

ŠOLSKI CENTER CELJE



Srednja šola za gradbeništvo in varovanje okolja
Pot na Lavo 22, 3000 Celje

ENERGETSKA PRENOVA HIŠE

(RAZISKOVALNA NALOGA)



Mentor:
Arnold LEDL, univ. dip. inž. arh.

Avtorji:
Boštjan KOPINŠEK, G-3a
Matic ZRIMŠEK, G-3a
Žiga OBREZ, G-3a

Celje, marec 2011

Kazalo

Kazalo.....	2
Kazalo slik.....	4
Hipoteza	6
Povzetek	7
Pures 2010 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah	8
Kaj nam pures ponuja?	9
Pravilnik se uporablja pri:	10
Cilji Pures-a	10
Pures 2010 Kaj to pomeni za že obstoječe stavbe?	11
Stavba kot škatla, ki diha.....	12
Zakaj toplota uhaja iz stavb?	13
Ovoj stavbe.....	15
Izolacija:	16
Gradbeni material	18
Zrakotesnost ovoja	18
Prezračevanje	19
Načini prezračevanja.....	20
Toplotna prehodnost zunanjih sten.....	20
Okna, steklene površine in vrata	21
Kako zmanjšamo izgubo energije skozi okna?	22
Zamenjava oken	24
Razlikujemo dva načina zamenjave oken:.....	26
Dodatno okensko krilo pri obstoječih oknih	26
Zamenjava stekel.....	26
Zatesnitev oken.....	28
Toplotna izolacija poševne strehe.....	29
Toplotna prehodnost talne plošče	30
Ogrevanje	30
Ogrevalni sistemi	31
Zračno ogrevanje.....	31
Viri energije.....	31

Fosilna goriva	31
Električna energija	32
Bioplin	32
Vrenje	33
Biomasa	33
Toplotna črpalka	35
Toplotne črpalke na vodo	36
Toplotna črpalka na zrak	36
Toplotna črpalka na geotermalno energijo	37
Sončna energija	37
Delovanje sončne energije	38
Kako lahko uporabljamo sončno energijo?	38
Ozelenjene strehe	40
Osnovni koncept ozelenjenih streh, prednosti in slabosti	40
Okoljske prednosti:	41
Tehnične in ekonomske prednosti:	41
Energetska bilanca pred prenovo	47
Energetska bilanca hiše po zamenjavi oken in vrat	47
Energetska bilanca hiše po izolaciji fasade	48
Energetska bilanca hiše po izolaciji strehe	49
Energetska bilanca hiše po izolaciji stropa neogrevane kleti	50
Energetska bilanca hiše po izolaciji strehe, fasade in stropa neogrevane kleti, zamenjavi oken in vrat, uvedbi prezračevanja z rekuperacijo toplote ter po potrebi z zamenjavo grelnega kotla	50
Primeri učinkovitih sodobnih stavb z analizo parametrov	51
Nizkoenergijski in pasivni večstanovanjski objekt	54
Zaključek	57
Viri in literatura	58

Kazalo slik

Slika 1: Termografska slika stavbe	12
Slika 2: Povprečni izračun toplotnih izgub na objektih	13
Slika 3: Prehod toplote.....	14
Slika 4: Izguba energije	15
Slika 6: Primer oblaganja objekta s toplotno izolacijo	17
Slika 5: Primeri izolacij	17
Slika7: Termoblok	18
Slika 8: Opečni zidaki.....	18
Slika 9: Opečni zidaki.....	18
Slika 10: <i>Toplotna prehodnost pri različnih gradivih za zunanje stene</i>	21
Slika 11: Zasteklitev oken.....	22
Slika 12: Toplotna prevodnost skozi različna okna	23
Slika 13: PVC okvir	23
Slika 14: Lesen okvir	23
Slika 15: Konstrukcija novega okna.....	25
Slika 16: Dodatno vgrajeno okensko steklo.....	26
Slika 17: Zamenjava stekel v obstoječih okenskih okvirjih.....	27
Slika 18: Zatesnitev starih okenskih okvirjev in kril	28
Slika 19: Detajl izolacije strehe	30
Slika 20: Pridobivanja bioplina s kofermentacijo iz živalskih odpadkov in organskih ostankov	33
Slika 21: običajen prostor za pridobivanje elektrike z biomase	34
Slika 22: Delovni proces toplotne črpalke.....	35
Slika 23: toplotna črpalka na vodo	36
Slika 24: Toplotna črpalka na zrak.....	36
Slika 26: sončne celice	37

Slika 25: Toplotna črpalka na geotermalno energijo	37
Slika 27: Shema solarnega sistema	39
Slika 28: zelena streha.....	40
Slika 29: zelena streha.....	40
Slika 30: primer ozelenjene ravne strehe.....	42
Slika 31: Geometrijski linijski toplotni most.....	43
Slika 32: Geometrijski točkovni toplotni most.....	43
Slika 33: Konstrukcijski toplotni most (AB plošča).....	43
Slika 34: Konstrukcijski toplotni most (AB vez)	43
Slika 35: Konstrukcijski toplotni most (konzola)	44
Slika 36: Konstrukcijski toplotni most	44
Slika 38: detajl balkona.....	45
Slika 37: detajl balkona.....	45
Slika 39: hiša po prenovi fasade	49
Slika 40: hiša pred prenovo fasade	49
Slika 41: Zunanji videz izdelane pasivne stavbe in termografski posnetek iz zimskega obdobja.....	51
Slika 42: Fasade in prerezi bloka, nadgrajenega iz nizkoenergijskega v pasivni energijski razred.....	55

Hipoteza

Za raziskovalno nalogo smo si izbrali temo – Energetska prenova hiše. Predvidevamo, da se bo v prihodnje gradilo veliko več energijsko varčnih domov, kar še ne pomeni, da so stare energijsko potrošne stavbe za odpis. Standardi o energetske varčnosti se višajo in v veljavo prihajajo novi pravilniki o energetske učinkovitosti stavb. V sodobnih družbah, tudi pri nas, stavbe porabijo približno 40 odstotkov vse energije. Privarčevali pa bi lahko do 80 odstotkov porabljene energije. Ker pa je vse več govora o varčevanju z energijo smo se odločili raziskati kako in koliko energije bi lahko privarčevali s prenovo starih zgradb, ter prikazati nekaj učinkovitih rešitev, ki lahko starejši objekt spremenijo v energijsko varčen dom.

Povzetek

V raziskovalni nalogi smo opisali rešitve kako zmanjšati izgubo energije skozi ovoj stavbe, prikazali smo nekaj ogrevalnih sistemov ter toplotne mostove.

Za energijsko varčno hišo je zelo pomembno:

- da ima primerno izolirane zunanje stene,
- da je zgrajena iz materialov, ki imajo visoko toplotno odpornost,
- da je streha primerno izolirana,
- da ima napredno ogrevalno tehniko.

Pomembna je tudi orientacija objekta, s čim manj toplotnimi mostovi. Z izgradnjo energetske varčnih objektov, lahko pripomoremo k zmanjšanju porabe primarne energije, varovanju okolja in energetske odvisnosti države od dobaviteljev energentov.

Pures 2010 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah

Dne 1.7.2010 je stopil v veljavo novi PURES 2010 (Ur. l. RS, št. 52/10), ki začne veljati 1. januarja 2011. Pravilnik se sklicuje na novo sprejete tehnične smernice za graditev (TSG-01-004:2010). Oba dokumenta moramo obravnavati v tesni povezavi.

Pravilnik je pravzaprav prenos zahtev, usmeritev in priporočil evropske zakonodaje na uporabno raven in njihova formalizacija v lokalnem pravnem sistemu. Najstarejša pravna podlaga za PURES 2010 je direktiva o gradbenih proizvodih 89/106/EEC iz leta 1988. Ta obravnava temeljne zahteve za elemente, ki so za stalno vgrajeni v objekte, in za bivalne pogoje v grajenem okolju. Druga pravna podlaga je prenovljena direktiva o energetske učinkovitosti stavb 2010/31/EU. Ta obravnava večanje energetske učinkovitosti v stavbah z namenom zmanjšanja odvisnosti EU od uvožene energije. Tretja podlaga je direktiva o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov 2009/28/ES.

Najpomembnejša izhodišča za sistemsko reševanje vprašanja računanja potrebne energije v stavbi so v dokumentu SIST-TP CEN/TR 15615:2008 (razlaga splošne povezave med različnimi standardi CEN in direktivo o energetske učinkovitosti stavb (EPBD) - krovni dokument), kjer je postopek računa razporejen na tri stopnje: na račun neto energije stavbe, račun v stavbo dovedene energije in račun kazalcev celotnega energetskega odziva stavbe, ter v SIST EN ISO 13790, energetske odziv stavb, račun potrebne energije za gretje in hlajenje, s spremljajočimi standardi.

V EU stavbe porabijo 40 % energije in proizvedejo 36 % izpustov toplogrednih plinov. Naši domovi so različnih oblik, starosti in velikosti, od enodružinskih hiš do večstanovanjskih stavb, starih, novih, javnih objektov. Skoraj vsem pa je skupno, da porabijo ogromno energije in jih je zato drago vzdrževati. Naraščajoči stroški in vse višja starost domovanj pomenijo, da bo vse več in več ljudi imelo težave pri plačevanju računov za energijo.

Energijo v domovih uporabljamo za različne potrebe: od ogrevanja in hlajenja, do priprave tople vode, električne energije za razsvetljavo, naprave in gospodinjske pripomočke. Obstaja pa veliko ukrepov za učinkovitejšo rabo energije, s katerim lahko rabo energije v domovih zmanjšamo. Novi pravilnik na samem začetku določa

postopek, po katerem so poleg dovoljene toplote za gretje ali hlajenje izračuna tudi potrebna toplotna moč naprav. Urbanist tako dobi ob znanem volumnu planiranih objektov podatke o največji dovoljeni moči naprav. S temi podatki se nato določi potrebno komunalno opremo (toplovode, plinovode, kotlovnice za daljinsko gretje, ipd). Pures 2010 uvaja obvezno rabo OVE (obnovljivih virov energije – sončno obsevanje, biomasa, geotermalna energija in energija vetra), ki v 8 členu zahteva, da moramo imeti v vsaki stavbni vsaj 25% potreb za gretje, hlajenje, pripravo tople vode in pogon naprav posamično ali skupno. Stavba se lahko priključi tudi na zunanji vir, ki zagotavlja predpisani delež. Tako bo veliko lažje izpolniti zahteve (2 x – 20% - zmanjšanje emisij in končne rabe energije) in + 25% - delež OVE. Projektna temperatura ogrevnega medija ne sme biti višja od 55 °C. Hladilni sistem je omejen na 6 °C.

Kaj nam pures ponuja?

- Izpolnjene zahteve EU Direktive o učinkoviti rabi energije v stavbah.
- Omogoča kontrolo izpolnjenih zahtev pravilnika o končani izgradnji stavbe, oziroma prevzemu ali prodaji.
- Zagotavlja gradnjo NEH - nizko energijskih stavb pri najmanj dvakrat nižjih toplotnih izgubah in 25% deležu moči naprav z uporabo OVE, kar pomeni zmanjšanje porabe fosilnih goriv v novih stavbah od 100% na 40% - po novem predpisu.
- Omogoča urbanistično planiranje na področju energijske oskrbe.
- Projektantom omogoča enostavno določanje energijskih parametrov stavbe.
- Uvaja obvezno uporabo OVE v stavbah.
- Zagotavlja uporabo kvalitetnih in okolju prijaznih naprav (kondenzacijskih kotlov, toplotnih črpalk, SSE, sončnih celic, itd).
- Zagotavlja dobre higienske pogoje bivanja z minimalnim prezračevanjem stavb.
- Gradnja naj bi se po tujih izkušnjah, podražila za dva do tri odstotke, ob sočasnem znižanju rabe energije v novih stavbah za več kot dvakrat. Zagotavlja večjo rabo domačih izolacijskih materialov in povečuje zaposlenost, saj bodo odprta številna delovna mesta za izboljšanje toplotnega ovoja stavb in rekonstrukcije instalacij.

Pravilnik se uporablja pri:

-Pri gradnji novih stavb in rekonstrukciji, kjer se posega v najmanj 25 % površine toplotnega ovoja stavbe, oziroma se zamenjuje 25% sistemov v njej. Pri industrijskih stavbah se ta predpis uporablja v obsegu, ki ni v nasprotju s predpisi o varnosti in zdravju na delovnem mestu. Pri stavbah, varovanih po predpisih o kulturni dediščini, se ta pravilnik uporablja v obsegu, ki ni v nasprotju s pogoji varstva kulturne dediščine.

-Pri rekonstrukciji, kjer se posega na manj kot 25 % površine toplotnega ovoja stavbe, pri investicijskih vzdrževalnih delih, kjer se posega na več kot 25 % površine toplotnega ovoja stavbe, ali če se gradi ali rekonstruira stavbo z bruto tlorisno površino manjšo od 50 m², morajo biti dela izvedena tako, da so izpolnjene zahteve glede toplotne izolacije.

-Pri rekonstrukciji stavb, kjer se zamenjuje manj kot 25% sistemov v stavbi in pri vzdrževalnih delih na sistemih, podsistemih in njihovih elementih.

Cilji Pures-a

Poseben poudarek je na spodbujanju gradnje t.i. skoraj nič energijskih hiš, še posebej v javnem sektorju:

-do 2020 morajo biti vse nove stavbe skoraj nič energijske (postaviti tudi vmesni cilj do 2015),

-do 2018 zagotoviti da bodo vse nove javne stavbe (v lasti ali v najemu) skoraj nič energijske, predstavljati morajo zgled ostalim,

-države članice morajo v ta namen pripraviti Akcijski načrt za skoraj nič energijske hiše in periodično poročati EC o stanju na tem področju (po 2012 na 3 leta).

Pures 2010 Kaj to pomeni za že obstoječe stavbe?

Potrebno bo zmanjšati rabo energije, zmanjšati izpuste CO₂, povečati energijsko učinkovitost in povečati rabo obnovljivih virov. Kljub temu da nas direktiva v polni meri ne zavezuje, smo dolžni poskrbeti za vse ukrepe, ki izboljšajo energetske učinkovitost stavbe.

Pogosto se pojavlja vprašanje, ali bo tudi v stanovanjskih stavbah v bodoče potrebno vgrajevati mehansko prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka. Zahteve za potrebno toploto za ogrevanje so postavljene tako, da bi ta obveznost veljala v širšem obsegu šele po letu 2015, tako da bi imel trg še nekaj časa za pripravo. Zahteva za skoraj nič energijske nove stavbe do leta 2020 nam namreč ne pušča več veliko manevrskega prostora.

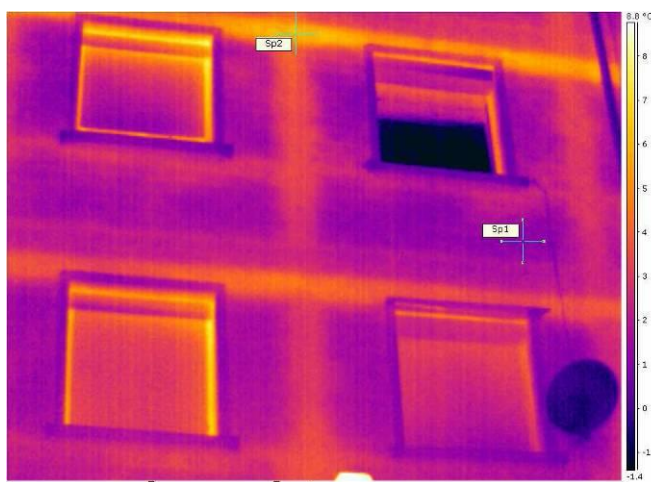
Energijska prenova starejših stavb: Še posebej je pomemben obseg energijske prenove starejših stavb, zato prenovljena direktiva EPBD ohranja vse dosedanje zahteve, odpravi nejasnosti in nedorečenosti ter mestoma zahteve celo zaostruje. Odpravljena je meja 1000 m² za izpolnjevanje minimalnih zahtev pri večjih prenovah stavb (naša zakonodaja že postopa tako pri vseh rekonstrukcijah).

Znano je, da se v starih stavbah skrivajo potenciali za ogromne prihranke energije. Kako jih izkoristiti?

Večina ljudi živi v starih objektih, če pod »star« objekt razumemo stavbo, ki ni starejša od 5 let. Tisto, kar je bilo namreč zgrajeno pred petimi leti, danes zaradi hitrega napredka stanja ne velja več za energetske zelo učinkovito. Pri starejših stavbah je seveda slabše, zato je treba še ogromno stavb sanirati. Kje začeti? Če želimo trajnostno ukrepati, moramo najprej zmanjšati potrebo po energiji. Nato moramo to potrebo zapolniti z obnovljivimi viri energije, kjer to ni mogoče, pa s fosilnimi gorivi, pri čemer pa moramo vključiti energetske učinkovitost. Toploto pa moramo izmenjevati pri čim nižji temperaturi. To pomeni, da moramo zelo izboljšati ovoj stavb, povečati izolacijo sten ter izkoristiti možnosti, ki jih daje akumulacija. Urediti je treba tudi ogrevalne sisteme, ki morajo biti sodobni in z visokim izkoristkom. Če k temu dodamo še odpadno toploto pri prezračevanju, smo naredili že zelo veliko.

Stavba kot škatla, ki diha

Stavbo si lahko predstavljamo kot škatlo, ki ščiti notranjost pred vremenskimi pogoji kot so zunanje temperature, veter, dež in podobno. Notranje udobje, ki je lahko sicer precej subjektivna zadeva, je odvisno predvsem od dveh dejavnikov: notranje temperature in vlage. Očitno je udobje najmanjše, ko se hkrati pojavita visoka temperatura in visoka vlaga. Ovoj stavbe deluje kot izmenjevalec z zunanjimi podnebnimi pogoji, saj pridobiva toploto iz sončnih žarkov in oddaja toploto navzven (zaradi prezračevanja in pomanjkljivosti ovoja). Ovoj, ki sicer ovija in ščiti stavbo, mora tudi omogočati, da stavba diha, s čimer se izognemo previsoki notranji vlagi in hkrati dosežemo ustrezno razmerje med toplotnimi dobitki in izgubami. Posebna fotografija (posneta z infrardečo kamero) prikazuje toplotne lastnosti stavbe, kjer jasnejša področja (rumena) prikazujejo toplejše dele na zunanji strani ovoja stavbe, temnejša (rdeča/modra) pa hladnejše dele. Fotografija prikazuje točke, kjer je uhajanje toplote najbolj očitno.

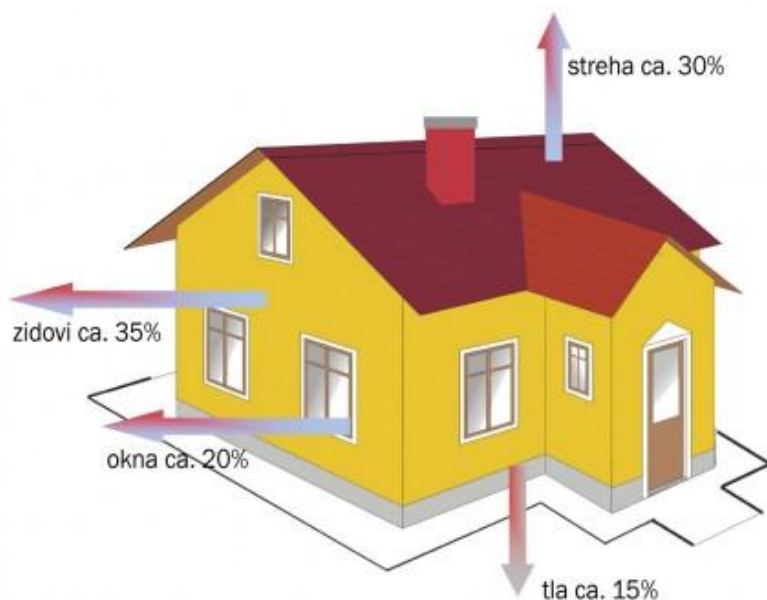


Slika 1: Termografska slika stavbe

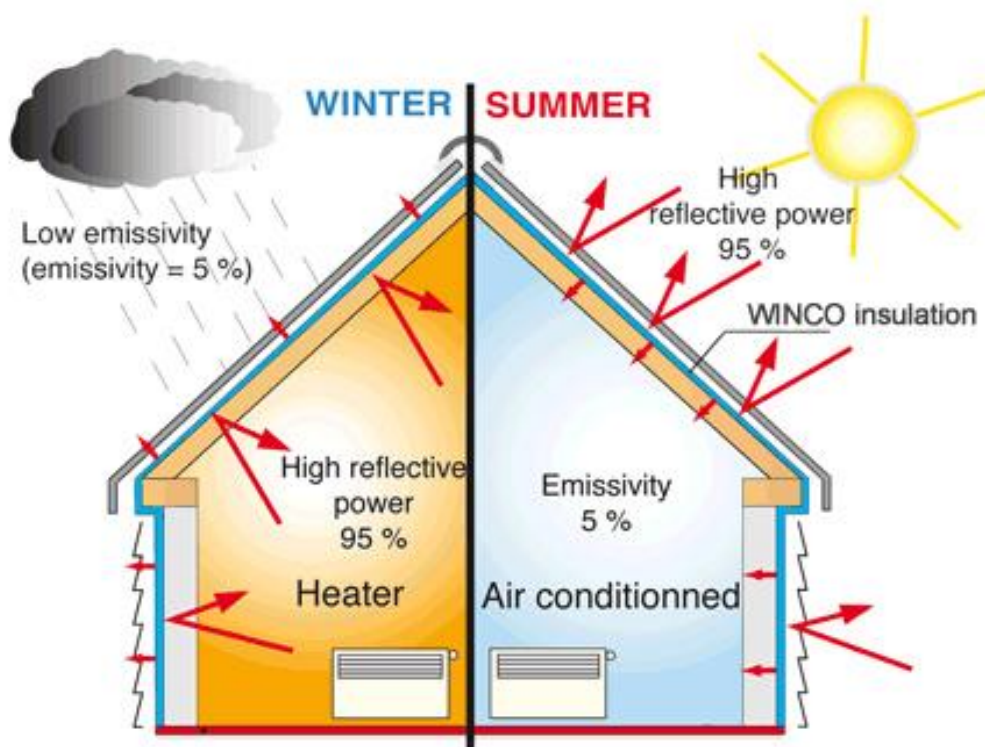
Zakaj toplota uhaja iz stavb?

Gre za fizikalni pojav, ki ga imenujemo prevajanje toplote: toplota vedno prehaja iz toplejšega v hladnejši prostor.

Pozimi torej toplota prehaja iz ogrevanih prostorov v okolico stavbe in v sosednje neogrevane prostore kot so podstrešja, garaže in kleti – kjer koli se pojavlja razlika v temperaturi. Poleti toplota prehaja iz okolice stavbe v njeno notranjost. Če želimo ohraniti udobje moramo izgube toplote, do katerih prihaja pozimi, nadomestiti z ogrevalnim sistemom, toploto, ki jo pridobivamo poleti pa moramo odstraniti s klimatsko napravo. Torej se v večini stavb izgubijo velike količine energije. V povprečju evropska gospodinjstva porabijo 70% celotne energije samo za ohranjanje primerne temperature. Za ogrevanje se uporablja predvsem zemeljski plin, za hlajenje pa se praviloma uporablja elektrika. Poraba toplote za ogrevanje hiše v hladnem obdobju je energijsko najbolj potratna storitev. Če porabo toplote zmanjšamo z izolacijo, z vračanjem toplote, z energetske varčnimi okni, s pasivnim izkoriščanjem sončne energije in z ostalimi ukrepi, lahko poenostavimo sistem ogrevanja. S tem se zmanjša potreba po ogrevanju, račun za ogrevanje in emisije ogljikovega dioksida (CO₂).



Slika 2: Povprečni izračun toplotnih izgub na objektih



Slika 3: Prehod toplote

Prehod toplote:

ZIMA

Nizko sevanje toplotne energije (5%)

Odsevna moč (95%)

Toplota

POLETJE

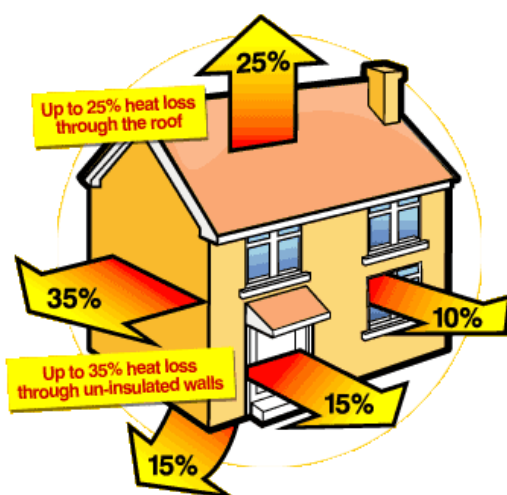
Visoka odsevna moč (95%)

Sevanje toplotne energije (5%)

Klimatizacija

Ovoj stavbe

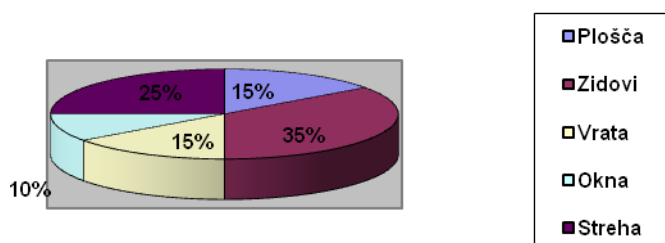
Večina izgub energije v stavbah je posledica neustreznega ovoja, ki je sestavljen iz zidov, tal, strehe, vrat in oken. Spodnja slika kaže, kje po navadi prihaja do prevajanja toplote, na primer na zunanjih stenah in sosednjih neogrevanih prostorih. Primerni sestavni deli in izolacijski materiali omogočajo zmanjšanje potrebe po ogrevanju in hlajenju, saj zagotavljajo učinkovito odpornost proti toplotnim tokovom, ali – povedano preprosteje – z boljšim ohranjanjem notranje temperature. Poleg tega je zaradi svojih lastnosti odbijanja in vpijanja sončne svetlobe pomembna tudi barva fasade. Bela in svetle barve odbijajo svetlobo medtem ko jo črna in temne barve vpijajo.



25 % izgube toplote skozi streho
10% izgube toplote skozi okna
15% izgube toplote skozi vrata
15% izgube toplote skozi tla
35% izgube toplote skozi zid

Slika 4: Izguba energije

Izguba energije



Izolacija:

Izolacija pomeni vsak material z visoko odpornostjo proti toplotnim tokovom.

Nekatere pogosto uporabljeni materiali za toplotno izolacijo lahko

razvrstimo na:

- sintetični materiali: ekspandirani polistiren, poliuretanske in fenolne pene, polivinil klorid (PVC) ipd.
- mineralna: mineralna vlakna (kamena in steklena volna), ekspandirana glina, penjeno steklo ipd.
- rastlinskega izvora: pluta, lesna vlakna, lan itd.

Poleg tega so izolacijski materiali v zelo različnih oblikah. Poleg trdne izolacije poznamo tudi: prevleke v obliki *ploskev* ali rol, vpihana prosta vlakna, pene in razpršila itd. Lahko jih uporabljamo skupaj in s tem izboljšamo lastnosti toplotne izolacije, vendar to zahteva ustrezno kombinacijo materialov in profesionalno namestitvev. Dobra izolacija lahko zmanjša prevajanje toplote skozi stene, strehe, okna itd., kar prinaša naslednje koristi:

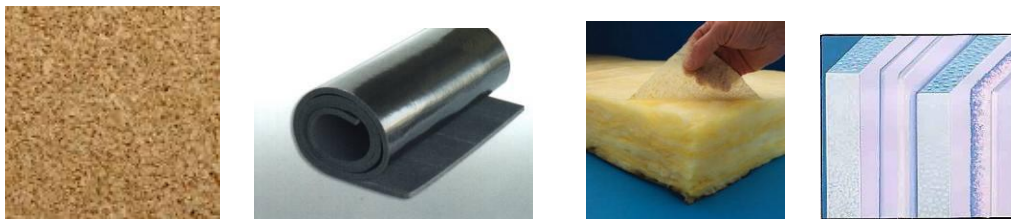
- Prihranek energije, saj se zmanjšajo izgube energije v hladnih dneh in omogoča krajše

obdobje hlajenja ter nižje temperature v vročih poletnih dneh.

- Povečanje udobja, saj ni učinka "hladnega zidu", ki nastaja ob zunanjih stenah in ob oknih (temperaturna razlika med površino zidu in sobo naj ne bi bila večja kot 4 °C).
- Zmanjša se tveganje za kondenziranje vlage, ki lahko povzroči škodo na izolaciji stavbe in njeni nosilni konstrukciji, uničevanje barve in nezdrave življenjske pogoje. Tveganje za kondenzacijo se poveča z nižjimi temperaturami okolice.
- Preprečuje nenadne temperaturne spremembe, ščiti stavbo pred razpokami in toplotnim raztezanjem.
- Izboljša akustiko stavbe.

Izolacijski material običajno razvrščamo glede na toplotno odpornost (ki jo označujemo z vrednostjo R). Ta prikazuje, koliko je material odporen na toplotne

tokove. Višja kot je odpornost, bolj učinkovita je izolacija. Seveda so lastnosti toplotne izolacije odvisne od vrste materiala, njegove debeline in gostote.



Slika 5: Primeri izolacij

Za katero koli stavbo, ki je starejša od 20 let ali je neprimerno izolirana, je priporočljivo, da jo obnovimo in izboljšamo njeno izolacijo. S takšno obnovo lahko dosežemo tudi 50% prihranka energije za ogrevanje in hlajenje. Da dosežemo visoko udobje ob nizkih stroških je - poleg izolacije - ključno tudi, da skrbno izberemo gradbene materiale. Vendar je to bolj primerno, kadar gradimo nove stavbe ali ko je potrebna temeljita prenova. Na primer, votel keramičen zidak ima zelo dobre izolirne lastnosti (ali visoko toplotno odpornost), nekateri drugi materiali kot je npr. toplotno obdelana glina pa imajo še boljše učinke.



Slika 6: Primer oblaganja objekta s toplotno izolacijo

Gradbeni material

Za katero koli stavbo, ki je starejša od 20 let ali je neprimerno izolirana, je priporočljivo, da jo obnovimo in izboljšamo njeno izolacijo. S takšno obnovo lahko dosežemo tudi 50% prihranka energije za ogrevanje in hlajenje. Da dosežemo visoko udobje ob nizkih stroških je - poleg izolacije - ključno tudi, da skrbno izberemo gradbene materiale. Vendar je to bolj primerno, kadar gradimo nove stavbe ali ko je potrebna temeljita prenova. Na primer, votel keramičen zidak ima zelo dobre izolirne lastnosti (ali visoko toplotno odpornost), nekateri drugi materiali kot je npr. toplotno obdelana glina pa imajo še boljše učinke. Te opeke imajo strukturo z zračnimi celicami, ki pomagajo doseči dobro toplotno in akustično izolacijo. Če povzamemo, je poleg gradbenih materialov pomembno uporabiti tudi izolirne materiale, da dosežemo večje prihranke energije in večjo udobnost.



Slika 7:
Termoblok



Slika 8: Opečni
zidaki



Slika 9: Opečni zidaki

Zrakotesnost ovoja

Z zrakotesnostjo označujemo intenzivnost nekontroliranega pretoka zraka skozi konstrukcijo v zgradbo ali iz nje zaradi tlačne razlike. Nekontroliran pretok zraka se pojavlja v fugah, špranjah in drugih netesnih mestih na ovoju zgradbe. Pomanjkljivosti prehajanja zraka skozi zunanji ovoj so nezanesljivost, gradbene poškodbe, prevajanje zvoka in nekontrolirane toplotne izgube.

S tesnjenjem oken lahko pri starejših stavbah prihranimo od 10% do 15% potrebne energije za ogrevanje, investicija v kakovostna tesnila (silikonska) je nizka in se povrne v povprečju v 2 letih. Toplotne izgube zaradi prezračevanja predstavljajo pri slabo toplotno izoliranih stavbah okoli 1/3 vse potrebne energije za ogrevanje stavbe.

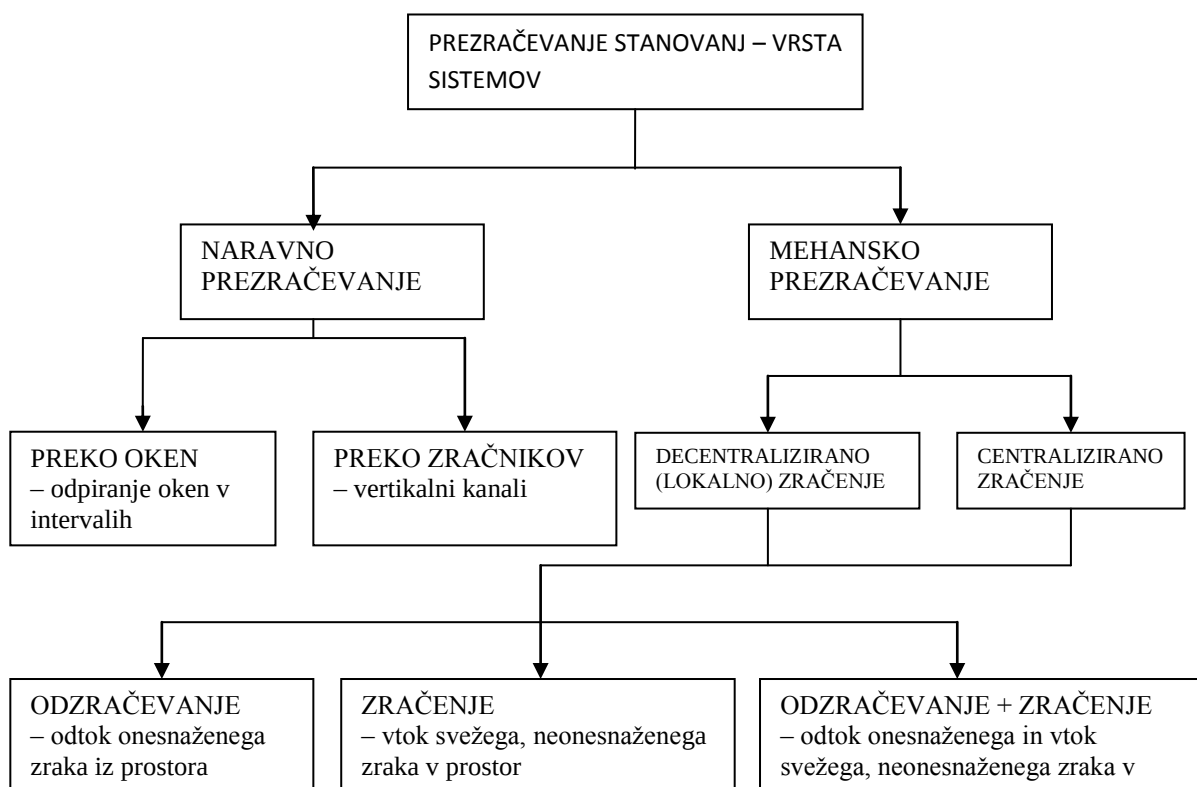
Če je ovoj stavbe primerno toplotno zaščiten, pa delež toplotni izgub zaradi prezračevanja dosega že polovico toplotnih potreb. Stopnjo nenadzorovanega prezračevanja želimo omejiti na potrebno raven približno 0,7 kratne izmenjave zraka v bivalnem prostoru na uro. Opozoriti velja, da je pri oknih, ki dobro tesnijo, potrebno aktivno prezračevanje z odpiranjem oken ali z ventilatorji, da zadostimo higiensko tehničnim zahtevam.

Prezračevanje

Pogosto se npr. z menjavo starih in vgradnjo novih, zrakotesnih oken tako povečamo zrakotesnostjo stavb prav kmalu tudi na pravilno toplotno saniranih delih stavb pojavijo poškodbe v obliki različnih vrst plesni. Povzročita jih predvsem povišana relativna zračna vlaga v zimskem času (nad 45%) in povišana relativna vlaga na premalo (čeprav po veljavnem pravilniku) izoliranih toplotnih mostovih, ki lahko znaša na teh hladnejših delih tudi do 80% (preklade, vogali, zunanje stene za pohištvo). Zato je zelo pomembno pravilno zračene in prezračevanje.

Prezračevanje ima poleg vpliva na kakovost bivanja tudi občuten vpliv na rabo energije za ogrevanje objekta. Z ogrevanjem objekta dovajamo v prostore toploto, enakovredno velikosti toplotnih izgub. Le te pa sestavljajo transmisijske toplotne izgube (zaradi prehoda toplote skozi ovoj zgradbe) ter ventilacijske toplotne izgube (zaradi naravnega ter prisilnega prezračevanja). Transmisijski del toplotnih izgub se veča z naraščanjem toplotnem prehodnosti ovoja zgradbe (manj učinkovita toplotna zaščita), ventilacijski del pa je odvisen samo od pretoka izmenjanega zraka (število zamenjav). Tako lahko z zmanjšanjem urne izmenjave zraka z 1 na 0.5 dosežemo v primeru objekta s slabo toplotno zaščito teoretičen prihranek toplote v višini 1/4 prvotne rabe, v primeru nizkoenergijske hiše z visoko toplotno zaščito pa kar 1/3.

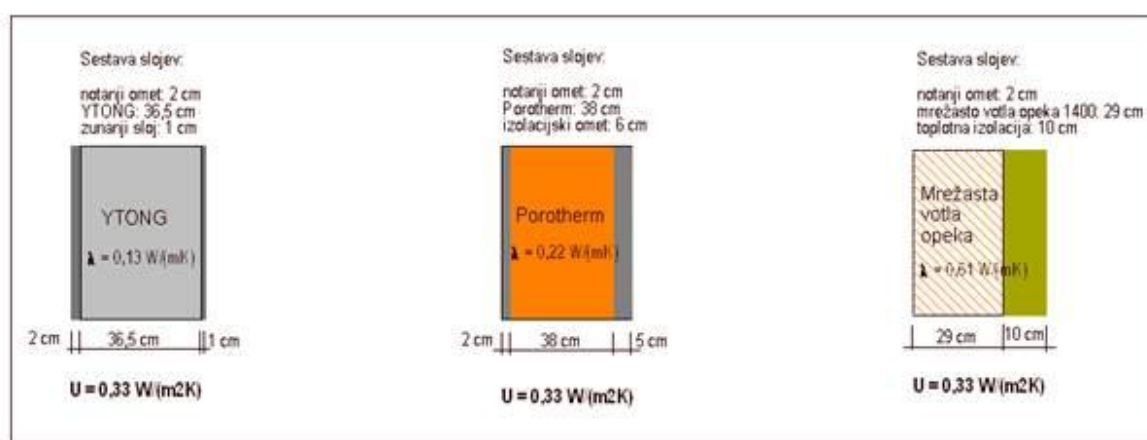
Načini prezračevanja



Toplotna prehodnost zunanjih sten

Ob prenovi zgradbe je smiselno predvideti ustrezno dodatno toplotno zaščito, saj je takrat ekonomska upravičenost ukrepa največja. Toplotna izolacija zunanjih sten je res drag ukrep, a kadar se življenjska doba fasade že izteka, je obnova nujna, zato se strošek na račun energetske sanacije najmanj prepolovi in je tudi odplačilna doba ukrepa sorazmerno krajša. Pri starejših toplotno neizoliranih stavbah lahko pričakujemo okoli 20% prihranka pri energiji. Analize kažejo, da se dodatna naložba v energetske obnove zunanjih sten, ob siceršnji obnovi stavbe, lahko povrne že v 10 letih. Toplotno zaščito zunanjih sten lahko izboljšamo, kadar saniramo stene v pogledu nosilnosti (injektiranje razpok, vgrajevanje protipotresnih vezi), ob sanaciji vlažnih

zidov, zamenjavi ali sanaciji zunanjega ometa, ob sanaciji fasadnih oblog, ob sanaciji starejše poškodovanje toplotnoizolacijske obloge, ki je odstopila od podlage, ob sanaciji gradbeno-fizikalnih ali ob izboljšanju estetskega videza fasade. Odločamo se lahko za zunanjo ali notranjo toplotno izolacijo, vendar je pri slednji več možnosti za gradbeno-fizikalne napake in poškodbe. Med cenejše sodijo sistemi z lepljenimi toplotnoizolacijskimi ploščami in zunanjim ometom, kakovostni in dražji so sistemi s prezračevano obzidano fasado. Prezračevane fasade z lahko oblogo so pri nas v starejši stanovanjski gradnji manj običajne, čeprav v gradbeno-fizikalnem smislu dobre.



Slika 10: Toplotna prehodnost pri različnih gradivih za zunanje stene

Okna, steklene površine in vrata

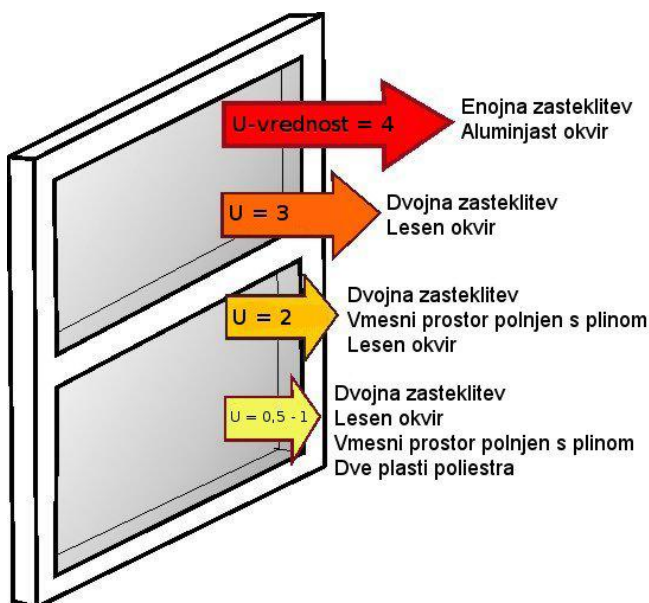
So najšibkejši deli ovoja stavbe, skozi katere se v povprečju izgubi tretjino toplote pozimi in hladu poleti. Izgube so posledica prepuščanja zraka in toplotnih mostov vzdolž okvirjev teh elementov. Poleg tega je to posledica prevajanja toplote skozi same elemente. Običajna okna imajo po navadi nizko odpornost na toplotni tok, kar pomeni, da so neučinkovita. Okna in steklene površine, ki pokrivajo znaten del površine stavbe, imajo - poleg tega da kot drugi deli ovoja preprečujejo izgubo toplote – še eno pomembno nalogo: zagotavljajo naravno dnevno svetlobo. Sončna svetloba pomeni toplotne dobitke v notranjih prostorih (kar je zlasti pomembno v hladnejših deželah in hladnejših obdobjih). Po navadi je dobro, da vrata izoliramo in zamašimo, za kar pretežno uporabljamo tesnila, s katerimi preprečimo uhajanje zraka. Če pa so vrata starejša, jih je dobro zamenjati z novejšimi, ki so narejena iz

toplotnoizolacijskega materiala (les, dvoplastna aluminijasta, ki so napolnjena z izolirno peno ali prevleko ipd).

Kako zmanjšamo izgubo energije skozi okna?

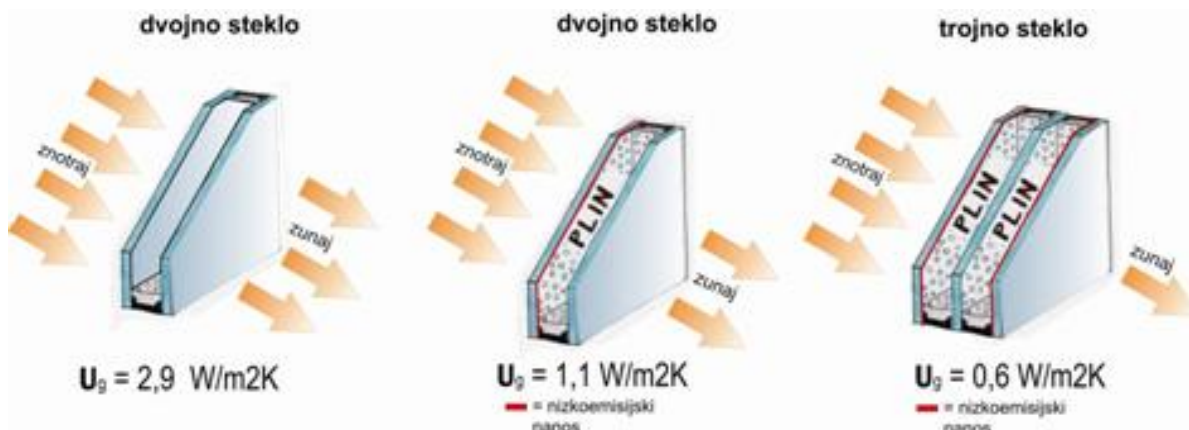
- Izbrati moramo ustrezno obliko in lego oken ter steklenih površin;
- Preverite, ali je možno dobiti energetske učinkovita okna, ki so zelo odporna na toplotni tok.

Zamenjate stara okna z enojno zasteklitvijo s takšnimi, ki imajo dvojno. To zahteva nekaj sredstev, vendar pa se vam bo izguba energije skozi okna zmanjšala za polovico in se bo dolgoročno izplačalo. Če si privoščite najboljše, kar ponuja trg (lesene okvirje, dvojno zasteklitev, steklo z majhnimi emisijami in polnjenje z argonom), lahko prihranite celo več kot 70 odstotkov energije, ki se sicer izgubi.



Slika 11: Zasteklitev oken

Velika okna naj bi namestili na južni strani, saj s tem omogočimo, da pozimi sonce ogreva notranje prostore. Nasprotno naj bi poleti, ko želimo preprečiti pregrevanje zaradi vročega poletnega sonca, uporabljali kakšno senčilo, na primer ustrezen napušč ali verando. Na severno stran hiše pa naj bi namestili manjša okna in tako preprečili, da bi v hišo vstopal hladen zrak s severne strani.



Slika 12: Toplotna prevodnost skozi različna okna



Slika 14: Lesen okvir



Slika 13: PVC okvir

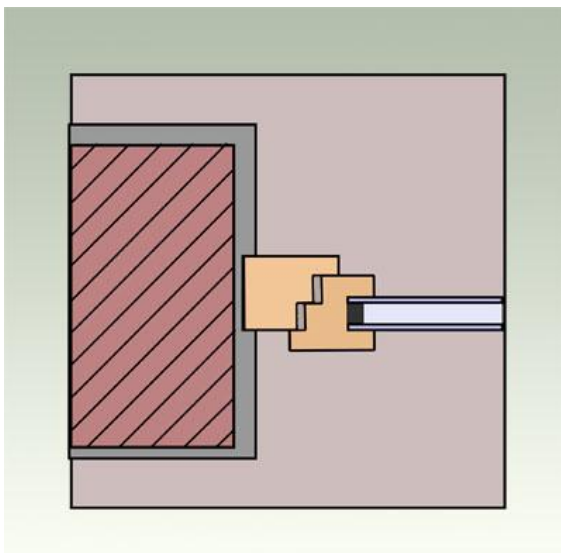
Z vprašanjem, kakšno okno izbrati se srečamo tako, pri novogradnjah, kot tudi pri zamenjavi oken na obstoječih zgradbah. Pri obstoječih zgradbah imamo predvsem dve možnosti. Ali obstoječa okna sanirati ali jih zamenjati z novimi. Zamenjava stekel, je zagotovo najboljša rešitev, ki pa jo še žal le redko uporabljamo. Samo dodatno tesnjenje oken s posebnimi tesnili je premalo. Bo pa zagotovo velika priložnost za tiste, ki želijo nekatera dela opraviti sami in posledično prihraniti kar nekaj denarja. Če pa bo to delo opravil usposobljeni mojster, bo zadovoljstvo še veliko večje.

Naslednji opis nam prikaže vzroke, zaradi katerih je potrebno sanirati okna

- Dotrajanost oken (okenski okvirji, okovje)
- Zračna tesnost
- Nezadovoljiva toplotna izolacija zasteklitve (preprosta zasteklitev ali star sistem dvojne zasteklitve)
- Neugoden položaj vgradnje (toplotni mostovi)

Zamenjava oken

Stara okna kompletno zamenjamo z novimi. Zamenjava oken je zelo priljubljena, čeprav povzroči nemalo problemov. Z novimi okni prihaja na zunanjih stenah objekta do rosenja in posledično do plesni. Relativna vlažnost v takih prostorih zmeraj narašča. Ogrevanje in prezračevanje se mora v takih objektih prilagoditi na nova razmerja. Nova okna niso več najslabši gradbeni element, ki so povzročitelj nižjih notranjih temperatur na objektu. Ležijo v temperaturnih mejah toplotnih mostov (okenske špalete, zunanji koti). Preden stanovalec opazi rosenje na okenskih steklih in stanovanje prezračiti, vlaga že vstopi preko toplotnih mostov in povzroči plesen. Slika št. 15 prikazuje konstrukcijo novega okna.



Slika 15: Konstrukcija novega okna

Pri zamenjavi oken je priporočljivo istočasno zaščiti objekt s toplotno izolacijo. S tem ukrepom minimaliziramo vpliv toplotnih mostov. V takem primeru lahko okna namestimo na zunanji rob stene in jih povežemo s fasado. V kolikor fasade ne nameravamo toplotno izolirati, moramo dobro preučiti gradbeno fizikalne pogoje. Ena izmed možnosti je, da dodatno toplotno izoliramo okenske špalete ali na zunanjo steno oziroma, v okensko špaletu vgradimo prezračevalno napravo. Pri zamenjavi oken je smiselna odločitev za vgradnjo kakovostnih energetsko učinkovitih oken, s toplotnoizolacijskimi okenskimi okvirji in energetsko učinkovito zasteklitvijo. Gre za dvojno zasteklitev z nizkoemisivnim nanosom na notranji šipi v medstekelnem prostoru in s plinskim polnjenjem, ki ima toplotno prehodnost

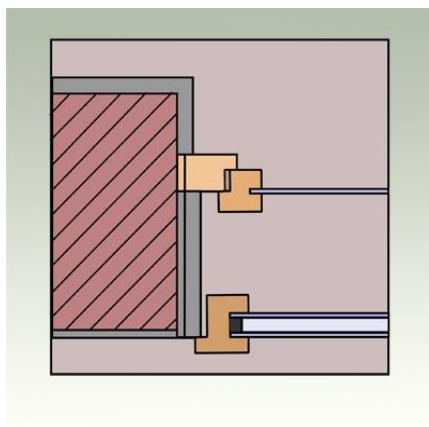
$k = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$. pri tej zasteklitvi so toplotne izgube skoraj trikrat manjše kot pri navadni termopan zasteklitvi ($U = 2.9 \text{ W/m}^2\text{K}$). menjava starih oken z energetsko učinkovitimi ob dobri zrakotesnosti omogoča do 20% prihranka pri potrebni energiji za ogrevanje. Dodatna naložba v izbor učinkovite zasteklitve predstavlja 10% do 15% investicije v nova okna. Razlika v ceni se povrne v približno 3 letih, kar pomeni, da je odločitev za energetsko učinkovito zasteklitev s $U = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ob zamenjavi praktično nujna in dolgoročno učinkovita.

Razlikujemo dva načina zamenjave oken:

1. Demontaža kompletnih oken in vgradnja novih. V tem primeru lahko spremenimo položaj okna in ga pomaknemo do zunanje roba stene.
2. Vgradnja PVC oken, tako imenovana nadgradnja. Pri taki zamenjavi odpadejo zidarska dela. Ta način je zelo priljubljen in se ga mnogi poslužujejo. Problem nastane samo, če so bila stara okna slabo vgrajena.

Dodatno okensko krilo pri obstoječih oknih

Pri tem načinu staro okno ostane. Namestimo mu dodatno okensko krilo (glej sliko št. 16) in dobimo tako imenovano povezovalno okno. Drugi način je, da dodamo še eno okno, običajno z notranje strani. Taka okna imenujemo kasetna okna. Da se izognemo rosenju, mora biti tesnost notranjega okna zmeraj večja, za doseg predpisane zahteve, toplotno izolirane zasteklitve. Pri enostavni zasteklitvi je potrebno steklo dodatno toplotno izolirati.

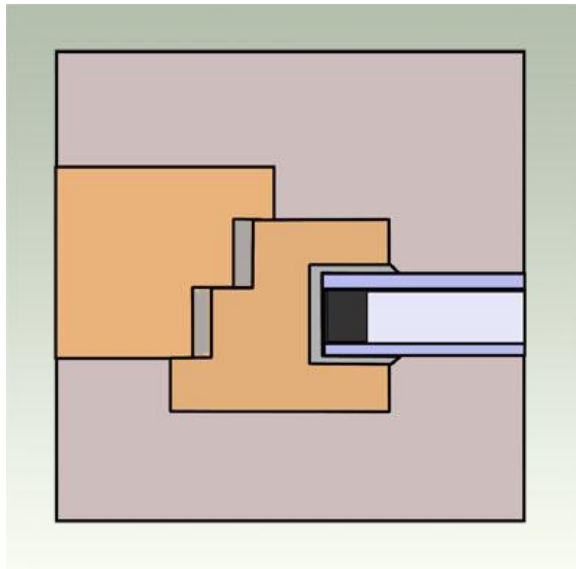


Slika 16: Dodatno vgrajeno okensko steklo

Zamenjava stekel

Zaradi teže same šipe in velikega prečnega profila, je priporočljiva zamenjava stekel samo pri oknih, ki so že imela izolacijsko zasteklitev. Pri dobro ohranjenih oknih iz 60. in 70. let prejšnjega stoletja, je ta način smiseln. Predvsem pri okenskih okvirjih,

izdelanih iz tropskega lesa. Ta način je finančno najugodnejši. Če ne obnavljamo fasade je ta način primernejši, kot zamenjava celotnega okna. Povečamo toplotno izolacijo (stekla so enaka kot pri novih oknih). Do povečanja relativne vlažnosti in posledično do nastanka plesni ne pride, ker se tesnost, v okenskem okvirju ne poveča. Toplotne izgube preko stekel se občutno znižajo. Oblika dobro ohranjene fasade pa se pri obnovi oken ne poškoduje. Dela so enostavna in jih lahko opravi vsak posameznik ali mojster, ki poseduje nekaj spretnosti in primernega orodja.

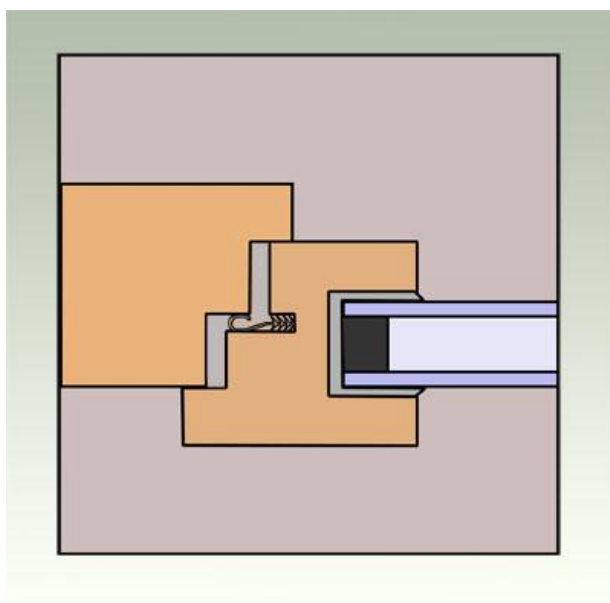


Slika 17: Zamenjava stekel v obstoječih okenskih okvirjih

Pri steklarju je potrebno naročiti stekla, ki jih predhodno točno izmerimo, da ne bodo nastali problemi pri vstavljanju v obstoječe okvirje. Po vstavitvi stekel v okenske okvirje, je potrebno prilagoditi še lesene letve in preveriti tesnjenje okenskega okvirja (slika št. 17).

Zatesnitev oken

Pri ponovni zatesnitvi oken (reže med okenskimi krili in okenskim okvirjem) se moteča izguba zmanjša. Na voljo imamo lepljiva tesnila različnih profilov. Ta način je potrebno večkrat obnavljati zaradi slabega oprijema lepila na tesnilu. Tesnilo moramo nalepiti tako, da ne prihaja do stranskega pritiska na tesnilo, pri zapiranju oken (slika št. 18). Zamuden, toda učinkovit način je saniranje rež, ki nastanejo v oknih. Za pritrditev tesnila najpogosteje uporabljamo lepilo neopren ali silikon. Spremljati moramo povečano relativno vlažnost, ki se pojavi pri sanaciji starih oken.



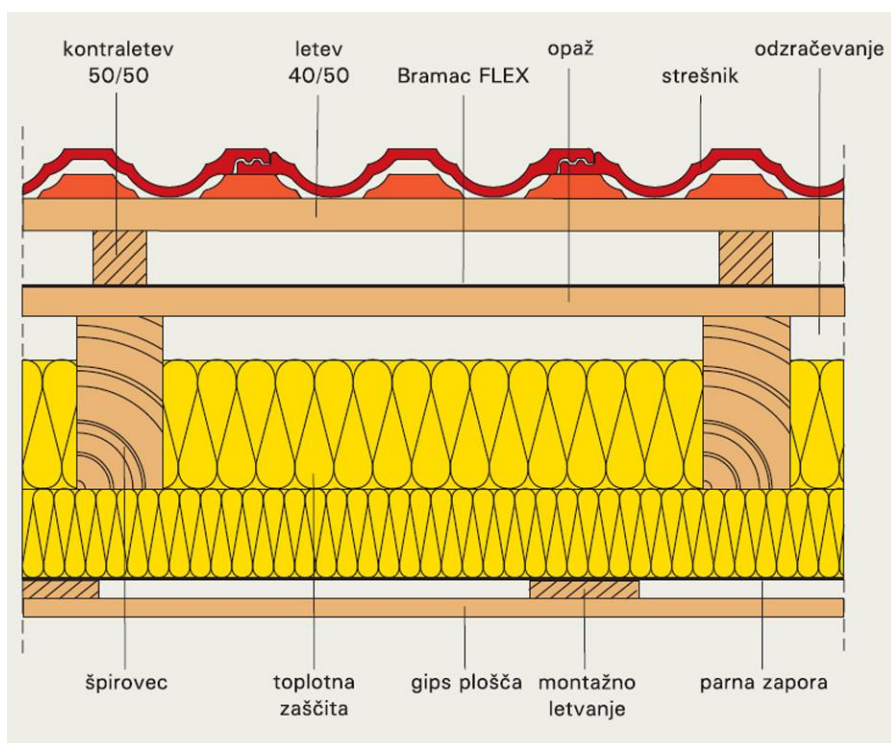
Slika 18: Zatesnitev starih okenskih okvirjev in kril

Toplotna izolacija podstrešja

Toplotna izolacija podstrešja omogoča prihranke od 7% do 12% pri rabi energije za ogrevanje povprečne stavbe. Nepohodna izvedba toplotne izolacije stropa proti podstrešju se povrne v 3 do 4 letih. Pohodne različice so lahko precej dražje, vendar se moramo zavedati, da gre razlika v ceni na račun funkcionalnosti podstrešja in ne na račun energetske obnove stavbe. Posebej v zadnjih etažah več stanovanjskih objektov pogosto razmišljamo o notranji toplotni izolaciji stropa. V takem primeru velja opozoriti na nujno namestitev parne zapore na notranji strani toplotne izolacije. Tako se izognemo kondenzaciji vodne pare v stropu in kasnejšemu pojavu plesni. Ustreznost rešitve z notranjo toplotno izolacijo je potrebno vsakič gradbeno fizikalno preveriti. Posvetiti se je potrebno stikom stropa z zunanjo steno, saj pri tem nastajajo toplotni mostovi, ki jih le težko rešimo z estetsko sprejemljivimi rešitvami. Na mestih toplotnih mostov lahko pride tudi do površinske kondenzacije vodne pare, kar je idealno gojišče za razvoj plesni. Bivanje v takih prostorih je neprijetno in sanacija poškodb draga.

Toplotna izolacija poševne strehe

Kadar se odločamo za toplotno izolacijo poševne strehe, se moramo zavedati, da toplotna izolacija ne bo zmanjševala le toplotnih izgub pozimi, ampak nas bo varovala pred pretirano vročino in pregrevanjem mansardnega bivalnega prostora poleti. Zato mora biti debelina toplotne izolacije v tem primeru večja kot pri izolaciji stropa proti podstrešju (npr. 20 cm). Predvideti je potrebno zaščito toplotne izolacije pred zamakanjem zaradi poškodb kritine, projektant pa mora tudi računsko preveriti difuzni tok vodne pare skozi konstrukcijo. Posebno pomembno je doseganje zrakotesnosti lahkih strešnih konstrukcij, konstrukcij, kajti slabi stiki in nenadzorovano izmenjavanje zraka lahko izničijo vsa naša prizadevanja za zmanjšanje toplotnih izgub. Toplotno zaščito streh je primerno urediti, kadar obnavljamo kritino, predelujemo podstrešje v mansardo, saniramo poškodbe hidroizolacije na ravni strehi, polagamo pohodni sloj (npr. estrih) na plošči proti podstrešju ali kadar saniramo posledice gradbeno-fizikalnih napak.



Slika 19: Detajl izolacije strehe

Toplotna prehodnost talne plošče

Velik del toplotnih izgub je tudi zaradi toplotnih izgub talne plošče, zato je pomembno, da dobro izoliramo tudi talno ploščo. Pri stropu nad kletjo je dobro če je toplotna izolacija sestavljena iz dveh plasti: spodnje, ki je nestisljiva in zgornje, mehkejše, s katero preprečujemo prenos zvoka po konstrukciji, lahko je tudi v enem sloju, toda njena stisljivost ne sme biti večja od 5 mm. Talne konstrukcije na terenu se po svoji sestavi od konstrukcij na neogrevanimi kletmi ločijo le po tem, da imajo nad nosilno podlogo vgrajeno hidroizolacijo.

Ogrevanje

Strokovnjaki pravijo, da je treba po desetih, najpozneje petnajstih letih ogrevalni kotel zamenjati oziroma vsaj dobro posodobiti. Marsikdo se s tem v resnici spopade še pozneje in takrat se sprašuje, kaj izbrati; še naprej uporabljati isti energent ali slediti smernicam sodobne tehnologije in izkoriščati obnovljene vire energije. Ali je ena od

možnosti lahko tudi toplotna črpalka, ki izkorišča toploto vode, zraka ali zemlje? Je to smiselna in gospodarna naložba v več deset let stari hiši, ki je energijsko precej potratna? Le pod določenimi pogoji, odgovarjajo strokovnjaki.

Ogrevalni sistemi

Obstajajo različne vrste ogrevalnih sistemov. Razvrstimo jih lahko glede na , vir, vrsto nosilca toplote, temperature nosilca toplote, vrsto ogrevalnega elementa itd. Lokalno ogrevanje pomeni, da je vir toplote (npr. ognjišče) v prostoru, ki ga želimo ogrevati. Centralno ogrevanje se pogosto uporablja v hladnih podnebjih za ogrevanje zasebnih hiš in javnih stavb. V takšnem sistemu je bojler, peč ali toplotna črpalka, ki ogreva vodo, paro ali zrak. Vse se nahaja na osrednji (centralni) lokaciji kot je kurilnica v hiši ali kurilnica v večji stavbi. V večjih mestih se pogosto uporablja daljinsko ogrevanje.

Zračno ogrevanje

Sistem ogrevanja zgradb z zračnim ogrevanjem stanovanjskih zgradb se uporablja v poslovnih ali industrijskih zgradbah. Zamisel tega sistema je povezava zračnega ogrevanja in prezračevanja, kar je uporabno predvsem v dobro izoliranih stavbah z majhno porabo, saj je zrak bistveno slabši nosilec kot voda. Za razliko od krožnega sistema se tukaj zrak dovaja nadzorovano kar zagotavlja higiensko primerno zamenjavo zraka.

Viri energije

Fosilna goriva

Trdna fosilna goriva kot so črni premog, rjavi premog, antracit ali koks so se uporabljali v preteklosti. Ogrevanje s trdnimi fosilnimi gorivi je eden od glavnih vzrokov za onesnaževanje zraka. Posledica zgorevanja omenjenih goriv so emisije žveplovih, dušikovih in ogljikovih oksidov, emisije prahu ter emisije organskih in anorganskih snovi. V preteklosti je bila uporaba teh virov le malo nadzorovana in neprilagodljiva. Poleg tega je bila učinkovitost zgorevanja nizka, količina emisij pa je

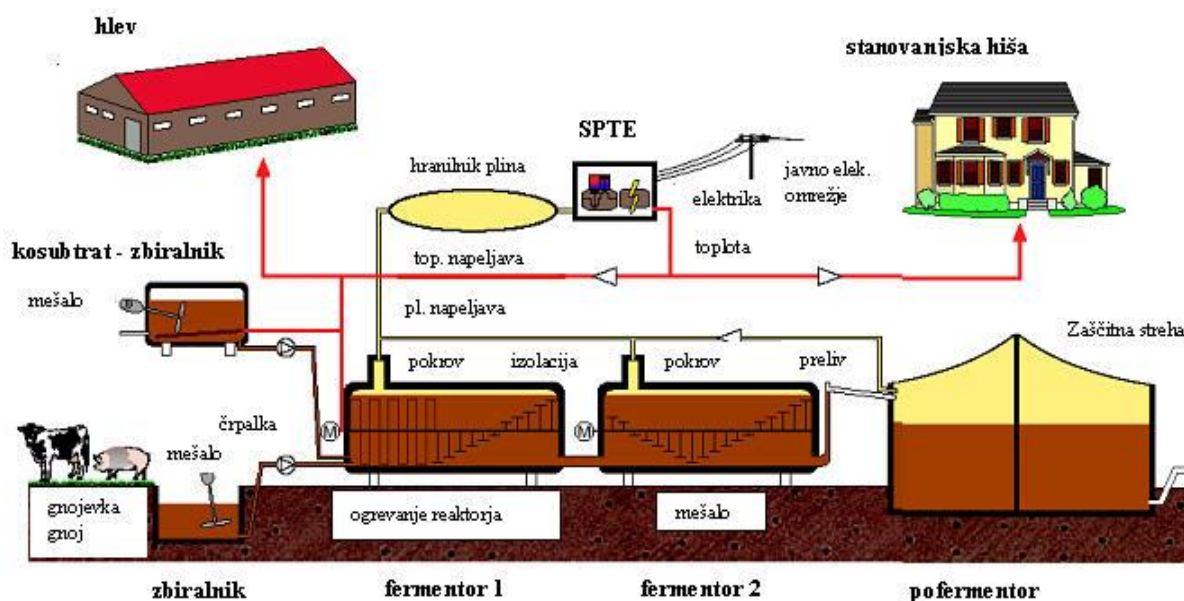
bila velika. Sodobni kotli so zelo učinkoviti in ustvarijo manj emisij. Vendar ne smemo pozabiti, da so fosilna goriva neobnovljivi viri energije in da so rezerve teh goriv omejene. V nekaterih državah so pogosta tudi tekoča fosilna goriva, vendar je danes med fosilnimi gorivi najbolj razširjena uporaba plina. Če namesto trdnih fosilnih goriv uporabljamo plin in s tem povzročimo manjše emisije prahu in žveplovih dioksidov (SO₂), ki so skoraj neznatni, poleg tega je količina ogljikovega oksida (CO) precej manjša.

Električna energija

Električno ogrevanje lahko uvrstimo med najbolj udobne načine ogrevanja z vidika namestitve, vzdrževanja, toplotnega udobja in odzivnosti. Poleg tega je povsod dostopno. Vendar danes cena elektrike raste, zato je tovrstno ogrevanje primerno predvsem za dobro izolirane stavbe, ki porabijo malo energije. Poleg tega ne smesh pozabiti, da elektriko proizvajajo predvsem z gorenjem fosilnih goriv ne pa z obnovljivih virov.

Bioplin

Bioplin je zmes plinov, ki nastane pri anaerobnem vrenju (brez prisotnosti kisika) v napravi, ki jo imenujemo digestor oz. fermentor. Razkroj biomase in živalskih odpadkov poteka s pomočjo bakterije in plesni. Anaerobni organizmi v procesu razgradijo ogljikovodike na molekule metana CH₄ (50 - 75%), ogljikovega dioksida CO₂ (10 - 40%), ter druge snovi (H₂, H₂S, N₂, NH₄, ...) odvisno od vrste substrata. Proces anaerobne razgradnje je štiristopenjski, pri katerem v zadnji stopnji nastajata metan in ogljikov dioksid. Začne se s hidrolizo biopolimerov do sladkorjev, aminokislin, glicerina in maščobnih kislin. V naslednjem koraku se produkti hidrolize razgradijo do H₂, CO₂, etanola in predvsem hlapnih maščobnih kislin (HMK). V pomembnem tretjem koraku, acetogenezi, se HMK razgradi do ocetne kisline, H₂ in CO₂. V četrti stopnji se proces nadaljuje v metanogenezo. Poleg digestorja so za pridobivanje in uporabo bioplina potrebne še nekatere druge naprave kot so: hranilniki substrata in kosubstrata, hranilnik digestata ali pofermentor, hranilnik plina, črpalke, mešala, plinski motor, generator itd.



Slika 20: Pridobivanja bioplina s kofermentacijo iz živalskih odpadkov in organskih ostankov

Slika prikazuje shematski prikaz običajnega postrojenja za pridobivanja bioplina s kofermentacijo iz živalskih odpadkov in organskih ostankov z dvostopenjsko fermentacijo.

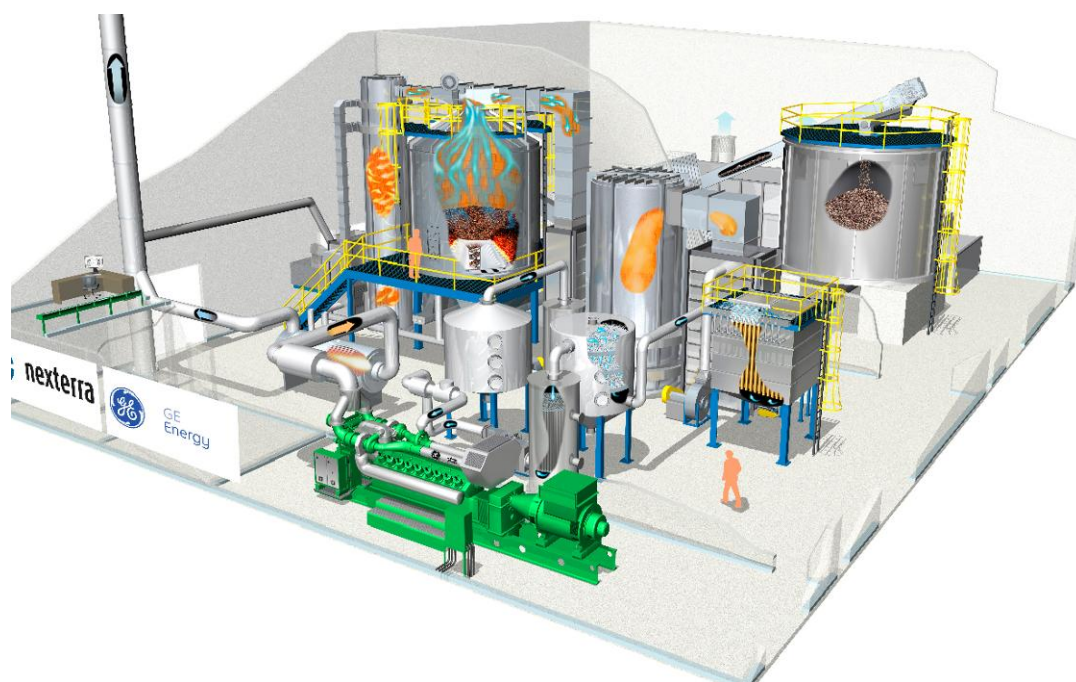
Vrenje

Etanol pridobivamo iz sladkorja, repe, žitaric, koruze, sadja ali krompirja. Teoretično lahko iz 1kg sladkorja ustvarimo 0,65 litra 100-odstotnega etanola. Takšen čist etanol je zelo dobro gorivo za plinske motorje.

Biomasa

Biomasa je tudi skupno ime za odmrli organski material, predvsem rastlinskega izvora, ki ga človek lahko uporablja za pridobivanje energije, razen fosilnih snovi kot sta nafta in premog. Sem prištevamo les, kot najbolj razširjen vir za pridobivanje energije, slamo, hitro rastoče kulturne rastline (npr. sladkorni trs in oljna repica),

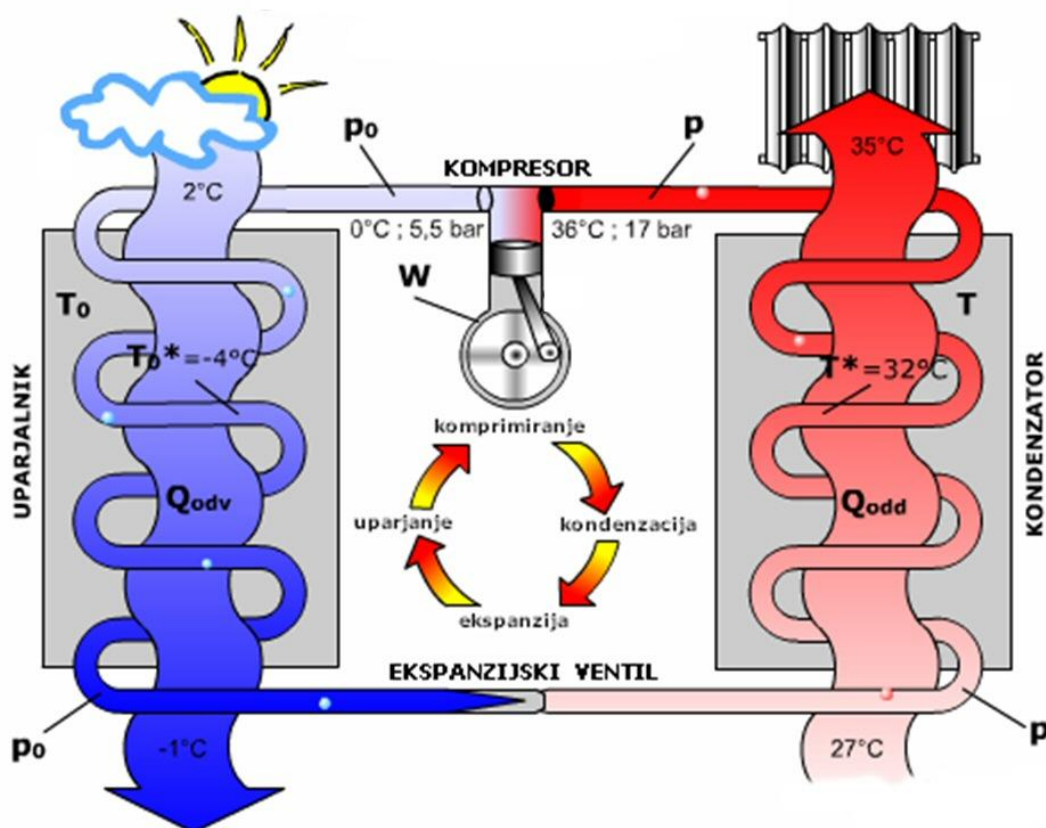
organske odpadke (živinorejski odpadki, komunalni odpadki, kanalizacijska voda). Ocenjujejo, da na Zemlji s fotosintezo letno nastane okoli 10^{11} ton organskih snovi. Biomaso lahko uporabljamo neposredno za kurjenje, s čemer nastaja toplotna energija, ali pa jo z različnimi tehnološkimi procesi pretvorimo v tekoče in plinaste ogljikovodike, ki so uporabni kot gorivo (t.i. bioplin in biodizel). Do leta 1700 je biomasa predstavljala glavni energetski vir. Še vedno ostaja glede na delež v strukturi svetovne oskrbe z energijo s 14% deležem na najpomembnejši nefosilni vir energije. Primarni energetski vir predstavlja v državah v razvoju, saj ponekod pokrijejo z biomaso nad 80% energijskih potreb. V Evropi se delež močno spreminja glede na naravne danosti. V alpskih in nekaterih skandinavskih deželah je delež biomase v primarni oskrbi z energijo skoraj 20%, medtem ko je evropsko povprečje 2-5%. V Sloveniji uporabljamo biomaso za ogrevanje več kot 100.000 stavb. Skoraj izključno se za ogrevanje uporablja lesna biomasa.



Slika 21: običajen prostor za pridobivanje elektrike z biomase

Toplotna črpalka

Toplotna črpalka je električna naprava s sposobnostjo tako ogrevanja kot tudi hlajenja.



Slika 22: Delovni proces toplotne črpalke

Pretvarja naravno toploto iz vode, zemlje ali zraka v toploto z višjo temperaturo, ki jo lahko uporabimo za ogrevanje. Danes toplotne črpalke počasi postajajo običajen vir toplote.

Naraščanje cen energije spodbuja razširjanje toplotnih črpalk v enodružinskih stavbah. Uparjalnik prevzame toploto na nižjem temperaturnem nivoju iz zunanjega okolja (zraka, zemlje, vode), zato se zunanje okolje ohladi, toploto pa kompresor prenese do kondenzatorja. Kondenzator oddaja toploto na višjem temperaturnem nivoju okolju (ogrevalni sistem, topla voda) in to notranje okolje postane toplejše. Ogrevalni učinek toplotne črpalke je vsota električne energije kompresorja in energije iz zunanjega okolja. Ogrevalni količnik po navadi variira med 2,5 in 3,5. To pomeni, da lahko iz 1 kWh električne energije pridobimo od 2,5 do 3,5 kWh toplotne energije. V posebnih primerih lahko dobimo tudi več – okrog 4-5 kWh. Toplotna črpalka je

učinkovita, ko je toplotna razlika med notranjim in zunanjim okoljem visoka. Uporablja 60-70 % naravne energije. Sama toplotna črpalka ne proizvaja nobenih emisij.

Toplotne črpalke na vodo

Uporabljamo lahko tako podzemno kot tudi površinsko vodo. Voda mora biti čista, njena temperatura mora biti vsaj 8 °C in na voljo mora biti v zadostnih količinah. Če želimo uporabljati podzemno vodo, moramo zgraditi dva vodnjaka – enega za zbiranje (sesanje) in drugega za ponor.



Slika 23: toplotna črpalka na vodo

Uporabljene vode ne smemo odvajati v kanalizacijo ali reko, saj bi ekološko bolj dragoceno podzemno vodo spremenili v manj vredno površinsko vodo.

Toplotna črpalka na zrak

Zunanji zrak, ki vsebuje toploto z nizkim potencialom, se pretaka skozi uparjalnik. Takšen vir je enostavno dostopen, neomejen in ne vpliva na zunanje okolje, saj se zajeta toplota iz zraka vrača nazaj zaradi toplotnih izgub skozi ovoj stavbe. Vendar se s spreminjanjem temperature zunanjega zraka spreminja tudi učinek toplote.

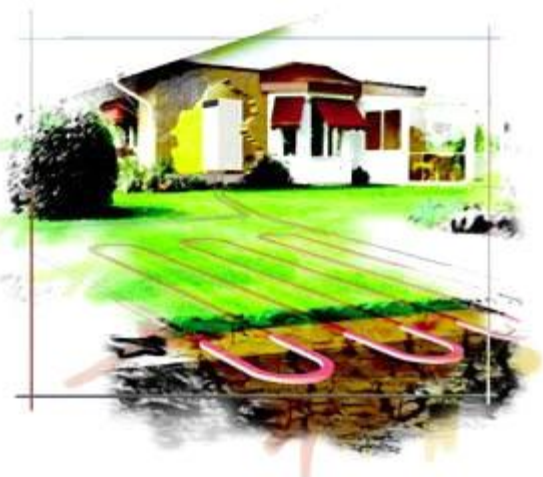


Slika 24: Toplotna črpalka na zrak

Toplotna črpalka na geotermalno energijo

Toploto iz zemlje lahko preprosto uporabljamo s pomočjo cevnega absorberja. Toploto se zajema posredno – med izparilnikom in zemljo mora obstajati posredni nosilec, kar je po navadi hladilo.

Absorber je sestavljen iz plastičnega cevovoda, ki je nameščen navpično v vodnjaku ali vodoravno v površinskem kolektorju. Učinek uravnavamo z dolžino cevovoda.



Slika 25: Toplotna črpalka na geotermalno energijo

Sončna energija

Podnebne spremembe, onesnaženje ozračja in na splošno zaskrbljujoče stanje okolja, ki so predvsem posledica dolgotrajne rabe fosilnih virov energije, počasi postajajo vse večja skrb. To vodi v razvoj novih alternativ za oskrbovanje z elektriko dobro znanih kot obnovljive energije.



Slika 26: sončne celice

Delovanje sončne energije

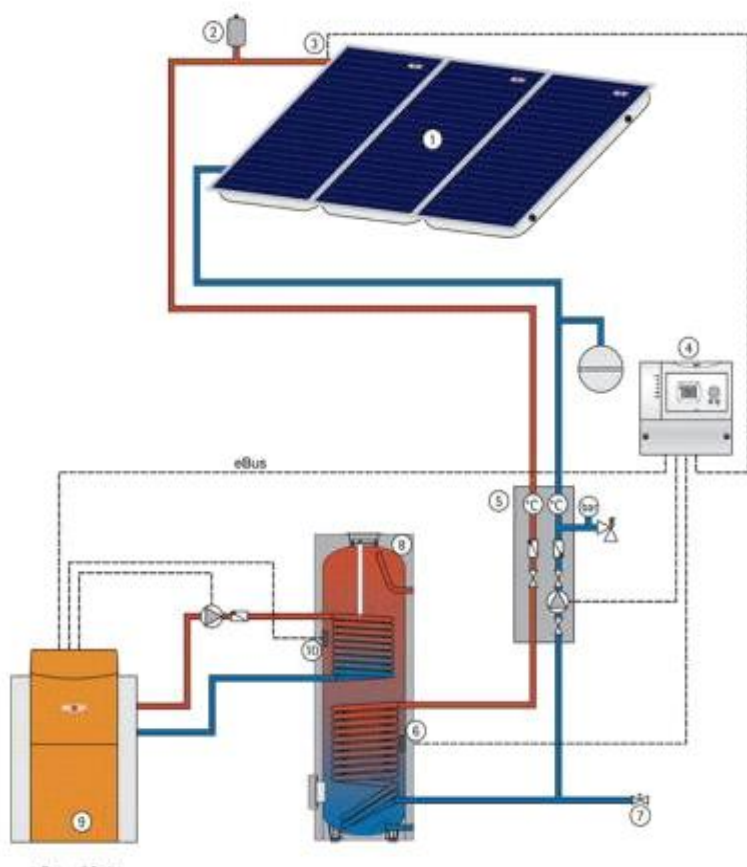
Vsak dan sonce odda velikansko količino energije v obliki sevanja. Podobno kot ostale zvezde, je sonce velika krogla plinov, predvsem vodikovih in helijevih atomov, ki nenehno zgorevajo. Ali – bolje povedano – atomi so v postopku združevanja, ki ga imenujemo jedrska fuzija. Preprosto povedano, atomi vodika se v sončevi sredici - pri izredno visokih temperaturah in pod visokim pritiskom – združujejo oziroma zlivajo v atome helija. Helijev atom nastane iz natančno štirih jeder vodika, njegova masa pa je manjša od mase štirih atomov iz katerih je nastal. Ta izguba materije je tisto, kar se oddaja v vesolje kot sevalna energija, ki je prvobitni vir življenja na planetu Zemlja. Samo majhen del energije, ki seva s Sonca, dospe do Zemlje; samo en del od dveh milijard, ostalo pa se razprši v vesolju. Od tega majhnega deleža, se okrog 15% sončnih žarkov odbije nazaj v vesolje, nadaljnjih 30% povzročajo izparevanje vode, ki se nahaja v atmosferi in iz katere nastajajo padavine, in končno, sončno energijo vsrkavajo rastline, zemlja in oceani. Slednje omogoča vegetativno življenje s procesom fotosinteze. Samo preostanek je možno uporabiti za zadovoljevanje naših potreb po energiji, vendar je tudi ta količina energije velikanska.

Kako lahko uporabljamo sončno energijo?

Na voljo imamo veliko možnosti za uporabo sončne energije doma, v šoli in v stavbah na splošno. Najpomembnejši načini so:

1. Pasivna toplota: gre za izkoriščanje toplote, ki jo naravno prejemamo od sonca. Upoštevati jo moramo predvsem pri načrtovanju stavb, saj potem v njih potrebujemo manj dodatnega ogrevanja (glej tudi poglavje o načrtovanju stavb).
2. Solarno-termična energija: o tem načinu govorimo, kadar uporabljamo sončno toploto za zagotavljanje vroče vode v domovih ali plavalnih bazenih ali tudi v ogrevalnih sistemih
3. Fotonapetostna (ali fotovoltaična – PV) energija: Neposredna pretvorba sončne energije v elektriko, ki napaja naprave in razsvetljavo. Fotonapetostni sistem potrebuje dnevno svetlobo – ni nujno, da gre za neposredno sončno svetlobo – da ustvarja elektriko.

Sončni sistem mora biti povezan s katerim drugim virom ogrevanja (npr. plinski bojler, električni bojler itd.) za obdobja, ko je malo sončne svetlobe (oblačno vreme, noč itd.) ali je sploh ni. Poleti lahko kot prenosnik toplote uporabljamo vodo, vendar moramo za celoletno delovanje uporabiti tekočino, ki ne zmrzuje. Za zagotavljanje kar največje učinkovitosti sistema je potrebno najti ustrezno kombinacijo sončnega sprejemnika, hranilnika toplote in delovne temperature ogrevalnega sistema. Zelo pomembno je tudi upravljanje sistema. Z glavnim sistemom in sistemom za upravljanje je povezanih veliko senzorjev (tipal). Ko senzor na solarni plošči ugotovi, da temperatura plošče presega temperaturo rezervoarja, regulativni mehanizem vključi črpalko in toplota se prenese iz plošče v hranilnik toplote. Ko se temperature v rezervoarju izenači s temperature plošče, se črpalka izključi. Tako se preprečujejo izgube toplote.



1. kolektor
2. prezračevanje<0}
3. senzor kolektorja
4. regulacija
5. črpalka
6. senzor rezervoarja v solarnem sistemu
7. pipa
8. solarni rezervoar
9. grelec
10. senzor rezervoarja v solarnem sistemu

Slika 27: Shema solarnega sistema

Ozelenjene strehe

Urbanim okoljem trajno povrnejo naraven videz in izboljšajo bivalno ali delovno okolje.

Zaradi posrednih in neposrednih prednosti ravnih streh v zadnjem času med projektanti, investitorji in lastniki stavb, skokovito narašča zanimanje ta z.i. ozelenjene strehe, ki urbanim okoljem trajno povrnejo naraven videz in izboljšajo bivalno in delovno okolje. To so strehe, ki vsebujejo vegetacijske sloje in rastline kot viden zaključni del. Imenujemo jih tudi zelene, ozelenjene, vegetacijske, eko, bivalne ali vrtno strehe. Tehnologija ozelenjenih ravnih streh je učinkovit in praktičen način povečanja energetske učinkovitosti stavb, znižujejo vplive toplozračnih mestnih jeder, čistijo zrak in vodo, nudijo razširjeni bivalni in delovni prostor ter zmanjšujejo vpliv nevihtnih padavin na odtoke.

Osnovni koncept ozelenjenih streh, prednosti in slabosti

Ozelenjene strehe dvigajo nivo kvalitete bivanja, doprinesejo k, v zadnjem času tako pogostemu izrazu nadstandardni gradnji in tudi povečujejo vrednost nepremičnine. Zeleno streho lahko izvedemo praktično v vseh podnebnih pogojih. Klime z vročim suhim zrakom izkazujejo večje upravičenost v poletnem času (mediteranska klima, Bližnji Vzhod...), medtem ko se ozelenjene strehe posebej dobro izkažejo na severnih regijah v mrzlem zimskem času.



Slika 28: zelena streha



Slika 29: zelena streha

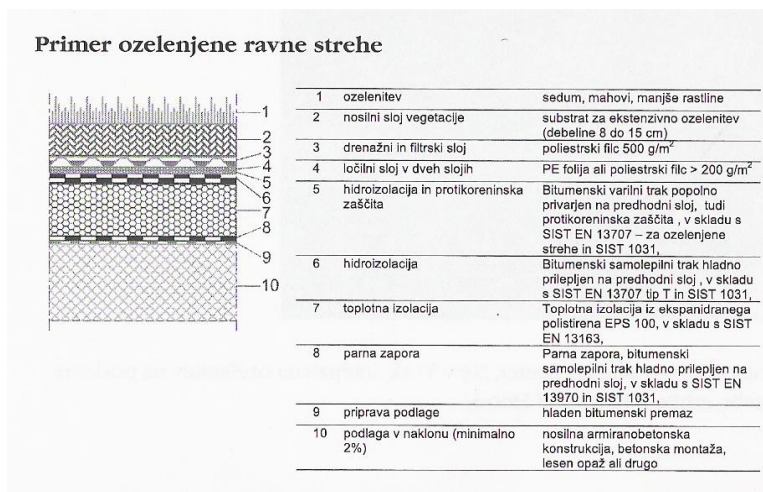
Okoljske prednosti:

Najpomembnejša prednost ozelenjenih streh je v njihovem estetskem videzu in okoljski sprejemljivosti ter izboljšanjem bivalnega in delovnega prostora. Temu lahko dodamo še številne pozitivne lastnosti, kot so:

- izboljšana toplotna izoliranost. Četudi substrat ali zemljina na ozelenjeni strehi zamrzne, deluje ta plast kot toplotni izolator,
- dodatno izhlapevanje vode in s tem ohlajevanje objektov ter okolice,
- v strnjenih naseljih bi lahko z uporabo ozelenjenih streh temperatura okoliškega zraka v letnem času padla za okrog 3-4°C, kar bi pomenilo tudi znatno manjše pregrevanje. Če notranji površini ravne strehe uspemo znižati temperaturo za 1°C, zmanjšamo potrebe po energiji za ohlajevanje notranjih prostorov za 5%.

Tehnične in ekonomske prednosti:

- podaljšana doba hidroizolacijskih plasti ravne strehe,
- zaščita pred staranjem, raztezanjem, krčenjem, krhkostjo in UV žarki,
- plasti strehe so zaščitene pred temperaturnimi šoki (drastično znižanje temperaturnih obremenitev plasti ravne strehe in nosilne konstrukcije pod njo),
- pozitivno vplivajo na energetsko bilanco objektov, tako je letni prihranek zaradi zmanjšanja toplotnih izgub skozi površine strehe večji kot 20 kWh/m² (ali cca. 2 litra EL kurilnega olja/m²),
- manj sevanja v okolico



Slika 30: primer ozelenjene ravne strehe

Toplotni mostovi

70% rabe energije predstavlja ogrevanje. Z relativnimi preprostejšimi posegi v ovoj stavbe, kot so toplotna izolacija zunanjih sten in streh, menjava oken ali zasteklitve, posegi na ogrevalnem sistemu bi lahko prihranili tudi do 60% (na stavbi ki so bile grajene v 80-ih letih). Energetski prihranki so odvisni od starosti stavbe, tehnologije gradnje, kakovosti izvedbe in vzdrževanja.

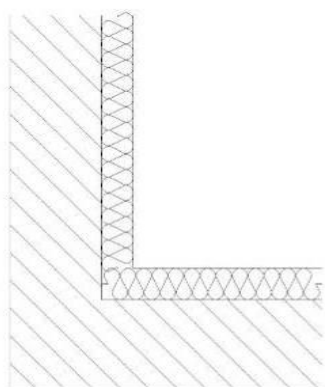
Manjši del energetskih prihrankov lahko dosežemo tudi z menjavo ogrevalnega sistema in s tem izboljšavo ogrevalnega sistema.

Največjo težavo pri ovojju zgradb pa predstavljajo toplotni mostovi. Toplotni mostovi so mesta v ovojju zgradbe, kjer je toplotni upor bistveno manjši od toplotnega upora na sosednjih mestih. Glede na vzrok nastanka toplotne mostove delimo na konstrukcijske geometrijske in konvekcijske. V praksi zelo pogosto naletimo na kombinacijo konstrukcijskih in geometrijskih mostov, ki jih zato imenujemo kombinirani toplotni mostovi.

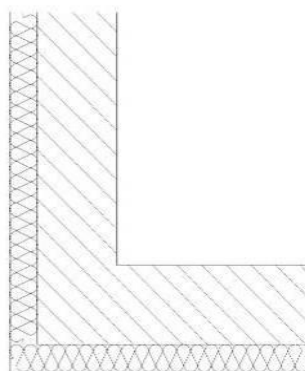
Konvekcijski toplotni most je mesto v ovojju stavbe, kjer je zaradi prekinitve ali netesnosti omogočen pretok notranjega, navlaženega zraka v konstrukcijski sklop mesto v ovojju stavbe. Zardi tega, lahko skozi slabo izveden stik v konstrukcijski sklop hitro prodre znatna količina zraka z veliko vsebnostjo vodne pare iz notranjega prostora. V praksi največje težave povzroči toplotna izolacija strehe nad ogrevanim prostorom. Da bi ta problem rešili, je potrebno dosledno zatesniti oziroma zalepiti stike vetrne oziroma parne zapore na notranji strani. Enako velja za izolacijo zidov z

notranje strani, posebej še, če obstaja verjetnost, da so se med slojem toplotne zaščite in zidom ustvarili zračni žepi zaradi nepopolnega prileganja obeh slojev.

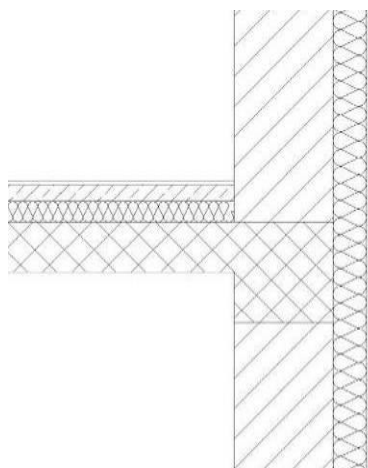
Geometrijski toplotni most nastopi na delu ovoja stavbe, pri katerem je zunanja površina, preko katere toplota prehaja iz ogrevanega prostora v zunanje okolje, precej večja od notranje (na primer vogal). Robovi predstavljajo linijski toplotni most, v vogalih pa nastane točkovni toplotni most. Geometrijskim toplotnim mostovom se v praksi ne moremo povsem izogniti lahko pa njihov vpliv močno omilimo. Osnovno pravilo za to je, da se je potrebno izogibati stikom pod kotom manjšim od 90 stopinj.



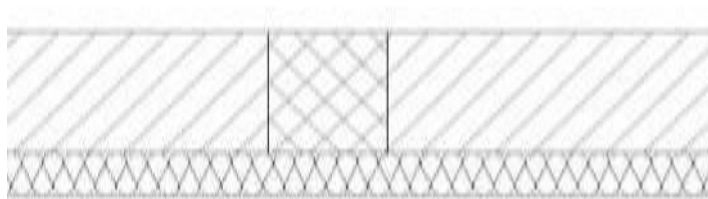
Slika 31: Geometrijski linijski toplotni most



Slika 32: Geometrijski točkovni toplotni most

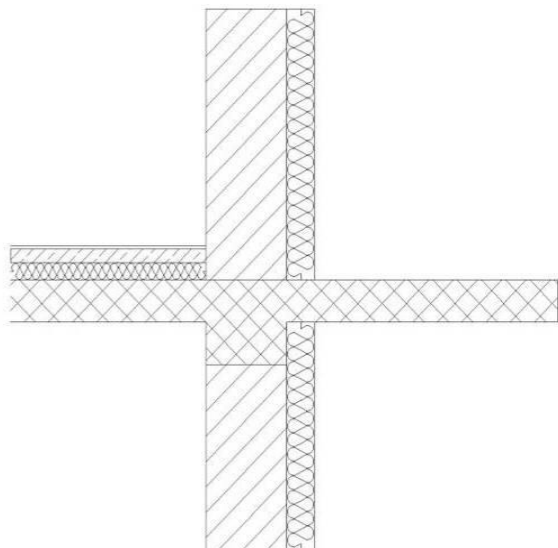


Slika 33: Konstrukcijski toplotni most (AB plošča)

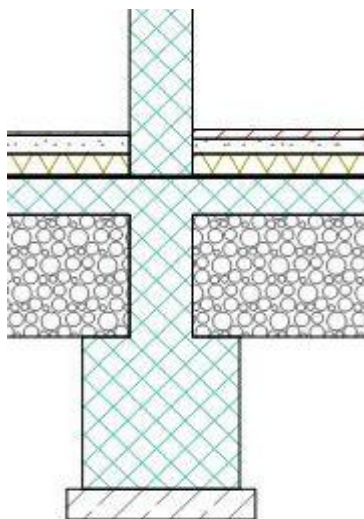


Slika 34: Konstrukcijski toplotni most (AB vez)

Do konstrukcijskega toplotnega mosta pride, ko je ovoj stavbe prekinjen ali predrt z materialom, ki ima veliko toplotno prevodnost (npr. jeklo ali armirani beton), ter ni toplotno zaščiten ne z zunanje ne z notranje strani. Konstrukcijskih mostov se lahko povsem izognemo s premišljeno zasnovo ovoja. Tako da zagotovimo povezanost in enakomernost toplotne zaščite in po potrebi namestimo dodaten sloj toplotne zaščite na šibkih mestih.



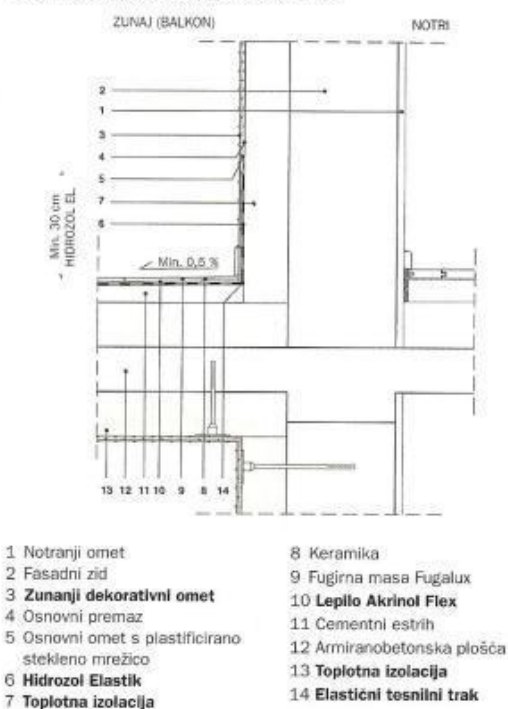
Slika 35: Konstrukcijski toplotni most (konzola)



Slika 36: Konstrukcijski toplotni most

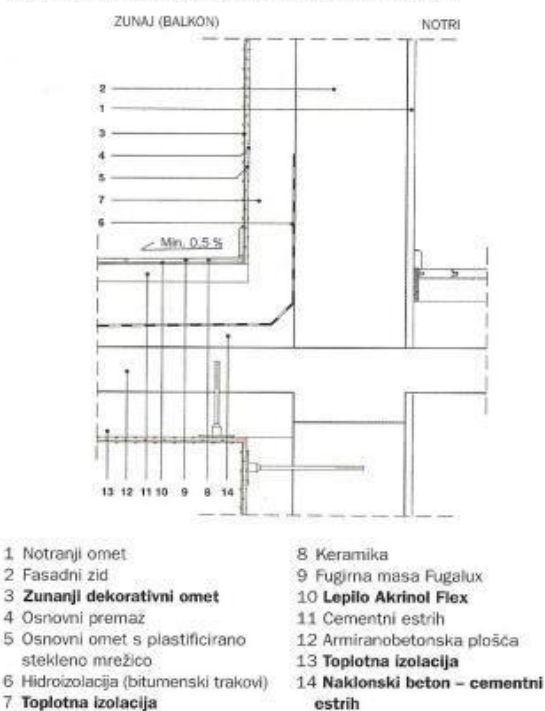
V praksi najdemo toplotne mostove, na vogalih in robovih stavb, pri oknih v zunanji steni, toplotne mostove prav tako srečujemo na mestu stika armiranobetonske plošče in zunanjim ovojem stavbe, prav tako pri armiranobetonski protipotresnih vertikalnih vezeh in pa veliki toplotni mostovi pri konzolnih ploščah, pa tudi stik temeljev, plošče in zidov...

Detajl hidroizolacije balkona s Hidrozol Elastik



Slika 38: detajl balkona

Detajl hidroizolacije balkona z varjenimi bitumenski trakovi



Slika 37: detajl balkona

Primer hiše potrebne sanacije

Izbrana hiša je bila zgrajena v sedemdesetih letih. Nahaja se na južnem pobočju nad ljubljanskim barjem in z južno fasado je obrnjena skoraj točno proti jugozahodu. Sleme hiše s streho dvokapnico ima smer jugovzhod-severozahod. Hiša ima neogrevano klet nad nivojem zemlje, pritličje in mansardo z višino kolenskega zidu 160 cm. Stene v kleti so iz betonskih zidakov, v pritličju in mansardi pa iz opečnih modularnih blokov. Stene in tla so neizolirana, streha ima zgolj 6 cm izolacije iz steklene volne. Okna so lesena z dvojno zasteklitvijo. Vhodna in garažna vrata so prav tako lesena, brez dodatnih zastekljenih odprtin in brez izolacije. Hiša ima izrazite linijske toplotne mostove (balkon, teraso, stik nosilnih plošč s steno) in malo manj izrazite linijske toplotne mostove (stik stene z okvirji oken in vrat, stik stene in strehe, stik nosilne plošče pritličja s steno kleti). Hiši so bile izmerjene vse potrebne arhitekturne dimenzije: uporabne stanovanjske oziroma ogrevane površine in površine ovoja stavbe (strehe in sten), prostornine, dimenzije oken in vrat, ki so potrebne za izračun izhodiščne energetske. Snovni parametri oziroma toplotne in druge karakteristike uporabljenega stavbnega pohištva in vgrajenih gradbenih materialov so povzete po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah oziroma po podatkih proizvajalcev. Senčenja hiše zaradi okoliških stavb so upoštevana glede na dejansko stanje.

Osnovne dimenzije hiše: 13,00 m x 10,00 m (tloris hiše); 8,72 m (višina slemena)
7,00 m x 4,20 m (tloris prizidka)

Etažnost hiše: K (klet) + P (visoko pritličje) + M (mansarda)

Tip gradnje: klasična (betonski zidak - klet, opečni modularni blok - pritličje, mansarda),

Fasada: omet, neprezračevana

Energetska bilanca pred prenovo

Izračunana energetska bilanca hiše pred uvedbo energetske sanacije po posameznih fazah. Celotna uporabna površina stavbe, ki se jo ogreva, znaša 234 m², pripadajoča prostornina pa 560 m³.

Za vgrajeno stavbno pohištvo (okna in vrata) je bila privzeta večinoma vrednost $U=3,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, za nekaj novejših oken v prizidku in mansardi pa vrednost $U=2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Za vsa okna (dvojna zasteklitev) je bila upoštevana g-vrednost 0,77.

Upoštevano je bilo dejansko senčenje zaradi objektov zahodno, vzhodno in južno od stavbe, kar ima negativen vpliv na zmanjšane sončne dobitke pozimi, toda pozitiven vpliv pri omejevanju pregrevanja v poletnem času.

Pri ventilaciji je bila glede na oceno izmenjave 10-kratnega volumna zraka na uro ($10 \cdot V/h$) pri povišanem tlaku 50 Pa izračunana dejanska izmenjava zraka $0,7 \cdot V/h$ ogrevane prostornine, kar je več od zahtevanih $0,3 \cdot V/h$.

Poleg sončnih dobitkov so upoštevani tudi notranji viri toplote in sicer 2 pomivalna stroja, 2 pralna stroja, 1 sušilni stroj, 1 hladilnik, 2 zamrzovalni omari, 1 kombinirana hladilno zamrzovalna naprava, zabavna elektronika (TV, radio, CD, DVD) in osvetlitev.

Energetska bilanca hiše po zamenjavi oken in vrat

Pri izračunu energetske bilance po zamenjavi oken in vrat so vsi podatki ostali isti razen podatki za okna in vrata. Izhodišče energetske sanacije oken in vrat je bila vgradnja takšnih oken in vrat, ki ustrezajo minimalnim zahtevam novega Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah. Vhodna vrata so bila zamenjana z vhodnimi vrati s skupno toplotno prehodnostjo $U=1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Okna in balkonska vrata so bila zamenjana s standardnimi izvedbami oken in vrat, ki imajo dvojna termopan stekla (4-16-4) mm in vrednostjo $g=0,6$, kar zagotavlja toplotno prehodnost stekla $U=1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ter toplotno prehodnost okvirja $U=1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Izvedba oken in vrat zmanjšuje linijski toplotni most okvirja oken in vrat s $\psi=0,1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ na $\psi=0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

Pri izračunu je upoštevan še nespremenjen linijski toplotni most zaradi vgradnje z vrednostjo $\psi=0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Ker je naravna ventilacija po zamenjavi oken in vrat, je bila za dodatno prisilno mehansko-ročno ventilacijo upoštevana izguba v višini $0,07\cdot V \text{ 1/h}$. S tem celotna povprečna izmenjava zraka doseže minimalno zahtevanih $0,3\cdot V \text{ 1/h}$.

Po izvedbi energetske sanacije oken in vrat se je vrednost specifične toplote za ogrevanje zmanjšala z $245 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{leto}$ na $167 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{leto}$ in potreba po primarni energiji z $277 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{leto}$ na $224 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{leto}$.

Energetska bilanca hiše po izolaciji fasade

Pri izračunu energetske bilance po izolaciji fasade so vsi podatki ostali isti razen podatki za fasado in z njo povezanimi linijskimi toplotnimi mostovi. Izhodišče energetske sanacije fasade je bila vgradnja takšne izolacije, da toplotna prehodnost fasade z izolacijo ustreza minimalnim zahtevam novega Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah. Kot opombo naj navedemo, da izvedba izolacije fasade pred izvedbo zamenjave oken in vrat ni smiselna.

V ta namen bi bilo potrebno izolirati zunanje neizolirane stene z vsaj 12 cm stiropora, da se doseže toplotno prehodnost manjšo ali enako $U=0,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Na že izolirani steni prizidka z obstoječimi 5 cm stiropora bi bilo potrebno dodati vsaj 7 cm stiropora, da se doseže toplotno prehodnost manjšo ali enako $U=0,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Za doseganje toplotne prehodnosti manjše ali enake $U=0,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ bi bilo potrebno na strop terase pod betonsko ploščo mansarde dodati vsaj 8 cm stiropora.

Hkrati z navedeno izvedbo izolacije fasade bi se spremenili naslednji linijski toplotni mostovi:

- balkon hiše in prizidka s $\psi=0,316 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ na $\psi=0,36 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- stik plošče pritličja z zunanjo steno s $\psi=-0,138 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ na $\psi=-0,05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- stik plošče pritličja z zunanjo steno v prizidku s $\psi=-0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ na $\psi=-0,05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- stik plošče mansarde s steno s $\psi=0,324 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ na $\psi=0,008 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, kar je zanemarljivo

Po izvedbi energetske sanacije fasade bi se vrednost specifične toplote za ogrevanje zmanjšala z $245 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $151 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ in potreba po primarni energiji z $277 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $213 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$.



Slika 39: hiša po prenovi fasade



Slika 40: hiša pred prenovo fasade

Energetska bilanca hiše po izolaciji strehe

Pri izračunu energetske bilance po izolaciji strehe so vsi podatki ostali isti razen podatki za streho in z njo povezanim linijskim toplotnim mostom. Izhodišče energetske sanacije strehe je bila vgradnja takšne izolacije, da toplotna prehodnost strehe z izolacijo ustreza minimalnim zahtevam novega Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah.

V ta namen bi bilo potrebno izolirati streho z notranje strani z vsaj 18 cm steklene volne, da se doseže toplotno prehodnost manjšo ali enako $U=0,20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Hkrati z navedeno izvedbo izolacije strehe bi se zmanjšal linijski toplotni most:

- stik strehe in stene v mansardi s $\psi=0,15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ na $\psi=0,05 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Po izvedbi energetske sanacije strehe bi se vrednost specifične toplote za ogrevanje zmanjšala z $245 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $210 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ in potreba po primarni energiji z $277 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $253 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$.

Energetska bilanca hiše po izolaciji stropa neogrevane kleti

Pri izračunu energetske bilance po izolaciji stropa neogrevane kleti so vsi podatki ostali isti razen podatki za strop neogrevane kleti. Izhodišče energetske sanacije stropa neogrevane kleti je bila vgradnja takšne izolacije, da toplotna prehodnost fasade z izolacijo ustreza minimalnim zahtevam novega Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah.

V ta namen bi bilo potrebno izolirati strop neogrevane kleti s spodnje strani z vsaj 10 cm stiropora, da se doseže toplotno prehodnost manjšo ali enako $U=0,28 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Hkrati z navedeno izvedbo izolacije stropa neogrevane kleti bi se spremenili naslednji linijski toplotni mostovi:

- stik plošče pritličja z zunanjo steno s $\psi=-0,138 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ na $\psi=0,417 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- stik plošče pritličja z zunanjo steno v prizidku s $\psi=-0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ na $\psi=0,184 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Po izvedbi energetske sanacije stropa neogrevane kleti bi se vrednost specifične toplote za ogrevanje zmanjšala z $245 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $225 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ in potreba po primarni energiji z $277 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $264 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$.

Energetska bilanca hiše po izolaciji strehe, fasade in stropa neogrevane kleti, zamenjavi oken in vrat, uvedbi prezračevanja z rekuperacijo toplote ter po potrebi z zamenjavo grelnega kotla

Ker se z zamenjavo oken in vrat ter izolacijo strehe, fasade in stropa neogrevane kleti ob dobri izvedbi doseže precej dobro tesnjenje ovoja stavbe, je smiselno za ustrezno kakovost zraka uvesti avtomatsko prezračevanje z rekuperacijo toplote. Najbolj enostavni in cenovno ugodni prezračevalni sistemi z rekuperacijo toplote se lahko namestijo neposredno na steno objekta.

V mnogih starih stavbah, kjer prvotno vgrajen kotel še vedno deluje, bi se ob izvedbi predlaganih ukrepov celovite energetske sanacije poraba energije za ogrevanje praktično zmanjšala na približno 1/5 prvotne porabe. S tem bi se na približno 1/3 zmanjšala tudi potrebna moč ogrevalnega sistema, ki pa je potreben tudi za pripravo tople vode. Z zamenjavo kotla za ogrevanje in pripravo tople vode se energetska bilanca potrebne toplote za ogrevanje sicer ne bi zmanjšala, bi pa se zaradi boljšega

izkoristka kotla zmanjšala poraba energentov (kurilno olje, zemeljski plin, utekočinjen naftni plin). Pri navedenih energentih smo upoštevali zamenjavo starega kotla z novim kondenzacijskim kotlom, kar zahteva tudi sanacijo dimnika. Dimnike iz nerjaveče, jeklene pločevine, najpogosteje uporabljamo pri sanaciji obstoječih dimnikov. Cev iz nerjaveče pločevine, ki je odporna na vlago oziroma kondenzirane pline, vstavimo v obstoječo cev dimnika, kar omogoča vgradnjo kondenzacijskega kotla, ki ima med vsemi kotli najvišji izkoristek. Pri kondenzacijskih kotlih namreč vodna para, ki se nahaja v dimnih plinih, na ogrevalnih površinah kondenzira. Kondenzacija vodne pare zahteva posebno izvedbo površin, da se dimni plini tembolj ohladijo in je s tem omogočena čim bolj intenzivna kondenzacija (temperatura rosišča vodne pare pri zemeljskem plinu je pri približno 57 °C).

Po izvedbi energetske sanacije z izolacijo strehe, fasade in stropa neogrevane kleti, zamenjavo oken in vrat, uvedbo prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote ter po potrebi z zamenjavo grelnega kotla se je vrednost specifične toplote za ogrevanje zmanjšala z $245 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $49 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ in potreba po primarni energiji z $277 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$ na $145 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{leto}$.

Primeri učinkovitih sodobnih stavb z analizo parametrov

Prikazan je primer stanovanjskega objekta, grajenega v pasivni tehnologiji. Prostostoječa družinska hiša je kompaktne oblike in arhitekturno oblikovana skladno z lokalnimi zahtevami. V dveh ogrevanih etažah je približno 150 m^2 površine, klet pa je zunaj toplotnega ovoja in je neogrevana. Stavba je grajena montažno in je skoraj v celoti grajena in izolirana z materiali naravnega izvora (les in celulozni kosmiči).



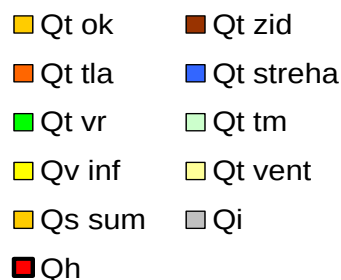
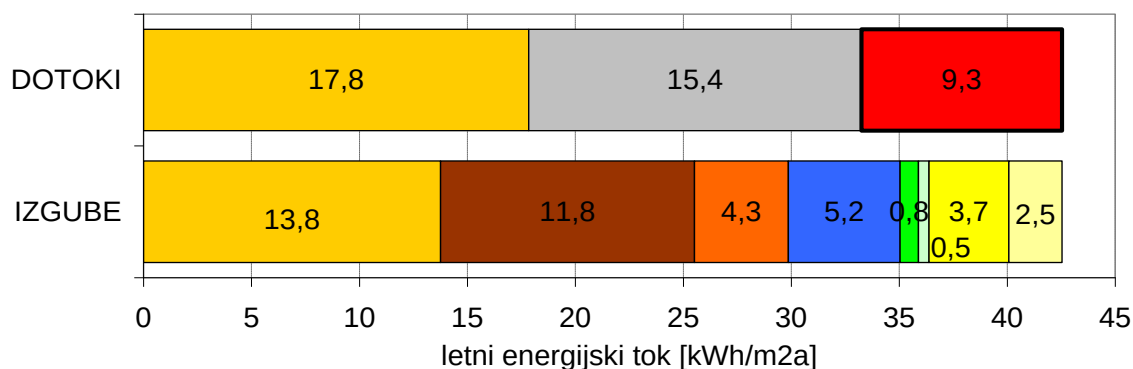
Slika 41: Zunanji videz izdelane pasivne stavbe in termografski posnetek iz zimskega obdobja

Fasada in streha imata nekaj več kot 40 cm konstrukcije izpolnjene s toplotno izolacijo, toplotna prehodnost znaša $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stavbno pohištvo je iz lesa in ima trojne zasteklitve, toplotna prehodnost vgrajenih elementov znaša v povprečju $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stavba je oskrbovana s kompaktno napravo: sistem prezračevanja z najmanj 85-odstotno rekuperacijo odpadne toplote pri $150 \text{ m}^3/\text{h}$, toplotna črpalka zemlja-voda moči 3kW , talno ogrevanje v prostorih.

Računska letna energijska bilanca stavbe kaže na značilnosti pasivnih hiš. Največje toplotne izgube hiše so evidentirane na zunanjem stavbnem pohištvi, vendar pa ta del stavbnega ovoja s soncem pasivno zajame kar 30 odstotkov več energije, kot je letno izgublja. Po velikosti si v transmisijskih toplotnih izgubah, ki zavzemajo kar 85 odstotkov vseh toplotnih izgub, sledijo fasada, streha in tla proti kleti.

Zaradi učinkovitega centralnega prezračevanja je segment ventilacijskih toplotnih izgub relativno majhen, skupaj obsega le 15 odstotkov vseh toplotnih izgub. Pri zrakotesno grajenem stavbnem ovoju z $n_{50} = 0,60\text{h}^{-1}$ še vedno zavzema 60 odstotkov ventilacijskih toplotnih izgub nekontrolirana infiltracija skozi stavbni ovoj, preostalih 40 odstotkov pa dejansko prezračevanje stavbe s centralnim sistemom.

Približno 40 odstotkov toplotnih izgub v energijski bilanci nadomestijo pasivni solarni dobitki, nadaljnjih 35 odstotkov pa toplotni dobitki notranjih virov (približno $3 \text{ do } 3,5 \text{ W/m}^2$). Pri solarnih dotokih so okna, usmerjena na jug, v prednosti, saj pridobijo za dve tretjini več toplote, kot je izgubljajo. Stekla na vzhodni in zahodni strani imajo podobno razmerje dobitkov in izgub, stekla na severni strani pa imajo toplotne izgube kar trikrat večje od toplotnih dobitkov.



Segmenti iz računske letne energijske bilance pasivne stavbe

Za ogrevanje stavbe je treba glede na energijsko bilanco dovesti le še preostalih 10 kWh/m²a oziroma približno 1500 kWh/a toplote. Hiša tako za ogrevanje s toplotno črpalko na letnem nivoju potrebuje približno 400 kWh električne energije, kar pomeni strošek okoli 50 evrov. Značilnost pasivnih stavb je tudi dejstvo, da je za pripravo tople sanitarne vode potrebne več toplote kot za ogrevanje, v tem primeru kar dvakrat več, okoli 3500 kWh/a.

Kako doseči obratovalne karakteristike plus energijskega objekta? Z različnimi arhitekturnimi in tehnološkimi pristopi smo zagotovili, da stavba potrebuje v skupnem 5,0 MWh/a toplote oziroma posledično potrebnih 1,3 MWh/a električne energije na leto. Nadaljnje energetske izboljšave teh rešitev zdaj finančno niso opravičljive. Z vidika ekonomike pa je zanimiva nadaljnja uporaba aktivnih solarnih sistemov, npr. fotovoltaika ima ob ugodni odkupni ceni električne energije vračilno dobo 10 do 15 let. Objekt ima zato vgrajeno malo fotovoltaično elektrarno, s katero pridobi dvakrat toliko električne energije (8 MWh/a), kot je letno v skupnem potrebuje (4 MWh/a).

Pasivna hiša se ob kombinaciji z aktivnimi sistemi tako spremeni v plus energijski stanovanjski objekt

Nizkoenergijski in pasivni večstanovanjski objekt

Primer večstanovanjske stavbe prikazuje možnosti za bistveno bolj enostavno doseganje visokoenergijske učinkovitosti kot pri prej prikazani prostostoječi družinski hiši, kar je značilnost večjih stanovanjskih objektov.

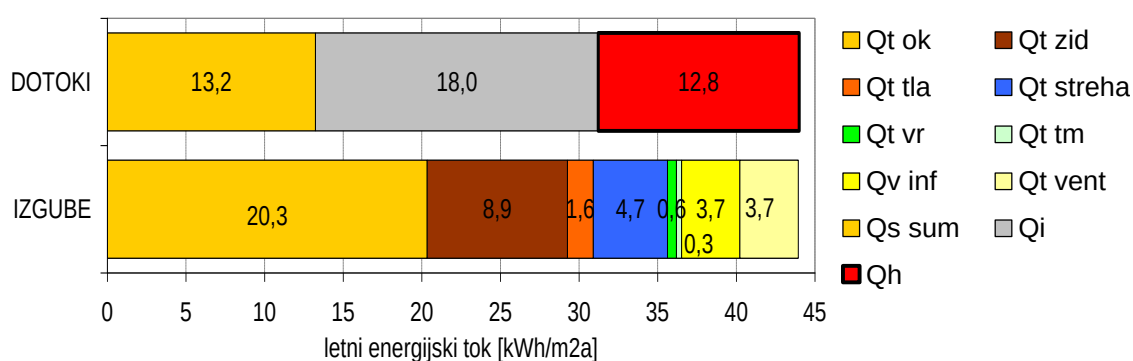
Obravnavani objekt je prav tako zelo kompaktno in obenem enostavno oblikovan, samo arhitekturno oblikovanje pa upošteva ostre smernice za spomeniško zaščiteno območje mikrolokacije. V dveh etažah in mansardi ima skupaj 970 m² ogrevanih površin, na katerih je organizirano 18 stanovanjskih enot. Stavba je delno podkletena, vendar so v kleti neogrevani pomožni prostori. Vhodni del in stopnišče sta v sredini objekta. Sleme strehe je v smeri sever–jug. Stanovanjske enote nimajo balkonov ali podobnih elementov, kar pripomore k enostavnosti in učinkovitosti gradnje.

Stavba je bila sprva zasnovana kot nizkoenergijska, cilj je bil doseči potrebno toploto za ogrevanje v višini 30 kWh/m²a. Zunanja stena je zgrajena iz opečnih izolacijskih zidakov in je dodatno izolirana z mineralno volno, toplotna prehodnost je 0,18 W/m²K. Streha je v poševnem delu izolirana s 30 cm mineralne volne z 0,15 W/m²K, ravni del pa je betonski z 20 cm mineralne volne in 0,18 W/m²K. Tla proti kleti in terenu so izolirana s polistirenom s toplotno prehodnostjo 0,25 W/m²K. Povprečna toplotna prehodnost neprosojnega dela tako znaša nekaj manj kot 0,20 W/m²K. Okna v stanovanjskih enotah imajo trojno zasteklitev, v stopnišču pa dvojno, povprečna toplotna prehodnost vgrajenih elementov znaša 1,1 W/m²K. Stavba je ogrevana s toplotno črpalko tipa voda-voda.



Slika 42: Fasade in prerezi bloka, nadgrajenega iz nizkoenergijskega v pasivni energijski razred

Za doseganje obratovalnih karakteristik pasivne gradnje je bilo treba v objekt uvesti samo še sistem prezračevanja prostorov z vračanjem toplote odpadnega zraka. Pri tem se je za investicijsko in obenem energijsko ugodnejšo izkazala uvedba etažnih sistemov za prezračevanje posameznih stanovanjskih enot. Glede na samo učinkovito zasnovo stavbnega ovoja in relativno majhne transmisijske toplotne izgube se je s tem ukrepom zmanjšal še preostali del ventilacijskih toplotnih izgub, skupne letne potrebe stavbe po toploti za ogrevanje pa so se zmanjšale na manj kot 15 kWh/m²a.



Segmenti iz računske letne energijske bilance večstanovanjske stavbe

V letni energijski bilanci največji del transmisijskih toplotnih izgub povzroča stekleni del ovoja. Pri tem so zaradi manj ugodne usmerjenosti steklenih površin (na vzhod in zahod) solarni toplotni dotoki za tretjino manjši od izgub. Na drugem mestu so toplotne izgube skozi fasado. Izgube skozi streho so zaradi oblike objekta občutno manj vplivne. Toplotne izgube skozi tla pa so iz istega razloga manjše kot običajno. Delež transmisije v izgubah je nekaj več kot 80-odstoten. Toplotne izgube zaradi prezračevanja stanovanj z vračanjem toplote zavzemajo manj kot 20-odstotni delež, pri čemer sta deleža nekontrolirane infiltracije skozi ovoj z $n_{50} = 0,60h^{-1}$ in prezračevanja stanovanj enakovredna. Ob izostanku rekuperacije bi se ta segment povečal kar za faktor 4 in bi se s tem skoraj izenačil s transmisijo stavbnega ovoja. Analiza dotokov nam kaže, da nekoliko oslabljeni solarni dotoki nadomeščajo 30 odstotkov skupnih toplotnih izgub, notranji viri pa nadaljnjih 40 odstotkov. Pri tem je prav za večstanovanjske objekte značilno, da intenzivnejša raba prostora vpliva na učinkovitost stavbe pri ogrevanju bolj kot v manjših stavbah. Gostota toplotnih virov se v takšnih primerih dvigne z običajnih 2 do 3 W/m² na kar 4 do 5 W/m². Potrebna dodana toplota za ogrevanje za to stavbo znaša 13 kWh/m²a.

Zaključek

Ob izdelovanju raziskovalne naloge, smo ugotovili koliko energije se izgubi skozi celoten objekt oz. hišo, kje so njene najbolj ranljive točke, ter kako to izgubo učinkovito in preprosto zmanjšati.

Opisali smo nekatere rešitve, ki jih lahko pametno uporabimo pri gradnji oz. prenovi. Vendar pa smo tudi ugotovili da se ljudje ne odločajo za prenovo svojih stanovanj, saj so stroški prenove veliki, le ti pa se povrnejo šele po večih letih. Pa tudi energija je v teh časih relativno poceni, vendar pa predvidevanja da bo energija vse dražja že uresničujejo, in cene se z dnevom v dan višajo. Prav zato bodo sankcije kot so energetska prenova naših domov zelo zaželeni in nujno potrebni.

Ne glede na to, da je varčna hiša dražja od klasične hiše, se nam bodo stroški energije v parih letih povrnil. Zato mislimo da se prenova navsezadnje splača in upamo da se bo v prihodnje gradilo čim varčnih hiš, saj tako ne vplivamo le na naše denarnice ampak tudi na okolje.

Viri in literatura

Monografije-en avtor:.

- Hansjörg, F. Fachkunde Bau. Europa-Fachbuchreihe(1995)
- Japelj, T.)Strojne instalacije. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije(1990)
- Peulić, Đ. Konstruktivni elementi zgrada: drugi dio. Zagreb: Tehnička knjiga(1983).
- Radonič, M. Grejanje i vetrenje. Beograd: Građevinska knjiga(1982).
- Tikvič, J. CELOVITA PRENOVA ENODRUŽINSKE STANOVANJSKE STAVBE(2008)
- Subašič, D. ENERGETSKA SANACIJA STANOVANJSKE HIŠE (2010)

Monografije- več kot trije avtorji

- Gradbeniški priročnik. Ljubljana. Tehnična založba Slovenije.(2008)
- Energetska učinkovitost in energetska izkaznica stavb. Založba Forum Media (2010)

Članek v reviji:

- Nemanič K. Energijska sanacija hiše je prednost, Delo in Dom, 16. 02. 2011
- Mateja A. Leskovar, Prenova stare hiše, 14. marec 2011

Članek v monografski publikaciji

- Dr. Marjana Šijanec Zavrl, Izhodišča pri pripravi PURES 2010, (2010)
- Mateja A. Leskovar, Prenova stare hiše, 14. marec 2011

Prispevki na elektronskem mediju

<http://www.kvadrati.si/default.asp?kaj=1&id=2010082305568442&tab=ARH2010VEC>
<http://www.arhem.si/pdfs/toplotne%20izgube%20skozi%20ovoj%20stavbe%20-%20ARHEM%20doo.pdf>

http://www.iuses.eu/materiali/slo/PRIROECNIK_ZA_DIJAKE/Energetska_ucinkovitost_v_stavbah.pdf

<http://renewcanada.net/wp-content/uploads/2009/02/nxticengineillusfeb13mainfnl2.jpg>

http://www.iuses.eu/materiali/slo/PRIROECNIK_ZA_DIJAKE/Energetska_ucinkovitost_v_stavbah.pdf

<http://www.ape.si/RES%20marekt%20ove%20in%20ure/bioplina.htm>

<http://www.fabo-sp.com/images/delovanje-toplotne-crpalke.jpg>

http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-05.PDF

www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-11.PDF

<http://www.energetika.net>

<http://www.inpro-projektiranje.si/energetska-sanacija/pures-2010.html>

<http://www.finance.si/297916/PURES-2010---mo%BEnosti-in-prilo%BEnosti/rss>

http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/prostor/pdf/studije/crp_tehnicno_ekonomska_analiza_sanacije.pdf