

Energijsko varčna gradnja in projektiranje

Nevenka Bandulić, univ. dipl. inž. arh.
ILUMIUM d.o.o.

Energijsko varčna gradnja

- Med energijsko varčno gradnjo prištevamo **nizkoenergijske, pasivne in aktivne zgradbe***.
- *Pojem gradnja zajema vse stavbe – zgradbe, ki so namenjene bivanju človeka (stanovanjske stavbe (hiše, bloki), javne zgradbe (poslovne stavbe, šole, vrtci, bolnišnice, trgovski centri) ...)*

Energijsko varčna gradnja in energijsko število

- *Energijsko število* predstavlja letne energijske potrebe za ogrevanje in pripravo tople vode na m^2 neto tlorisne površine.
- $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- *1 liter kurilnega olja = 10 kWh energije*

Energijsko varčna gradnja in energijsko število

- *Energijsko število - energijsko varčna hiša:*

< 80 kWh/(m²a)

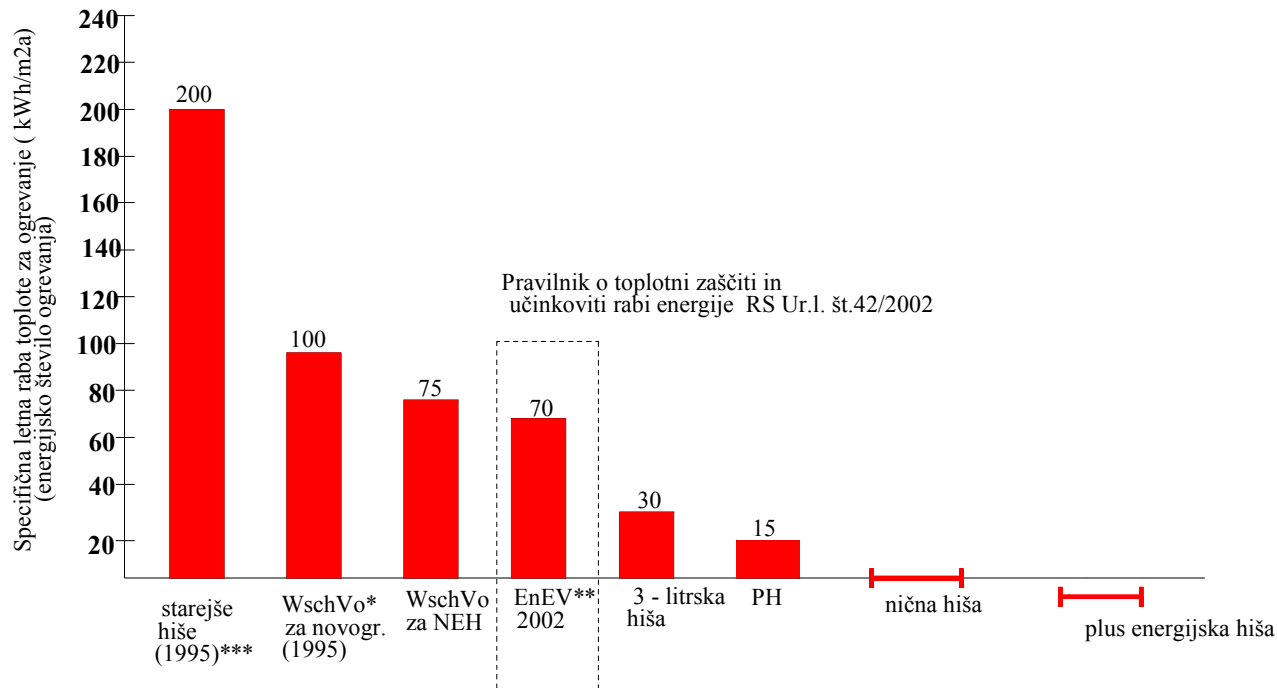
- 55 kWh/(m²a) za ogrevanje
 - 25 kWh/(m²a) za pripravo tople vode
-
- *1 liter kurilnega olja = 10 kWh energije*

Energijsko varčna gradnja in energijsko število ogrevanja

Glede na *energijsko število ogrevanja* pri energijsko varčni gradnji ločimo med:

- ***nizkoenergijskimi hišami*** s porabo med 20 in 55 kWh/m² leto (2-5,5 l kurilnega olja/ m²),
- ***pasivnimi hišami***, s porabo manjšo od 20 kWh/m² leto (**15 kWh/m**)
- ***nične hiše***, ki potrebe za ogrevanje pokrivajo z izrabo sončne energije,
- ***aktivne hiše***:
 - ***energijsko neodvisne (samozadostne) hiše***
 - ***plus energijske hiše***

Energijsko varčna gradnja in energijsko število ogrevanja



WschVo* - Wärmeschutzverordnung
EnEV** - Energieeinsparverordnung
*** - povprečje za starejše hiše v Nemčiji
NEH - nizkoenergijska hiša
PH - pasivna hiša
a - leto

SLIKA :Raba specifične letne toplote za ogrevanje hiše

Vir: <http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm>

Energijsko varčna gradnja in zakonodaja

- *P R A V I L N I K o učinkoviti rabi energije v stavbah, Ur.l. RS, št. 93/2008 sprejet 15.10.2008*
- *Pravilnik se od prejšnjega razlikuje predvsem v bistveno širših in natančnejših zahtevah strojno inštalacijskga dela in močno zaostrenih vrednostih maksimalnih toplotnih prehodnosti konstrukcij U_{max} .*

Tabela: Raba toplote za ogrevanje – energijsko število ogrevanja

Leto gradnje stavbe	1995	po 2002	Novi pravilnik (2008)
Enodružinska hiša	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)
Raba toplote za ogrevanje	100	60 - 80	40 - 50

Vir: <http://gcs.gi-zrmk.si/>

Nizkoenergijska gradnja

- *Nizkoenergijsko gradnjo lahko opredelimo kot klasično gradnjo z izdatno toplotno izolacijo in kvalitetnimi izolacijskimi okni. Za ogrevanje tovrstnih stavb so primerne nižje temperature dovoda, kar omogoča izkoriščanje alternativnih virov toplote. Pri načrtovanju nizkoenergijskih objektov lahko izbiramo med različnimi vrstami nizkotemperaturnih ogrevalnih sistemov (stensko, talno, stropno ogrevanje), ki jih poleti lahko uporabimo tudi za hlajenje.*

Nizkoenergijska gradnja – nizkoenergijske hiše



- Čezsoča



Nizkoenergijska gradnja – nizkoenergijske hiše

- **Za 3-litrsko nizkoenergijsko hišo, veljajo sledeče vrednosti:**
 - *specifične toplotne izgube - 20 W/m²*
 - *raba energije za ogrevanje - 30 kWh/m²a*
- *Da dosežemo zgornji normativ, so potrebne naslednje vrednosti za toplotno prehodnost (U_{max}) elementov ovoja stavbe:*
 - *zunanje stene in stene proti neogrevanem podstrešju ≤ 0,18 W/m²K (ca 15 cm izolacije)*
 - *strop nad neogrevano kletjo ≤ 0,30 W/m²K*
 - *zunanje stene in strop proti terenu ≤ 0,30 W/m²K*
 - *poševna streha nad ogrevanim podstrešjem 0,15 – 0,20 W/m²K (ca 30 cm izolacije)*
 - *tla na terenu pri talnem ogrevanju ≤ 0,30 W/m²K (ca 10 cm izolacije)*
 - *okna (steklo in okvir) ≤ 1,5 W/m²K (dvojna toplotnoizolacijska zasteklitev)*

Nizkoenergijska gradnja – nizkoenergijske hiše

- *Osnovne smernice za gradnjo nizkoenergijske hiše:*
 - *kompaktna gradnja in zagotovljena zrakotesnost ovoja,*
 - *zadostna toplotna izolacija,*
 - *kontrolirano prezračevanje, z izkoriščanjem toplote odtočnega - izrabljenega zraka*
 - *in primerna izbira ogrevalnega sistema, priprave tople sanitarne vode ter prezračevanja.*
- *Pomemben del energije za ogrevanje, pripravo tople vode, elektriko, zagotovimo z elementi za pretvarjanje sončnega obsevanja:*
 - *z aktivnimi solarnimi sistemi (sprejemniki sončne energije, fotovoltaika)*
 - *in s pasivnimi solarnimi sistemi (velike zastekljene površine na južni strani, steklenjaki).*

Pasivna gradnja – pasivne hiše

- Za **pasivno hišo** (1,5-litrska hiša) veljajo sledeče maksimalne vrednosti:
 - specifične toplotne izgube - 10 W/m^2
 - raba energije za ogrevanje - $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Da dosežemo zgornji normativ, so potrebne naslednje vrednosti za toplotno prehodnost (U_{max}) elementov ovoja stavbe:
 - zunanje stene in stene proti neogrevanem podstrešju $\leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ca 30 - 40 cm izolacije)
 - strop nad neogrevano kletjo $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - zunanje stene in strop proti terenu $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - poševna streha nad ogrevanim podstrešjem $\leq 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ tla na terenu pri talnem ogrevanju $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - okna (steklo in okvir) $\leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (trojna toplotnoizolacijska zasteklitev)

Pasivna gradnja – pasivne hiše

- *CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards) podaja strožji kriterij, ki predpisuje enotno toplotna prehodnost **$U_{max} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$** za posamezne elemente ovoja stavbe z izjemo oken.*
- *Pasivni solarni dobitki pokrivajo 40% potrebne energije za ogrevanje.*
- *Super toplotna izolacija – izjemno dobro toplotno izoliran in tesen stavbni ovoj brez toplotnih mostov.*
- *Reguliran dotok svežega zraka z vračanjem toplote in možnostjo predgretja svežega zraka s toploto iz zemlje.*
- *Zmanjšanje porabe električne energije z namestitvijo varčnih gospodinjskih aparatov in žarnic, tudi za 50%.*
- *Zadostitev preostalih energijskih potreb (za ogrevanje, hlajenje, toplo vodo in elektriko) z energijo iz obnovljivih virov energije.*

Pasivna gradnja – pasivne hiše

- Osnovne smernice za smernice za pasivno gradnjo:
 - funkcionalna in kompaktna zasnova stavb (ugoden oblikovni faktor – A/V),
 - minimizacija toplotnih mostov,
 - izboljšana toplotna izolacija v primerjavi z nizkoenergijsko gradnjo ($U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$),
 - zelo doba zasteklitev ($U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$),
 - tesnost ($n < 0,5 \text{ h}^{-1}$),
 - ustrezna naravnost stavbe k pasivni izrabi sončne energije
 - ob sledenju zgornjih kriterijev potreba po ogrevanju ne sme presegati $15 \text{ kWh/m}^2\text{leto}$,
 - kontrolirano prezračevanje z vračanjem toplote z izkoristkom večjim od 75%.

Pasivna gradnja – pasivne hiše



- “prva pasivna hiša” v Sloveniji
- Črešnjevc, Ptuj

Pasivna gradnja – pasivne hiše

- Begunje, Gorenjska



Nizkoenergijska gradnja – razlika med nizkoenergijsko in pasivno hišo

- *Čeprav nizkoenergijska hiša (NEH) porabi relativno malo energije, v stavbi še vedno niso ustvarjeni pogoji za dovolj učinkovito izrabo energije iz obnovljivih virov. Sem prištevamo notranje vire (človek, električne naprave, žarnice) in solarne dobitke skozi okna. Pasivna hiša (PH) grajena v skladu s smernicami namreč večino potrebne toplote za ogrevanje pridobi iz zgoraj navedenih virov in sicer pasivno, brez aktivnih elektronskih in strojnih sistemov. Prav po učinkoviti izrabi obnovljivih virov energije pa se pasivna gradnja loči od nizkoenergijske gradnje.*

Toplotna tehnika v energijsko varčni gradnji

- *Načrtovanje energijsko varčne gradnje ne pomeni samo povečane toplotne izolacije in tesnosti ovoja ter energijsko varčne zasteklitve, temveč zahteva bistveno drugačen pristop k toplotni tehniki stavbe - ogrevanju, prezračevanju in hlajenju. Pri tovrstni gradnji postane zaradi neophodne tesnosti ovoja kontrolirano prezračevanje nepogrešljivo. Kontrolirano prezračevanje, poleg manjše rabe energije in zmanjšanja emisij CO₂, omogoča ugodne bivalne pogoje in zmanjšuje zunanji hrup.*
- (B. Grobovšek: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT222.htm>)

Toplotna tehnika v energijsko varčni gradnji

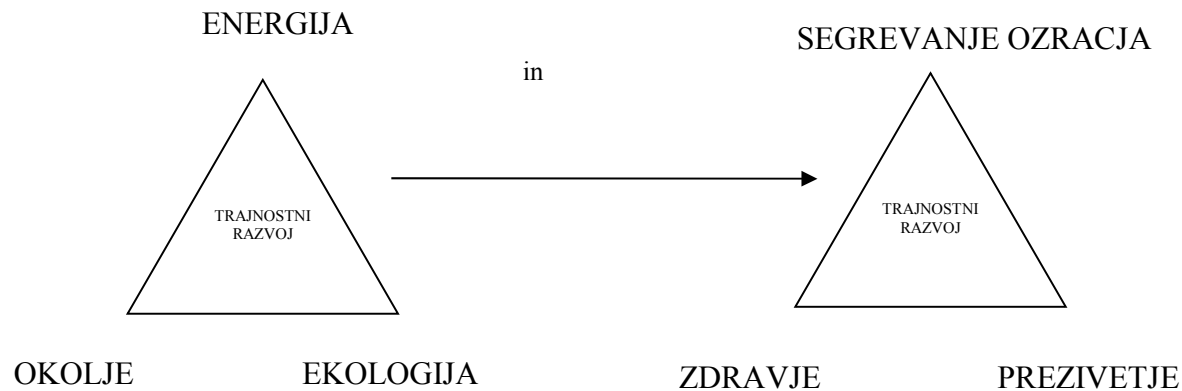
- Zaradi pogojev za energijsko varčno gradnjo se toplotne izgube z nekdanjih 100 W/m^2 pri klasičnih zgradbah pomikajo na 40 W/m^2 pri NEH in pri PH pod 15 W/m^2 na leto. S tem se znižajo tudi potrebne moči vira toplote za ogrevanje. Zaradi manjših moči kotlovnice niso več potrebne, ampak se uporablja **kompaktne vire toplote** (stenski plinski in oljni kotli, toplotne črpalke in solarni sistemi).
- (B. Grobovšek: <http://gcs.gj-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT222.htm>)
- Smernice za energijsko varčno gradnjo zapovedujejo uporabo **obnovljivih virov energije**. Zato dodatne energetske potrebe toplotne tehnike NEH in PH pokrivamo s sistemi, ki uporabljajo energijo iz obnovljivih virov. Sem poleg aktivnih solarnih sistemov in ogrevanja na biomaso prištevamo tudi toplotne črpalke.

Trajnostni razvoj in trajnostni način gradnje

- Faktorji, ki imajo pomemben vpliv na porabo energije v stanovanjskih zgradbah (B. Edwards, 1999: 063):
- **oblika stavbe** (prednost imajo kompaktno oblike),
- **konstrukcija stavbe – tehnologija gradiv** (uporaba toplotne akumulativnosti gradiv za absorpcijo sončnega sevanja (čez dan) ter zakasnitve nočnega ohlajanja – oddajanja toplote čez noč, skupaj s kombinacijo visoke izolativnosti gradiv)
- **orientacija** (lega, ki omogoča maksimalno osončenje in minimalno izpostavitve prevladujočim vetrovom v okolici)
- **mikroklima** (postavitev stavbe in zasaditev rastlin, ki omogočajo zaklon pred soncem in vetrovi)
- **transport** (lokacije, ki bodo zmanjševale uporabo prevoznih sredstev in povečevale gostoto poselitve na prometnih vozliščih)

Trajnostni razvoj in trajnostni način gradnje

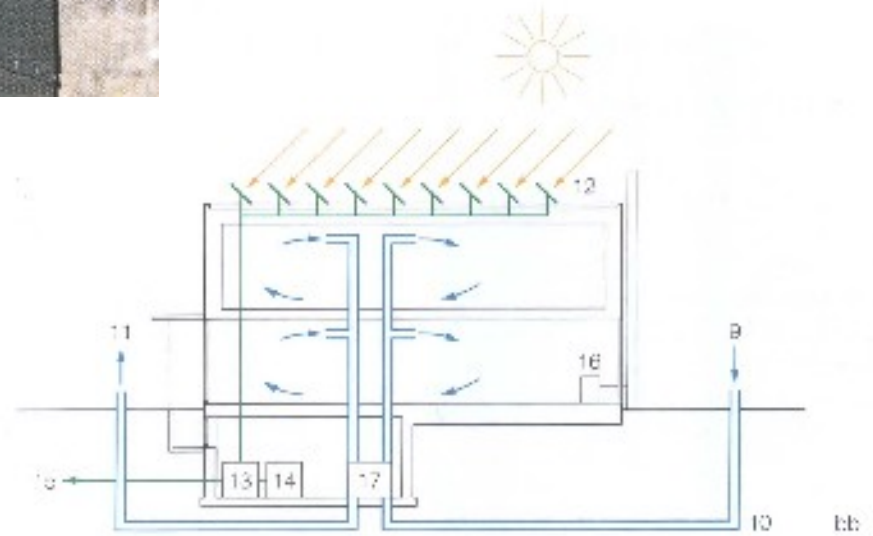
- Pri presoji o vzdržnosti nekega konstrukcijskega detajla moramo upoštevati povezanosti oz. odnose med:



Specifikacija trajnostnega načina gradnje

- Edwards (1999: 255) opredeljuje trajnostni način gradnje s sledečimi dejavniki:
 - Energetski vidik:
 - energija pri uporabi (emisije CO₂),
 - energija pri proizvodnji (emisije CO₂),
 - energija pri transportu (emisije CO₂),
 - maksimalna izraba obnovljivih virov energije ter
 - minimizirati izrabo neobnovljivih virov energije (virov na osnovi fosilnih goriv).
 - Okoljski vidik:
 - zemljišče, izguba kmetijskih površin,
 - voda,
 - zdravje (globalno, lokalno, stavb, osebno),
 - stavba kot vir (vzdržen, prilagodljiv),
 - družbeno cenjeno okolje,
 - vizualno bogato in
 - lokalne posebnosti.
- Ekološki vidik:
 - biodiverziteta (globalna in lokalna),
 - ekološki princip (zaprti krogotoki),
 - maksimalno razkošje, bogastvo, izobilje z minimalno izrabo virov,
 - uporaba zasaditve rastlin za zaklon izpostavljenih robov stavb,
 - uporaba palete materialov za stopnjevanje ali razširjanje habitatov,
 - gradnja za druge (živalske) vrste (npr. netopirji, sove...).

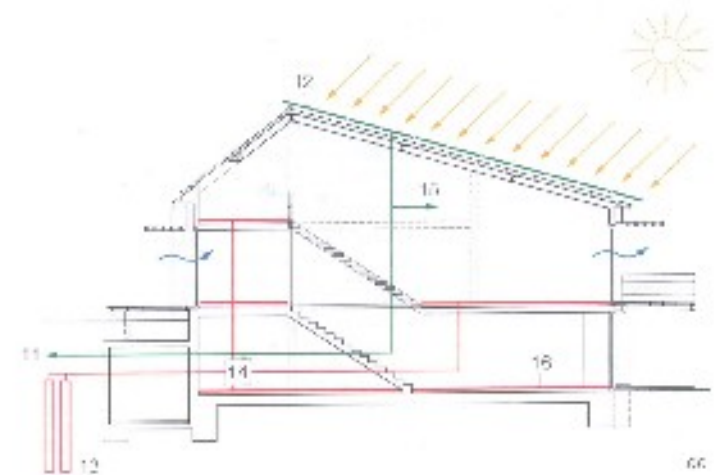
Energijsko varčna gradnja



Energijsko varčna gradnja

- *Enodružinska hiša v Feldkirchu, Vorarlberg, Avstrija*
- *arhitekt: Walter Unterreiner, Feldkirch*
- *lesena konstrukcija*
- *prezračevalna naprava z rekuperatorjem toplote*
- *dogrevanje: peč na pelete*
- *črna tekstilna obloga namesto konvencionalne fasade => FV elektrarna na strehi*
- *trojna zasteklitev*
- *“Zero Energy House” - nična hiša*
- *vir: Detail 2005/6 Solares Bauten; bioklimatske zgradbe marec 2009*

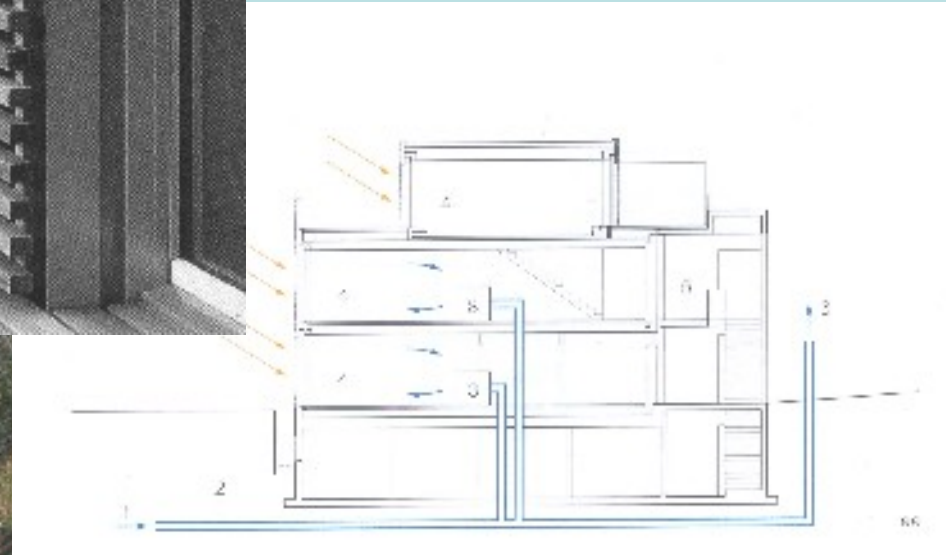
Energijsko varčna gradnja



Energijsko varčna gradnja

- *Dvostanovanjska hiša, Hegenlohe, Nemčija*
- *arhitektka: Tina Volz, Stuttgart*
- *AB strop, montažne lesene stene, jekleni nosilci – ostrešje*
- *prezračevana lesena fasada, dvojna zasteklitev*
- *naravno prezračevanje*
- *ogrevanje: TČ zemlja - voda*
- ***FV elektrarna na strehi***
- *Energijsko število ogrevanja: 40 kWh/(m²a)*
- *Priprava tople sanitarne vode: električni bojler*
- *vir: Detail 2005/6 Solares Bauten*

Energijsko varčna gradnja



- *Večstanovanjska hiša, Jona-Kempraten, Švica*
- *arhitekti: roosarhiteckten, Rapperswil*
- *situirano ob vznožju vinograda*
- *10 stanovanj*
- *AB strop, montažne lesene stene in streha*
- *prezračevana lesena fasada, trojna zasteklitev*
- *Ravna streha ekstenzivno zazelenjena*
- *prezračevalna naprava z rekuperatorjem toplote in integrirano TČ zrak-zrak*
- *vir: Detail 2005/6 Solares Bauten*

Energijsko varčna gradnja

Literatura:

Martina Zbašnik-Senegačnik
PASIVNA HIŠA

Internetni portali (www):

Konzorcij pasivna hiša
<http://www.fa.uni-lj.si/default.asp?id=2492>

Strokovni članki ENSVET
<http://gcs.gi-zrmk.si/>

Cost Efficient Passive Houses as European Standards
<http://www.cepheus.de/eng/index.html>

Commission International pour la Protection des Alpes
<http://www.cipra.org/sl>

Energijsko varčna gradnja

Izobraževanja za projektante:

- *Strokovni posveti na FA – letno*
- *KUBUS inženiring d.o.o., info@kubus.si, www.kubus.si*

Energijsko varčna gradnja

Viri:

<http://www.cepheus.de/>, *What makes a Building a Passsive House?*

Edwards, Brian; *Sustainable architecture: European directives and building design*, Architectural Press, Oxford 1999

Grobovšek, B., <http://gcs.gj-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT150.htm>

Meier-Wiechert , *revija DBZ 9/2004: 86*

Škvorc, M., <http://varcevanje-energije.si> : *Zidana ali lesena energijsko varčna hiša?*

Zbašnik-Senegačnik, M; 2008: *Pasivna hiša*