-ni-objekti/upravna-stavba-primorja-260</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[113]	<a href="http://www.turbo.fr/diaporama/photo-visite-guidee-du-bmw-welt-a-munich-37388/">http://www.turbo.fr/diaporama/photo-visite-guidee-du-bmw-welt-a-munich-37388/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[114]	<a href="http://semvn.com/">http://semvn.com/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[115]	Installing Schiedel ventilation and chimney elements in Amadeo II, <a href="http://beodom.com/en/news/entries/installing-schiedel-ventilation-and-chimney-elements-in-amadeo-ii">http://beodom.com/en/news/entries/installing-schiedel-ventilation-and-chimney-elements-in-amadeo-ii</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[116]	Schiedel, <a href="http://www.jela-trgovina.hr/dimnjaci/">http://www.jela-trgovina.hr/dimnjaci/</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[117]	<a href="http://www.estav.cz/cz/1772.komin-rozumite-jeho-nazvoslovi">http://www.estav.cz/cz/1772.komin-rozumite-jeho-nazvoslovi</a> , Pristupljeno: 2.5.2016.
[118]	Sistem dimnjaka SCHIEDEL UNI***plus – za kruta, tekuća i plinska goriva, Sistem dimnjaka SCHIEDEL UNI***plus – za kruta, tekuća i plinska goriva, Pristupljeno: 3.5.2016.
[119]	Sistem dimnjaka SCHIEDEL PRIMA PLUS/PRIMA 1 - za odvod dimnih plinova ložišta na plin, ulje, drvo i ugljen – sistem sanacije dimnjaka, cijevi iz nehrđajućeg čelika, <a href="http://www.webgradnja.hr/specifikacije/1245/">www.webgradnja.hr/specifikacije/1245/</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[120]	Double Glazing, Argon gas, Low E3, <a href="http://www.velux.com.au/products/glazing">www.velux.com.au/products/glazing</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[121]	Eurotech WinDoors®, <a href="http://windoors.co.nz/">http://windoors.co.nz/</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[122]	Fenster Akzente der Architektur 2015/2016, <a href="http://www.internorm.com/fileadmin/internorm/Konzern-de/Download/Produkte/Internorm_FENSTERBUCH_2015-16_AT.pdf">http://www.internorm.com/fileadmin/internorm/Konzern-de/Download/Produkte/Internorm_FENSTERBUCH_2015-16_AT.pdf</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[123]	Premium 10, <a href="http://www.troha-dil.hr/bluegreen-pasivni-prozori/novi-prozori-bg-premium-110">www.troha-dil.hr/bluegreen-pasivni-prozori/novi-prozori-bg-premium-110</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[124]	Sky Office Zagreb, Kroatia, <a href="http://www.grohe.com/fi/26971/referenssit/toimistot/sky-office/">www.grohe.com/fi/26971/referenssit/toimistot/sky-office/</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[125]	Trgovački centar Dalmare, <a href="http://www.zagreb-montaza.hr/elemes.asp">www.zagreb-montaza.hr/elemes.asp</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[126]	Raico, <a href="http://www.raico.de/en/Products/THERM.php">www.raico.de/en/Products/THERM.php</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[127]	Hardwig M. Kunzel and et., Passive House and Building Physics Conference, Seoul 2012, <a href="http://topaa.com/data/phiko_2nd_seminar_all_session.pdf">topaa.com/data/phiko_2nd_seminar_all_session.pdf</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[128]	Cascadia Clip, <a href="http://www.greenbuildingadvisor.com/product-guide/prod/cascadia-clip">www.greenbuildingadvisor.com/product-guide/prod/cascadia-clip</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.

[129]	<i>budzirka.com.ua/tehnik-info/sistemy-kreplenij/sistema-kreplenij-hilti, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[130]	<i>www.schoeck.hr, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[131]	<i>Instalacija Schoeck elemenata, beodom.com/sr/construction/amadeo/gallery, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[132]	<i>Schöck Isokorb Tip K 12/10 postavljen u aramaturi balkona, beodom.com/sr/partners/schoeck, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[133]	<i>Standard Balconies, www.endurable.com/pages/CommBalconies/, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[134]	<i>Neue Balkone für Rheuma-Patienten, https://www.schoeck.de/de/presse-meldungen/neue-balkone-fuer-rheuma-patienten-87, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[135]	<i>Werzalit, www.werzalit.com/modula_400_.html, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[136]	<i>Zasady balkonu idealnego, obcasy.pl/zasady-balkonu-idealnego/, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[137]	<i>Pokretni brisoleji FEAL SUN 55, www.webgradnja.hr, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[138]	<i>Zidna okvirna oplata NOEtop, www.webgradnja.hr, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[139]	<i>NOEdeck, www.noe.ch/noe-deck.html, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[140]	<i>Kartonska oplata, www.ria.hr/de/sortiment/katronschalung, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[141]	<i>Podupirači, maticplus.hr/proizvod/podupiraci/, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[142]	<i>Nogar građevinski ojačani, damon.hr/oprema-za-gradilista.html, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[143]	<i>www.aparthoteljusic.hr/kvarner-color/view.asp?idp=4&amp;c=29, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[144]	<i>MIDI ALU pokretna skela, www.ljestve.com/index14.htm, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[145]	<i>scaffmag.com/scaffolders-resource/media/scaffolding-accidents/, Pristupljeno 3.5.2016.</i>
[146]	<i>Skela, www.tvrtke.com/solin/skele-metalne-konstrukcije-oplate-ljestve-iznajmljivanje-skela/skela, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[147]	<i>Skele, podupirači, oplata, kranovi, www.halooglas.com, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[148]	<i>Lahki pomočni oder, www.renting.si., Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[149]	<i>Verstellspindel, www.vitzthum.com/verstellspindel.html, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[150]	<i>Ramovske skele, http://podupiraci-skele.com/skele/ramovske-skele.php, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[151]	<i>Ramovska skela, www.metal-gradiska.com/proizvodi_skele.html, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[152]	<i>Fasadne lešenie, www.pozicovinars.sk/works/fasadne-lesenie/, Pristupljeno:3.5.2016.</i>
[153]	<i>Hliníková podlážka s dverami a rebríkom 2,5m, www.lesenia.sk, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[154]	<i>Pokretna skela, interskele-lesko.hr/?page_id=539, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>
[155]	<i>SIA 180 (1999): Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments, www.vario-system.ch/topic8215.html, Pristupljeno: 3.5.2016.</i>

[156]	<i>Benefits of airtightness</i> , <a href="http://www.isover-airtightness.com/Benefits">www.isover-airtightness.com/Benefits</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[157]	<i>Energy savers – Tips on saving energy and money at home</i> ; <a href="http://www.schultze-naumburg.de">www.schultze-naumburg.de</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[158]	<i>Centrum pasivniho domu</i> , <a href="http://www.pasivnidomy.cz.">www.pasivnidomy.cz.</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[159]	<a href="http://casamechanical.com">casamechanical.com</a> .
[160]	<a href="http://comfortnehvac.com">comfortnehvac.com</a> .
[161]	<i>“Passive house seminar for professionals from the building sector”</i> , Intelligent Energy Europe Project Passnet.
[162]	<a href="http://www.tpc-kastner.at">www.tpc-kastner.at</a> .
[163]	<i>F.R. Carrié, R. Jobert, V. Leprince: Methods and techniques for airtight buildings</i> .
[164]	<i>Siga</i> ; <a href="http://www.passivhaustrust.org.uk">www.passivhaustrust.org.uk</a> .
[165]	<i>Dubravko Martinić, 2015</i> .
[166]	<i>PROCLIMA UNITAPE PATCH 18 x 18 cm</i> , <a href="http://bourguignonbois.be/fr/rubans-adhesifs/84-proclima-unitape-patch-18-x-18-cm-1.html">bourguignonbois.be/fr/rubans-adhesifs/84-proclima-unitape-patch-18-x-18-cm-1.html</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[167]	<a href="http://www.naturalloghomes.co.nz">www.naturalloghomes.co.nz</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[168]	<a href="http://binderholtz.com">binderholtz.com</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[169]	<a href="http://www.siga-international.hr/">www.siga-international.hr/</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[170]	<i>Bauen mit Brettspertholz im Geschossbau focus Bauphysik, bio-brandschutz.de</i> .
[171]	<i>Blower-Door Messungen - Fehler der Bauausführung einfach finden</i> , <a href="http://www.auc-web.de/dienstleistungen/blower-door/">www.auc-web.de/dienstleistungen/blower-door/</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[172]	<i>Blowerdoor / Termografi</i> , <a href="http://be-p.dk/blowerdoor-termografi">be-p.dk/blowerdoor-termografi</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[173]	<i>Air Tightness Test</i> , <a href="http://www.sustainablehomesscotland.com/pressuretesting.htm">www.sustainablehomesscotland.com/pressuretesting.htm</a> , Pristupljeno: 3.5.2106.
[174]	<i>Air Leakage in Australia</i> , <a href="http://airleak.com.au">airleak.com.au</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[175]	<i>BlowerDoor bzw. Luftdichtheitstest</i> , <a href="http://www.schultze-naumburg.de">www.schultze-naumburg.de</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[176]	<i>RAL montaža</i> , <a href="http://www.betum.si.">www.betum.si.</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[177]	<i>Niedrig Energie Institut, Detmold</i> .
[178]	<a href="http://www.ekowat.org">www.ekowat.org</a> .
[179]	<i>Passivhaustagung in Innsbruck</i> , <a href="http://www.passiv.de">www.passiv.de</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[180]	<i>Fensterintegrierte Lüftung wird zur Alternative</i> , <a href="http://www.enbausa.de">www.enbausa.de</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[181]	<i>KÖMMERLING PremiVent-Fensterlüftungssystem</i> , <a href="http://www.baudokumentation.ch">www.baudokumentation.ch</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.
[182]	<i>Wicona</i> , <a href="http://www.wicona.com">www.wicona.com</a> , Pristupljeno: 3.5.2016.

# PRIRUČNIK ZA TRENERE / ZAJEDNIČKI DIO



Sufinancirano iz EU programa  
Inteligentna energija Europe



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet



Hrvatska komora  
inženjera građevinarstva



REGIONALNI CENTAR ZAŠTITE OKOLIŠA  
Hrvatska



Hrvatski zavod za zapošljavanje