

Wienerberger

Osnovni principi



Predavač:
Bojan Milovanović,
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

EFU Levels 1 4 5

Wienerberger Definicija zgrade gotovo nulte energije

- Izvor: Direktiva 2010/31/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 19. svibnja 2010. o energetskej učinkovitosti zgrada – tzv. EPBD II
- Zgrada gotovo nulte energije – nZEB (eng. Nearly-Zero Energy Building)
 - je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva.
 - Ta gotovo nulta odnosno vrlo niska količina energije trebala bi se u vrlo značajnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini.



Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

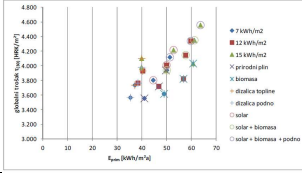
EFU Levels 1 4 5

Wienerberger

- EPBD direktivom se zahtjeva da države članice uspostave minimalne zahtjeve za energetske učinkovitost novih zgrada kao i postojećih zgrada koje se podvrgavaju većoj rekonstrukciji.
- minimalna svojstva za NZEB zgrade ne određuje Europska komisija već ih države članice definiraju prema vlastitim mogućnostima - na osnovi troškovno optimalnih analiza.

Troškovno optimalna analiza - jednoobiteljske zgrade, rezultati za kontinentalnu Hrvatsku

Izvor: Izvještaj prema članku 5(2) Direktive 2010/31/EU i članku 6 Uredbe (EU) 244/2012 od 16. 1. 2012.: Minimalni zahtjevi na energetske svojstvo jednoobiteljske zgrade za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1970. - 1987., i gotovo nula energetske zgrade MG/PU, listopad 2013.



Slika 13-1: Troškovno optimalne kalkulacije - mišljenja i preporuke

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

EFU Levels 1 4 5

Wienerberger Definicija zgrade gotovo nulte energije

TEHNIČKI PROPIS O IZMJENAMA I DOPUNAMA TEHNIČKOG PROPISA O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA (NN 70/2018)

Od 31. prosinca 2019. glavni projekt zgrade koji se prilaže zahtjevu za izdavanje građevinske dozvole mora biti izrađen u skladu sa zahtjevima za >zgrade gotovo nulte energije<; a nakon 31. prosinca 2017. glavni projekt zgrade koje kao vlasnici koriste tijela javne vlasti.

Zgrade koje koriste / financiraju tijela javne vlasti: vrtići, škole, fakulteti, instituti, uredske zgrade tijela javne vlasti, objekti javnog društvenog standarda, domovi, zgrade za javno zdravlje,....

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

EFU Levels 1 4 5

Wienerberger

Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o gradnji, NN 125/2019

Članak 5.

Naslov iznad članka 21. mijenja se i glasi: "Zgrade gotovo nulte energije".

Članak 21. mijenja se i glasi:

«(1) Sve nove zgrade moraju biti »zgrade gotovo nulte energije».

(2) Oznaka za »zgradu gotovo nulte energije» u iskaznici energetske svojstva zgrade i energetskom certifikatu zgrade je »nZEB».

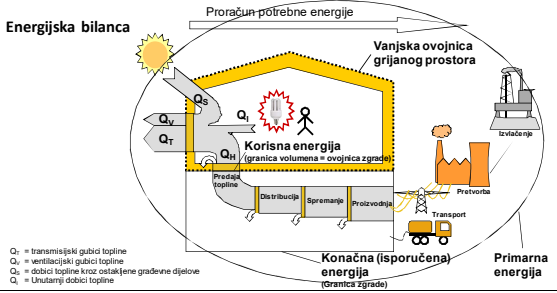
(3) Glavni projekt zgrade, koji se prilaže uz zahtjev za izdavanje građevinske dozvole, mora biti izrađen u skladu s odredbama za zgrade gotovo nulte energije koje propisuje tehnički propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama ministar».

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

EFU Levels 1 4 5

Wienerberger Razlika u E_{del} i E_{prim}

Energijska bilanca



Proračun potrebne energije

Vanjska ovojnica grijanog prostora

Korisna energija (granica volumena + ovojnice zgrade)

Konačna (isporučena) energija (granica zgrade)

Primarna energija

Q_T = transmisijski gubici topline
 Q_V = ventilacijski gubici topline
 Q_g = dobici topline kroz ostale dijelove građevine
 Q_u = Unutarnji dobici topline

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

EFU Levels 1 4 5

Wienerberger NZEB – definicija Hrvatska

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)

VRSTA ZGRADE	Q _{req} [kWh/(m ² ·a)]						E _{gldm} [kWh/(m ² ·a)]	
	NOVA ZGRADA I NZEB						NZEB	
	kontinentalna, θ _{int} ≤ 3 °C			primorska, θ _{int} > 3 °C			kontinent, θ _{int} ≤ 3 °C	primorje, θ _{int} > 3 °C
	f ₁ ≤ 0,20	0,20 < f ₁ < 1,05	f ₁ ≥ 1,05	f ₂ ≤ 0,20	0,20 < f ₂ < 1,05	f ₂ ≥ 1,05		
Višestambena	40,50	32,39 + 40,58 f ₁	75,00	24,84	19,86 + 24,89 f ₂	45,99	80	80
Obiteljska kuća	40,50	32,39 + 40,58 f ₁	75,00	24,84	17,16 + 38,42 f ₂	57,50	45	35
Uredska	16,94	8,82 + 40,58 f ₁	51,43	16,19	11,21 + 24,89 f ₂	37,34	35	25
Obrazovna	11,98	3,86 + 40,58 f ₁	46,48	9,95	4,97 + 24,91 f ₂	31,13	55	55
Bolnica	18,72	10,61 + 40,58 f ₁	53,21	46,44	41,46 + 34,89 f ₂	67,60	250	250
Hotel i restoran	35,48	27,37 + 40,58 f ₁	69,98	11,50	6,52 + 26,89 f ₂	32,65	90	70
Sportska dvorana	96,39	88,28 + 40,58 f ₁	130,89	37,64	32,66 + 24,91 f ₂	58,62	210	150
Trgovina	48,91	40,79 + 40,58 f ₁	83,40	13,90	8,92 + 24,91 f ₂	35,08	170	150
Ostale nestambene	40,50	32,39 + 40,58 f ₁	75,00	24,84	19,86 + 24,89 f ₂	45,99	/	/

- ### Wienerberger Dodatno...
- Potrebno je osigurati da je specifična godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje **Q^{*}c_{nd} ≤ 50 kWh/(m²·a)** prilikom projektiranja i građenja:
 - stambenih zgrada i nestambenih zgrada uredske namjene, obrazovnih zgrada, bolnica, hotela i restorana.
 - Istovremeno, **nestambene zgrade** (uredske i obrazovne namjene, bolnice, hoteli i restorani) kod kojih je **udjel ploštine prozora u ukupnoj ploštini pročelja f > 30%** moraju biti projektirane i izgrađene na način da je **Q^{*}c_{nd} ≤ 70 kWh/(m²·a)**
 - zahtjevi za NZEB određeni su i:
 - min 30% godišnje isporučene energije zgrade treba biti podmierno iz OIE,
 - ispunjavanje zahtjeva o zrakopropusnosti - ispitivanje na zgradi prije tehničkog pregleda.

Wienerberger Passive house standard

Performance Requirements

- Specific Heating Demand (q_h): ≤ 15 kWh/m²·a (4,76 kBtu/ft²)
- Specific Cooling Demand: ≤ 15 kWh/m²·a (3,2 Btu/ft²)
- Maximum Heat Load (p_h): ≤ 10 W/m²
- Primary Energy: ≤ 120 kWh/m²·a (38,1 kBtu/ft²)
- Airtight Shell (n₅₀): ≤ 0,6 ACH @ 50 Pa
- Excess Temperature (over 25 °C degrees Celsius) ≤ 10%

Verified using PHPP software

Wienerberger NZEB – definicija Hrvatska

U zgradama postoji niz sustava koji troše energiju. Za različite namjene zgrada uzima se u obzir potrošnja različitih sustava u zgradi

Vrsta zgrade	SUSTAV GRUJANJA	SUSTAV HLAĐENJA	SUSTAV PRIPREME PTV-a	SUSTAV MEH. VENTILACIJA I KLIMATIZACIJE	SUSTAV RASVJETE
1 Obiteljske kuće	DA	NE	DA	Uzima se u obzir ukoliko postoji	NE*
2 Višestambene zgrade	DA	NE	DA		DA
3 Uredske zgrade	DA	DA	NE		DA
4 Zgrade za obrazovanje	DA	NE	NE		DA
5 Bolnice	DA	DA	DA		DA
6 Hoteli i restorani	DA	DA	DA		DA
7 Sportske dvorane	DA	DA	DA		DA
8 Zgrade trgovine	DA	DA	NE		DA
9 Ostale nestambene zgrade	DA	NE	NE		DA

* prema Pravilniku kod obiteljskih kuća i stambenih zgrada u primarnu energiju ne ulazi energija za rasvjetu

Iz ovog razloga je kod nekih zgrada jednostavnije ispuniti zahtjeve za nZEB

Wienerberger OSNOVNI PRINCIPI



Wienerberger 1. Dobar i prikladan projekt

Integralni pristup
Simulacija i optimizacija

Izvor: Ivan Kovacic et al., "The BIM-enabled 'Performance - simulation of BIM supported multi-disciplinary design', Visualization in Engineering, 2023.

- izrada izvedbenog projekta - riješeni detalji:
 - kontinuiteta toplinske ovojnice zgrade
 - zrakonepropusne ovojnice zgrade.
- Kvalitetna komunikacija između svih projektanta – ali i izvođača - bez improvizacije.
- Tijekom projektiranja, simulirati potrebnu energiju pomoću softvera za modeliranje
 - kako bi se **optimizirale odluke** na putu do ostvarenja NZEB-a uz istovremeno smanjenje troškova.
- Na temelju rezultata računalnih modela odabrati optimalna rješenja te donijeti odluke koje će minimizirati potrošnju energije u zgradi uz istovremeno optimizirane troškove izgradnje.

13

Wienerberger Kyoto pyramid

Kyoto piramida opisuje strategiju razvijenu za projektiranje niskoenergetskih kuća u Norveškoj.

The Kyoto Pyramid for dwellings (Dokka & Rødsjoe, 2005).

Design strategy

14

Wienerberger 1. Dobar i prikladan projekt - Pasivne strategije

Pasivne strategije grijanja

- Izravno sunčevo zračenje
- Trombe zid
- Zimski vrt
- Korištenje topline zemlje

Osnovni princip:
o **Prikupi – akumuliraj - distribuiraj**

15

Wienerberger 2. Ostvariti zrakonepropusnu vanjsku ovojnicu zgrade

Zrakonepropusnost vanjske ovojnice zgrade

- zapravo infiltracija unutrašnjeg toplog zraka koji izlazi iz zgrade ili ulazak hladnog vanjskog zraka u zgradu kroz pukotine, šupljine i druga mjesta nastala slučajnim i nenamjernim propustima, ali nikako kroz ventilacijski sustav zgrade.

16

Wienerberger 2. Ostvariti zrakonepropusnu vanjsku ovojnicu zgrade

Isplativa mjera i smanjuje mogućnost štete

Porotherm 38 IZO PROFI + Lag.žbuka + Meh. vent. s povratom topline (84%) - Zagreb

Usporedba potrebne energije za grijanje i hlađenje za obiteljsku kuću smjertenu u Zagrebu ovisno o zrakonepropusnosti vanjske ovojnice zgrade (n50) - s prikazom relativnog povećanja (smanjenja) u odnosu na n50=0,60 l/h u %

Usporedba potrebne debljine toplinske izolacije vanjskih zidova (potrebne U-vrijednosti zidova) za ostvarenje jednake potrebne energije za grijanje kao u slučaju PTH 38 IZO PROFII + Terca i n50=0,60 l/h, za obiteljsku kuću smjertenu u Zagrebu i vrsti ventilacije

17

Wienerberger Je li veća debljina izolacije rješenje?

18

Wienerberger 2. Ostvariti zrakonepropusnu vanjsku ovojnicu zgrade

NZEB mora imati imati **KONTINUIRANU** zrakonepropusnu ovojnicu.

- Tajna kontinuiteta je identificiranje materijala i proizvoda koji **ne propuštaju zrak**
- rješavanje problema spojeva i pukotina na odgovarajući način

Potrebne vještine za ostvarenje kontinuiteta!

19

Wienerberger 2. Ostvariti zrakonepropusnu vanjsku ovojnicu zgrade

Razlikovati zrakonepropusnost od paronepropusnosti

- dobro izvedena paronepropusna ovojnica je istovremeno i zrakonepropusna, ali obrnuto ne vrijedi nužno
- primjer žbuke je takav da ona može biti zrakonepropusna, ali obično nije paronepropusna.

- postavite cilj za n_{50}** - na temelju energetskega modela, te **realnog sagledavanja mogućnosti ostvarenja prilikom gradnje**
- (korišteni proizvodi, kompetencije izvođača i podizvođača, troškovi),

Ispitati pomoću tzv. **Blower door** testa.

- U RH je propisano da rezultat ispitivanja ne smije biti veći od:
 - $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada bez mehaničkog uređaja za ventilaciju,
 - odnosno $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada s mehaničkim uređajem za ventilaciju.

20

Wienerberger 3. Toplinska izolacija vanjske ovojnice zgrade

druga najisplativija strategija za postizanje NZEB-a

Modeliranje potrošnje energije

- pomaže u određivanju optimalne debljine TI.
- Odaberite sustave gradnje koji olakšavaju izoliranje ovojnice zgrade i minimiziraju toplinske mostove.

Postoji optimalna debljina TI za pojedinu zgradu (klimu, orijentaciju, tipologiju gradnje)

- nakon nje se s povećanjem debljine izolacije samo povećavaju troškovi gradnje, a korist je minimalna.

Optimizacija debljine toplinske izolacije ključna za postizanje troškovno optimalne zgrade gotovo nulte energije.

21

Wienerberger 3. Toplinska izolacija vanjske ovojnice zgrade

Za gradnju je moguće odabrati različite tipologije i tehnologije dostupne na tržištu

Drvo (drveni okvir, CLT, TJJFJI, ...) + topl. izolac.

Pjeno i plinobeton + topl. izolac.

Čelična konstrukcija + topl. izolac.

Zidana konstrukcija + ETICS

Izolirana oplata za beton

22

Wienerberger 3. Toplinska izolacija vanjske ovojnice zgrade

„Klasična gradnja“

NZEB

Česti problem u postojećim zgradama - nije ugodno

Poboljšani građevni dijelovi zgrade - ugodno

23

Wienerberger 4. Smanjenje utjecaja toplinskih mostova

- NZEB mora biti projektirana te izgrađena tako da utjecaj TM bude što manji te da se ne pojavljuje građevinska šteta
- Odaberite sustav gradnje koji u startu smanjuje toplinske mostove
- TM nije moguće ukloniti iz vanjske ovojnice zgrade i oni će postojati neovisno o debljini TI.

- TM se najbolje može smanjiti u fazi projektiranja
- minimizirati broj detalja koji će u konačnici biti toplinski mostovi
- neizbježne detalje riješiti na način koji smanjuje utjecaj toplinskog mosta.
- Izbjegavanje TM u fazi projektiranja je često i najisplativije rješenje.

24

Wienerberger 5. Prozori - korištenje solarnih dobitaka

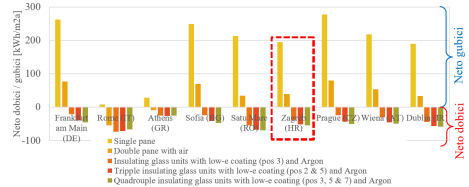
- Prozori su **izuzetno važni** u energetske bilanci NZEB-a.
 - zbog svoje U_w vrijednosti odgovorni za veći udio u ukupnim gubicima topline
 - Istodobno, omogućuju dobivanje sunčeve topline i svjetlosti u zgradu - pasivni dobitci
 - moгу pozitivno doprinijeti smanjenju potrebne energije za grijanje zimi, ali s druge strane povećavaju potrebnu energiju za hlađenje ljeti.
- Potrebna energija za grijanje i hlađenje zgrade značajno ovisi o:
 - Vrsti i veličini ostakljenja,
 - Orijentaciji prozora
 - Postojanju ili nepostojanju sustava zasjenjenja



25

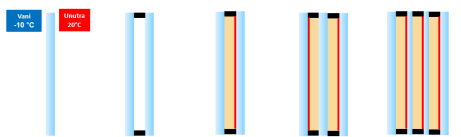
Wienerberger 5. Prozori - korištenje solarnih dobitaka

- Uravnoteženje toplinskih gubitaka i toplinskih dobitaka kroz prozore postiže se razmatranjem:
 - U_w - vrijednosti prozora (definira transmisivske gubitke topline) i
 - g_L - vrijednosti stakla (definira solarne dobitke topline)



26

Wienerberger 5. Prozori - korištenje solarnih dobitaka



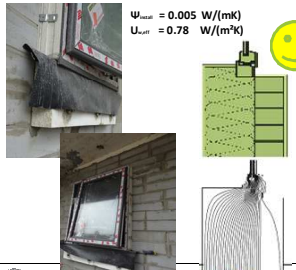
Staklo	Jednostruko staklo	Dvostruko staklo sa zrakom	Dvostruko izo-staklo s low-e premazom (pos 2) punjeno argonom	Trostruko izo-staklo s low-e premazom (pos 2 & 5) punjeno argonom	Četverostruko izo-staklo s low-e premazom (pos 3, 5 & 7) punjeno argonom
U_w [W/(m²K)]	5.8	2.7	1.1 - 1.3	0.53 - 0.75	0.36 - 0.44
Temperatura na unutarnjoj površini stakla (pri vanjskoj temp. -10 °C & 20 °C unutra)	-2.6 °C	0.5 °C	14.9 - 15.7 °C	17.1 - 17.9 °C	18.3 - 18.6 °C
Stopanj propuštanja ukupne energije sunčeva zračenja, g_L vrijednost	0.87	0.78	0.02 - 0.71	0.49 - 0.60	0.43 - 0.57

27

Wienerberger 5. Prozori - Ugradnja prozora

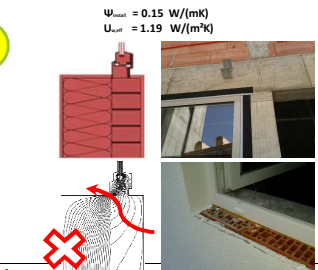
Preporučena ugradnja

$\Psi_{\text{izol.}} = 0.005 \text{ W/(mK)}$
 $U_{\text{izol.}} = 0.78 \text{ W/(m²K)}$



Ekstremno loša ugradnja

$\Psi_{\text{izol.}} = 0.15 \text{ W/(mK)}$
 $U_{\text{izol.}} = 1.19 \text{ W/(m²K)}$



28

Wienerberger 6. Adekvatna ventilacija prostora - prirodna

- Zbog zrakonepropusnosti NZEB-a - kontinuirani izvor svježeg zraka i smanjenje vlažnosti zraka su presudni za njezin uspjeh.

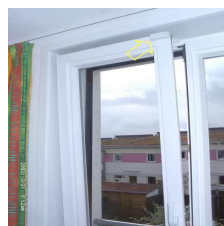

Prednosti	Nedostaci
mali investicijski troškovi	mala učinkovitost
nema (ili je jednostavno) održavanje	mala mogućnost upravljanja
mala (ili ne postoji) potreba za pogonskom energijom	ovisnost o vremenskim uvjetima
kvaliteta doživljaja prostora - iskustvom mirisa, vlage, promjene brzine vjetra itd. i time omogućujući doživljaj okoline i vremenskih uvjeta	otvaranje prozora u hladnim mjesecima - povećani gubici topline iz zgrade
	smanjenje razine udobnosti boravka

- Obveza za korisnike zgrade koju redovito treba obavljati i na koju se često zaboravi.
- Bez pravilnog ventiliranja NZEB zgrade
 - zbog povećane RH zraka doći će do povećanja RH materijala vanjske ovojnice te to neminovnog rasta gljivica i plijesni.

29

Wienerberger 6. Adekvatna ventilacija prostora - prirodna

Prirodna ventilacija – noćna ventilacija (pasivno hlađenje)

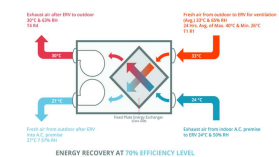

PAZITI: Mehanička noćna ventilacija zahtijeva $\Delta T > 5 \text{ K}$ kako bi bila bolja od aktivnog hlađenja (COP = 5)

Potencijal uštede: do 10 kWh/(m²a)

30

Wienerberger 6. Adekvatna ventilacija prostora - mehanička

- Svježi, filtrirani zrak (bez peludnih čestica i prašine) se ubacuje u zgradu i na njega se prenosi toplina s toplog ustajalog zraka u tzv. rekuperatoru
- Ovakav sustav zadrži oko 70% do 90% topline ispuštenog zraka i vraća tu toplinu dolaznom svježem zraku.

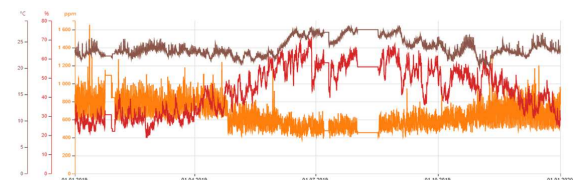



ENERGY RECOVERY AT 70% EFFICIENCY LEVEL

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Wienerberger 6. Adekvatna ventilacija prostora - mehanička

- NZEB zgrade s mehaničkom ventilacijom najčešće imaju:
 - nižu koncentraciju CO₂,
 - nižu razinu zračnog zvuka,
 - nižu relativnu vlažnost zraka.



Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Wienerberger Prirodna ili mehanička ventilacija?

MVHR su „pluća“ NZEB-a

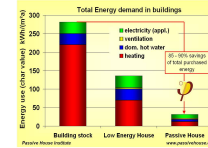
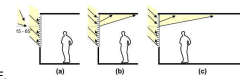




Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Wienerberger 7. Odabrati energetske učinkovite tehničke sustave i OIE

- **Učinkoviti sustavi grijanja i hlađenja**
 - Minimalna $Q'_{k,rad}$ i $Q'_{k,hl}$ - omogućuje tehničke sustave vrlo male snage i male potrošnje energije.
- **PTV – veliki udio kod NZEB-a**
- **Energetski učinkovita rasvjeta**
 - Upotreba dnevnog svjetla – pažljivo projektiranje otvora – reflektirajuće površine – usmjeravanje svjetlosti
 - LED rasvjeta – pozicioniranje rasvjetnih tijela
- **Obnovljivi izvori energije**
 - malu potrebnu energiju u značajnoj mjeri pokriti iz OIE, naročito da se proizvodi na zgradi ili u blizini.
 - U RH barem 30% isporučene energije za NZEB mora biti iz OIE.
- **Automatizacija i upravljanje**

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Wienerberger OIE su šlag na tortu, ne torta!



Izvor: www.ic-group.org

The 'Plus-Energie-Bürohochhaus' (plus-energy-office high-rise building) is the world's first office tower that can claim to feed more energy into the power grid than is required to operate AND use the building.

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet


Wienerberger Energjska učinkovitost




Ušteda energije uz istu ili povećanu razinu udobnosti!

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Wienerberger **OPTIMIZACIJA!**

- Pravovremeno savjetovanje i optimiranje
- Proces optimizacije za projektna rješenja
- Kvaliteta i sadržaj projekta za izvedbu radova
- Kompetentna izvedba radova u traženoj kvaliteti
- Nadzor procesa gradnje
- Provedba testiranja na završenoj novogradnji
- Informiranje korisnika zgrade
- Osnovni monitoring i eventualne korekcije










37

Wienerberger

HVALA NA PAŽNJI!

Bojan Milovanović
 bmilovanovic@grad.hr



38