



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



Avtorji:
Tomaž Kovač
Andrej Roškarič
Boštjan Mirnik

Mentor:
Arnold Ledl, univ. dipl. inž. arh

Celje, 2011

ZAHVALA

V raziskovalno nalogo smo vložili precej truda in časa. Obdelati je bilo potrebno precej gradiv, kar nam brez pomoči ne bi uspelo. Ob strani so man stali različni ljudje z različnimi nazivi in pogledi na svet pa vendarle je bil njihov cilj isti – pomagati nam kolikor lahko in morejo.

V prvi vrsti naj omenimo našega mentorja prof. Arnolda Ledla, ki nas je zalagal z gradivom, nam svetoval in nas kritiziral. Poleg njega je delež opravil prof. Igor Kastelic, ki nam je nudil tehnično podporo in svetovanje. Kot vedno pa se moramo zahvaliti tudi staršem. Hvala še enkrat!

KAZALO

KAZALO SLIK.....	5
POVZETEK	6
UVOD	7
HIPOTEZA.....	8
AKTIVNA HIŠA.....	9
Opis izvedbe energetske varčne – aktivne hiše	10
NAČRTOVANJE AKTIVNE HIŠE.....	10
Standard aktivne hiše	10
TOPLOTNA BILANCA AKTIVNE HIŠE	11
Vrste toplotnih izgub	11
Transmisijske toplotne izgube	11
Prezračevalne toplotne izgube	12
Vrste toplotnih dobitkov	12
Dobitki sončnega obsevanja	12
Dobitki notranjih virov.....	13
Izračun letne potrebne toplote za ogrevanje.....	13
VSOTA VSEH ENERGIJSKIH DOBITKOV	13
Aktivna hiša v številkah	14
UGODJE V AKTIVNI HIŠI	14
Ugodje v aktivni hiši je večje kot pri običajnih hiši.....	15
OSNOVNA NAČELA PRI NAČRTOVANJU AKTIVNE HIŠE	16
Orientacija	17
Izraba dobitkov sončnega obsevanja skozi zasteklitev.....	17
EKOLOŠKA IZBIRA GRADIV.....	18
EKOLOŠKO OSVEŠČENO BIVANJE	19
Shranjevanje sončne energije	19
Oblika zgradbe.....	19
Toplotna hierarhija prostorov	20
Toplotna izolacija.....	20
Zastekljene površine.....	22
Vhodna vrata	24
Vgradnja oken	25
Vetrolov	26
TOPLOTNI MOSTOVI.....	26
Glede na vzrok nastanka so toplotni mostovi:	27

Vpliv toplotnih mostov na toplotno bilanco.....	28
ZRAKOTESNOST	29
Prehajanje zraka skozi zunanji ovoj zgradbe ima nekaj pomanjklivosti:.....	29
Kriterij tesnenja ovoja:	29
Načrtovanje zrakotesnosti ovoja:.....	30
Kontrola zrakotesnosti stavb.....	30
Prezračevanje	31
Vrste prezračevanj:.....	32
Naravno prezračevanje	32
Rekuperator.....	32
Kompaktna naprava	34
Ogrevanje	34
Kompaktni toplotni moduli	34
Toplotna črpalka.....	35
Vrste toplotnih črpalk.....	35
Toplotna črpalka zrak-voda	36
Toplotna črpalka zemlja-voda	36
Toplotna črpalka voda-voda.....	36
Zemeljski kolektor	37
Zemeljska sonda	38
Podtalna voda.....	38
Zunanji zrak	39
Pretvarjanje sončne energije.....	39
Fotovoltaični sistemi	40
Sprejemniki sončne energije	41
Ploščati	41
Vakuumski	42
Vakuumski sprejemniki	42
Sončne celice	43
Izvedba aktivne hiše	45
Načrtovanje detajlov	46
Priključek strehe na steno	48
Podstavek proti temelju in neogrevani kleti	49
Stopniščna rama proti neogrevani kleti	51
Balkonske plošče in nadstreški.....	51
Primer:NIČ-energijska hiša	52
Zaključek.....	54
Slabosti	55

Prednosti	55
Primer aktivne hiše:.....	56
NAČRT AKTIVNE HIŠE.....	58
Viri slik:	63
Viri teksta:	64

KAZALO SLIK

Slika 1: solarna aktivna hiša.....	9
Slika 2: shema aktivne hiše.....	12
Slika 3: koncept aktivne hiše	15
Slika 4: izraba sončne energije	17
Slika 5: okna ki so obrnjena proti jugu	18
Slika 6: volna.....	19
Slika 7: sekanci.....	19
Slika 8: slama	19
Slika 9: shema aktivne hiše.....	20
Slika 10: detajl toplotne izolacije.....	21
Slika 11: shema poteka omrežja.....	22
Slika 12: detajl vgradnje oken	23
Slika 13: okno	26
Slika 14: prehod toplote skozi toplotne mostove	28
Slika 15: shema prezračevanja	31
Slika 16: rekuperator	33
Slika 17: kompaktna naprava	34
Slika 19: možnost postavitve toplotnih črpalk	35
Slika 18: toplotna črpalka	35
Slika 20: zemeljski kolektor	37
Slika 21: zemeljska sonda	38
Slika 22: sprejem sončne energije	39
Slika 23: fotovoltainični sistem.....	40
Slika 24: ploščati sprejemniki	41
Slika 25: vakuumski sprejemniki.....	42
Slika 26: sprejem sončne energije	43
Slika 27: shema sončnih celic	53
Slika 28: shema vetrne energije	54
Slika 29: primer aktivne hiše	56
Slika 30: lokacija aktivne hiše	57
Slika 31: prtličje aktivne hiše	58
Slika 32: 1.nad. aktivne hiše	59
Slika 33: 2.nad. aktivne hiše	60
Slika 34: potek svetlobe v aktivno hišo	61
Slika 35: mala čistilna naprava	61
Slika 36: prikaz oken ki so obrjeni proti južni strani	62
Slika 37: zelena streha aktivne hiše.....	62
Slika 38: prikaz notranjosti aktivne hiše	62

POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo opisali glavne značilnosti aktivnih hiš. Iz napisanega lahko sklepamo, da je aktivna hiša, hiša prihodnosti, saj za ogrevanje ali hlajenje porabimo desetkrat manj energije kot pri klasični hiši, hkrati pa lahko ob ugodnih razmerah stavba proizvede več energije, kot je porabi.

Zelo pomembno je, da je kvalitetno in izdatno toplotno izolirana ter zrakotesna. Da bi dosegli tako majhno porabo, moramo upoštevati zakonitosti gradnje po tem standardu:

- debelejša izolacija zunanjih sten,
- strehe in tal do terena,
- okna s trojno zasteklitvijo in majhnim faktorjem toplotne prevodnosti,
- visoko učinkovit sistem prezračevanja z izmenjavo toplote in
- napredna ogrevalna tehnika,
- fotovoltaične enote za proizvodnjo električne energije

Pomembna je tudi orientacija objekta ter natančna izvedba s čim manj toplotnimi mostovi. Bolj kot zadostimo naštetim potrebam, manjše bodo potrebe po dovajanju dodatne energije v hišo in bolj bo aktivna hiša služila svojemu namenu.

Z izgradnjo energetske učinkovitih objektov, tako stanovanjskih kot tudi poslovnih, lahko neposredno pripomoremo k zmanjšanju porabe primarne energije, varovanju okolja in energetske odvisnosti države od dobaviteljev energentov, z izgradnjo energetske aktivnih zgradb pa pripomoremo k energetske proizvodnji ter energetske bilanci na nivoju države.

UVOD

Pri načrtovanju aktivne hiše nas pogosto zanima, koliko je takšna gradnja dražja v primerjavi z gradnjo klasične hiše. Lahko sicer menimo, da so nizkoenergijske in aktivne hiše samo modni trend in igrakanje ekološko pretirano osveščenih zanesenjakov, toda čedalje dražja energija in vedno hujši problemi zaradi onesnaževanja okolja dokazujejo, da gre za življenjsko nujnost. Čim nižja poraba energije za ogrevanje zgradb in s tem čim nižje emisije škodljivih plinov bodo kmalu postale enako pomembne stvari – in tudi samoumevne – kot sta čim nižja poraba goriva pri avtomobilih in vgradnja katalizatorjev. Želja po energetski neodvisnosti je z vsako podražitvijo energentov večja. Če pa z izgradnjo objektov, ki lahko proizvedejo več energije kot jo porabijo, lahko pozitivno vplivamo tudi na celotno proizvodno energije na državnem nivoju, je razlogov za izdelavo takšnih objektov dovolj.

HIPOTEZA

Za raziskovalno nalogo smo si izbrali temo – aktivne Hiše. Predvidevamo, da bodo evropski standardi povezani z energijo iz leta v leto strožji, zaradi dražje energije in vse večjega onesnaževanja. Evropa je energetska odvisna. Eden od njenih ciljev je zmanjšanje porabe energije. Iz tega vidika je aktivna hiša idealna rešitev. Za optimalne bivalne razmere potrebujemo bistveno manj energije, kakor pri klasični gradnji.

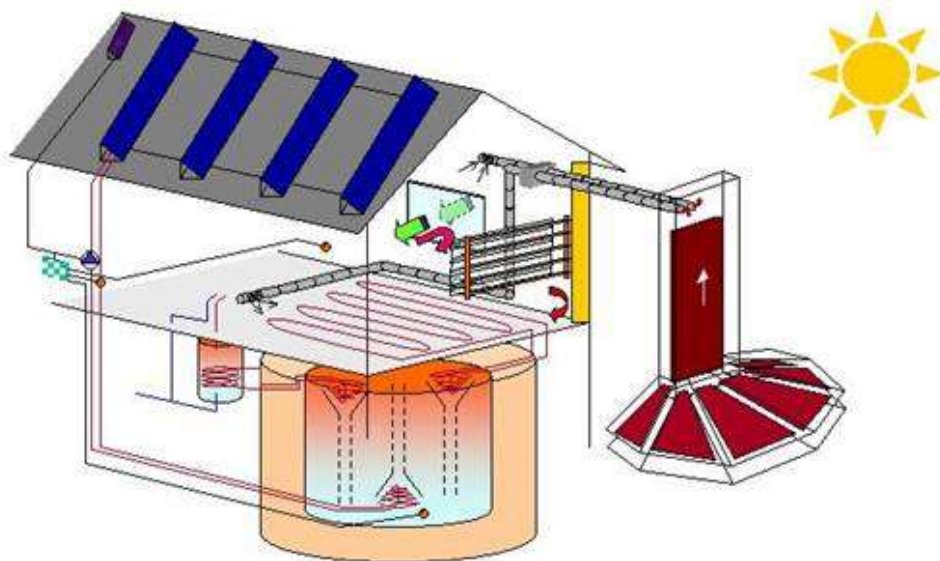
V raziskovalni nalogi smo se lotili problema z namenom, da ugotovimo kako s principi aktivne hiše znižamo porabo energije. Ugotovili smo, da lahko s pravilnim načrtovanjem in izvedbo pridobimo toliko energije ali več kot jo potrebujemo.

AKTIVNA HIŠA

Aktivna hiša je dobro izolirana hiša. Odlikuje jo visoka energetska učinkovitost, nižja toplotna prevodnost ovoja, višje temperatura notranjih obodnih površin pozimi, enakomerna klima v prostoru, nižja temperatura za ogrevanje zraka ob istem občutju ugodja z manj porabe energije. Za udobno in zdravo notranjo klimo, ki zagotavlja potrebno bivalno okolje brez klasičnih ogrevalnih sistemov ali klimatskih naprav je obvezna uporaba prezračevanja za kroženje in menjavo zraka v prostorih. Zaradi nizkih potreb po ogrevanju se pogosto uporabljajo toplotne črpalke v kombinaciji s sončnimi zbiralniki za pripravo ogrevalne in sanitarne vode ter hlajenje. Letna poraba toplote za ogrevanje zgradbe je lahko največ $15\text{Wh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Koncept aktivne hiše ni način ali slog gradnje, ampak gradbeni standard. Da bi dosegli merila aktivne hiše moremo upoštevati tri glavne značilnosti:

- odlično izolirani ovoj zgradbe
- zrakotesna gradnja
- sončni vnos toplotne energije



Slika 1: solarna aktivna hiša

OPIS IZVEDBE ENERGETSKO VARČNE – AKTIVNE HIŠE

K izvedbi energetske varčne oz. aktivne hiše spadajo naslednje komponente:

- aktivna gradnja
- optimiran pasivni zajem brez pregrevanja
- optimirano senčenje
- prezračevanje z rekuperacijo
- sistem talnega ogrevanja
- sistem ogrevanja sanitarne vode
- povezanost klimatskih parametrov, strojnih elementov sistemov, hranilnika toplote, arhitekture, porabe toplote in bivalnih zahtev
- toplotni hranilnik

NAČRTOVANJE AKTIVNE HIŠE

Pri načrtovanju aktivne hiše moramo upoštevati želje investitorja (površina, funkcija, finančna sredstva...), ki pogosto ni navdušen nad tem, da bo zgradba 8-12% od klasične gradnje, zaradi kvalitetnejše gradnje in materialov. Posledično aktivna hiša zagotavlja udobnejše bivanje, stroški v boljše naprave pa se povrnejo zaradi prihrankov energije pri ogrevanju in zagotavljanju ugodne klime v objektu.

Načrtovanje aktivne hiše vključuje aktivne in pasivne ukrepe. Aktivni sistemi obsegajo predvsem naravne danosti okolja (teren, osenčenost, meteorološke posebnosti itd,...) in primerno arhitekturno zasnovo (oblika zgradbe, optimalna debelina toplotne izolacije, vgradnja energijsko učinkovitih oken,...).

STANDARD AKTIVNE HIŠE

Izvedba aktivnih hiš postavlja visoke zahteve za uporabljanje komponente:

- toplotna zaščita: toplotna prevodnost U vseh gradbenih elementov je pod $0,15\text{W/m}^2\text{K}$, pri prostostoječi enodružinski hiši se priporoča $0,10\text{W/m}^2\text{K}$
- izvedba brez toplotnih mostov ($\psi \leq 0,01\text{W/mK}$)
- zrakotesnost, kontrolirana s tlačnim preizkusom po DIN EN 13829-vrednost n_{50} pri 50 pa tlačne razlike ne sme presegati $0,6\text{h}^{-1}$
- zasteklitev z U_w pod $0,8\text{W/m}^2\text{K}$, pri visokem faktorju prehoda celotnega sončnega sevanja ($g \geq 50\%$ po DIN 67507), tako da so tudi pozimi možni neto dobički toplote
- okenski oviri z U_f pod $0,8\text{W/m}^2\text{K}$ po DIN EN 10077

- poraba električne energije za pogon prezračevalne naprave $\leq 0,4\text{Wh/m}^3$ prečrpanega zraka
- najnižje toplotne izgube pri pripravi in distribuciji sanitarne vode
- učinkovita izraba elektrike v gospodinjstvu (stroji in naprave iz energijskega razreda A in A+).

TOPLOTNA BILANCA AKTIVNE HIŠE

Za zunanji zaključni ovoj velja energijska bilanca: "manjši seštevek vseh dotekajočih energijskih tokov (dobitkov) pomeni oz. povzroči glede na vsoto odtekajočih energijskih tokov (izgube) spremembo energije v zgradbi".

Če upoštevamo zadostno časovno obdobje (celoletno) ali stalno ponavljajoče se vremenske pogoje, lahko energijsko bilanco poenostavimo: "**vsota vseh energijskih dobitkov v ovoju je enaka vsoti vseh energijskih izgub**".

VRSTE TOPLOTNIH IZGUB

Ločimo dve vrste toplotnih izgub:

- transmisijske izgube
- prezračevalne izgube

TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE

Pri ogrevanih stavbah prehaja toplotna energija skozi elemente ovoja stavbe na tri načine:

- s kondukcijo(prevajanjem)
- s konvekcijo(kroženjem)
- z radiacijo(sevanjem)

Kondukcija in konvekcija materiala imata svojo **združeno karakterstiko**:

- **toplotno prevodnost** materiala (λ ; W/mK), sevanje pa je odvisno od emisivnosti (barve) in temperature površine. Ko lastnosti materialov združimo z debelinami posameznih materialov in toplotno prestopnostjo na stiku z zunanjim in notranjim zrakom dobimo lastnost celotnega sklopa elementa ovoja stavbe.
- **toplotno prihodnost** (U ; W/m²K), torej so toplotne izgube, ki nastanejo s transmisijo, odvisne od izbire materialov in njihove debeline.

Transmisijske izgube so tem manjše, čim bolj je ovoj stavb izoliran in čim manj je toplotnih mostov.

PREZRAČEVALNE TOPLOTNE IZGUBE

Prezračevalne toplotne izgube so izgube zaradi izmenjave zraka med zgradbo in okolico. Nastajajo pri namenskem prezračevanju (prezračevanje skozi okno, mehansko prezračevanje) ali nenamenskem in nezaželenem prezračevanju (prezračevanje skozi fuge, špranje). Zrakotesna okna in ovoj zmanjšata prezračevalne izgube, vendar s tem tudi onemogočita dovajanje potrebne količine svežega zraka v zgradbo. Zato so pri aktivni hiši obvezne naprave za dovod in odvod zraka z rekuperacijo toplote.

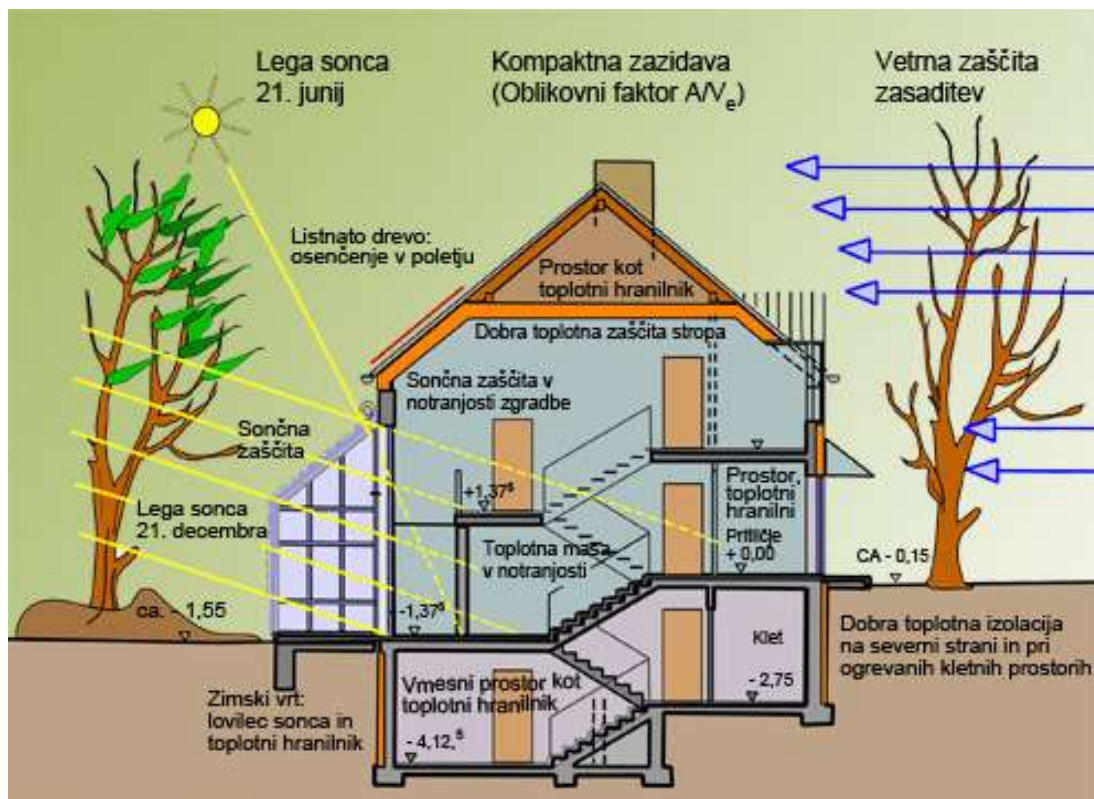
VRSTE TOPLOTNIH DOBITKOV

Ločimo dve vrsti toplotnih dobitkov:

- dobitki sončnega obsevanja (sonce)
- dobitki notranjih virov

DOBITKI SONČNEGA OBSEVANJA

Dobitki zaradi sončnega obsevanja se dovajajo v stavbo skozi vse obsevane površine (steklene površine, stene, streho,...). Količina dobitkov sončnega obsevanja je odvisna od orientacije, zasteklitve in njihove velikosti. Največje dobitke sončnega obsevanja pričakujemo na južni strani, manj na vzhodnih in zahodih. Pri izračunavanju sončnih dobitkov, moremo upoštevati še senčenje, vpadni kot žarkov in umazanijo na oknih.



Slika 2: shema aktivne hiše

DOBITKI NOTRANJIH VIROV

Pri notranjih virih se upoštevajo:

- število oseb
- intenziteta aktivnost (mirovanje, gibanje)
- električna energija (ne za ogrevanje)
- oddana toplotna energijsko učinkovitih hišnih naprav, toplota sanitarne vode, izhlapevanje oz. izparevanje npr. vlažnost iz lončnic.

Notranji viri so pogosto zelo precenjeni, kar vodi k nizki računski letni porabi toplote, zlasti pri aktivnih hišah.

IZRAČUN LETNE POTREBNE TOPLOTE ZA OGREVANJE

Pri izračunu toplote, ki je potrebna za ogrevanje, se najprej določijo vrednosti transmisijskih in prezračevalnih izgub skozi toplotni ovoj zgradbe. Od teh se naštejejo pričakovani odbitki notranjih virov in sončnega obsevanja. Razlika je letna potrebna toplota za ogrevanje. Ta ne sme presegati $15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. To potrebo po toploti pokrije ogrevalni sistem.

Toplotna bilanco opredelimo kot:

VSOTA VSEH ENERGIJSKIH DOBITKOV

dobitki sončnega obsevanja+dobitki notranjih virov+toplote iz ogrevalne naprave v ovoju zgradbe je enaka vsoti vseh transmisijskih izgub (transmisijske toplotne izgube + prezračevalne toplotne izgube).

Letna potrebna toplota za ogrevanje zgradbe ne sme presegati $15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Pri porabi, ki bi preseгла to vrednost, toplozračno ogrevanje ne bi več zadostovalo, zgradba bi zagotavljanje temperaturnega ugodja potrebovala klasični ogrevalni sistem.

AKTIVNA HIŠA V ŠTEVILKAH

Hiša velikosti 113 m², 4 osebe, celinska Slovenija:

- izgube zaradi prevajanja: 4,7 MWh letno
- izgube zaradi prezračevanja: 2,4 MWh letno
- ogrevanje sanitarne vode: 3,2 MWh letno
- skupna poraba: 10,3 MWh letno
- notranji dobitki toplote: 1,3 MWh letno
- pasivni dobitki: 1,5 MWh letno
- aktivni dobitki: 7,3 MWh letno
- skupaj dobitki: 10,1 MWh letno
- končna potreba po energiji: 0,2 MWh letno

UGODJE V AKTIVNI HIŠI

Telo odvaja toplotni tok v okolico s sevanjem, konvekcijo, prevodom in izhlapevanjem vode skozi kožo in dihalne poti. Hkrati toploto tudi sprejema iz zraka, sevalnih površin, ki telo obdajajo in z dotikanjem predmetov v okolici. Za ugodno počutje mora biti odvedeni toplotni tok iz telesa enak nastalemu toplotnemu toku v njem. Če si iz telesa odvaja večji toplotni tok, se pojavi občutek hladu, če pa je odvedeni toplotni tok manjši od nastalega v telesu, človeku postane vroče. Telo se odziva na taka stanja z drgetanjem-mraz (ogrejemo se z delovanjem mišic) ali znojenjem-vročina (oddajamo toploto z uparjanjem vode na površini kože).

Za temperaturno ugodje človeškega telesa je odločilna temperatura okolice. Le v redkih klimatskih razmerah je za temperaturno ravnovesje potrebna le človeška koža. V večini primerov je treba temperaturno ugodje uravnati z drugimi ukrepi. Prvi ukrep, ki zagotavlja telesu temperaturno ravnovesje je obleka. V tej prvi coni ugodja, prostorom med kožo in obleko, ki ima izolativno funkcijo, mora biti temperatura 27-29°C, druga cona ugodja je področje med obleko in okolico (primerno za notranje prostore), kot se velikokrat imenuje ovoj zgradbe. Pogoji v tej coni se označujejo kot prostorska klima.

Temperaturno ugodje v notranjih prostorih je najprej odvisno od človekove obleke. Obleka, ki ima izolativno funkcijo, je odvisna od kulture oblačenja in zelo spremenljiva.

Omogoča bivanje pri različnih temperaturah, ki naj bi jih imel prostor za zagotavljanje ugodja.

Standard ISO 7730 v konvencionalnih hišah opredeljuje ugodne pogoje za običaje oblačenja v notranjih prostorih:

V zimskem času 20-24°C in

V letnem času od 23-26°C.

Te temperature zraka in notranjih površin zagotavlja mora zagotavljati ovoj stavbe. Toplotno ugodje je odvisno tudi od fizične aktivnosti.

Pri aktivnih hišah so priporočene temperature v prostoru nižje, kot v običajnih hišah (18-20 °C). Pogosto se pojavlja vprašanje, kakšno ugodje je v hiši, ki je popolnoma zaprta, (zrakotesna) in ogrevana na tako nizke temperature.



Slika 3: koncept aktivne hiše

UGODJE V AKTIVNI HIŠI JE VEČJE KOT PRI OBIČAJNIH HIŠI.

Za utemeljitev te trditve je treba pojasniti nekaj fizikalnih dejstev:

Temperatura notranjih površin so le malo nižje od temperature zraka v prostoru

Pri aktivnih hišah ni grelnih teles, ki bi zmanjševale asimetrijo sevalne temperature. To pomeni, da morajo biti zgradbe ustrezno toplotno izolirane, vgrajena okna pa morajo imeti toplotno prehodnost $U \leq 0,8 \text{ W(m}^2/\text{K)}$.

Operativna temperatura

Je srednja vrednost temperature zraka v prostoru in srednje sevalne temperature. V aktivnih hišah z zasteklitvami pod $0,8 \text{ W(m}^2/\text{K)}$ je operativna temperatura zelo enakomerna. Tudi v neposredni bližini okna je temperatura le nekoliko nižja od operativne temperature (35cm od okna le $0,75 \text{ K}$ pod temperaturo zraka v prostoru). To pomeni, da je toplotno ugodje primerno tudi v bližini oken, kjer se v običajnih hišah čuti hladen vlek.

Gibanje zraka v prostoru

Zrak se v prostoru giblje. V hladnih površinah se ohlaja in se zaradi večje gostote začne spuščati, nato se pomika vzdolž tal in ko se spet ogreje se začne dvigati. Pri običajnih hišah, kjer je hladilnih površin več, se zrak giblje sorazmerno hitro, kar zmanjšuje toplotno ugodje. Hladen zrak pri tleh povzroča hladne noge, pretok zraka pa povzroča neugodje, zlasti pri nižjih temperaturah. Toplotno ugodje v prostoru se izboljša z razporeditvijo grelnih teles pod oknom ali pod njim. Grelne površine poskrbijo za toplotni vzgon zraka pod oknom, smer gibanja zraka se s tem obrne in temperatura pri tleh se zviša.

Pri aktivni hiši so temperature notranjih površin, vključno z zasteklitvami, tako visoke, da je gibanje zraka v prostoru minimalno, s tem pa se tudi pri nižji temperaturah zraka doseže toplotno ugodje.

Pojav rosenja

V pravilno grajeni aktivni hiši imajo najslabšo izolativnost okna $U_w \leq 0,8 \text{ W(m}^2/\text{K)}$. površinska temperatura na notranji steni je tudi pri temperaturi $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ še vedno približno $17 \text{ }^\circ\text{C}$. Do pojava rose bi na teh površinah prišlo šele v primeru, če bi relativna vlažnost v prostoru presegla 85%, kar bi se lahko zgodilo le v kopalnicah, pa še to redko. Tudi pri stikih elementov z zunanjim ovojem je učinek toplotnega mostu tako majhen, da so površinske – temperature večje od predpisanih $17 \text{ }^\circ\text{C}$. pojav rosenja je praktično izključen. Zdrava klima v prostoru, ter prijetno bivalno okolje ob nizkih stroških gradnje in ob nizkih obratovalnih stroških predstavlja želje vsakega investitorja. Ta standard s svojim odličnim ovojem, prezračevanjem in učinkovitim vračanjem toplote omogoča visoko stopnjo ugodja, ki je neodvisna od izbranega sistema ogrevanja. Pomembno je vedeti, da stroški ogrevanja ne presegajo enega evra na m^2 stanovanjske površine in to za ogrevanje prostora, prezračevanje in ogrevanje vode- na leto.

Aktivne hiše odlikujejo razpoznavna vrednost maksimalne uporabe energije za ogrevanje, ki znaša $15 \text{ Kw}/(\text{m}^2\text{a})$. poraba energije je kar za 80% manjša, kot so današnji standardi za običajne novogradnje.

OSNOVNA NAČELA PRI NAČRTOVANJU AKTIVNE HIŠE

Za doseganje standarda aktivne gradnje sta pomembna celoten ovoj zgradbe in tudi ustroj njenega delovanja. Vsaka komponenta ima svoj pomen, šele upoštevanje vseh da zadovoljiv rezultat. Velik pomen ima toplotni ovoj zgradbe, njene oblike, sestava in kakovost izvedbe. Prvi ukrep za zmanjšanje porabe energije za ogrevanje je optimalna zasnova zgradbe, vključno z njeno sestavo. Pred gradnjo morajo biti izdelane rešitve za vse toplotne mostove, do katerih bi lahko prišlo. Med gradnjo je treba vseskozi preverjati kakovost izvedbe. Po končani gradnji se pravilnost načrtovanja in izvedbe dokaže s certifikatom ustrezne institucije.

ORIENTACIJA

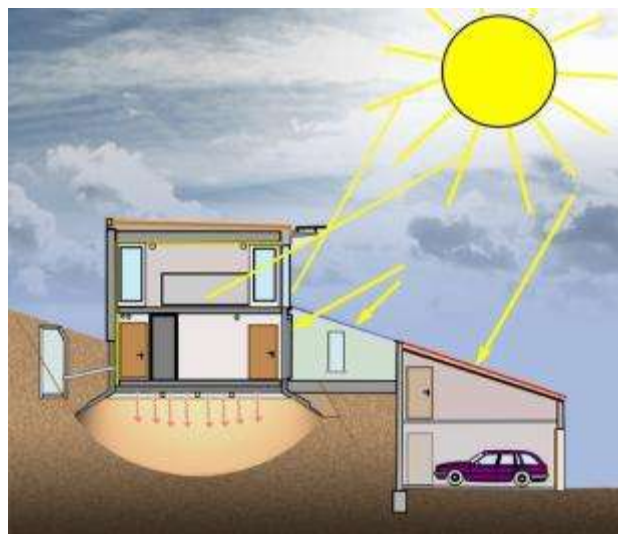
Pri aktivnih hišah ima orientacija velik pomen, saj omogoča izrabo dobitkov sončnega sevanja. Količina dobitkov je odvisna od letnega časa in dnevnega osončenja ter orientacije fasade. Vzhodna fasada je najintenzivneje obsevana zjutraj, zahodna popoldne. Južna fasada je poleti obsijana kot vzhodna in zahodna, nasprotno pa je pozimi obsevanje na južni fasadi intenzivnejše kot na vzhodni in zahodni. Zaradi tega razmerja je južna stran najbolj primerna za izrabo sončne energije. Pri izbiri zemljišča za gradnjo je potrebno upoštevati, da je za aktivno hišo najugodnejše, če je umeščena na južno orientirano zemljišče. Južna orientacija v hladnih delih leta omogoča maksimalna izrabo sončne energije in s tem kar 40% dobiček k ogrevanju zgradbe. Priporoča odklon stavbe največ za $\pm 20^\circ$. Na južni fasadi se zaradi sončnih dobitkov priporočajo večje zastekljene površine.

IZRABA DOBITKOV SONČNEGA OBSEVANJA SKOZI ZASTEKLITEV

Sončna energija, ki pride v zgradbo skozi okno, pripomore k ugodju v prostoru-ne le zaradi svetlobe, temveč tudi zaradi toplote. Skozi zasteklitve v hišo prodirajo sončni žarki, ustvarjajo dobitke toplote, po drugi strani pa zaradi njih prihaja tudi do toplotnih izgub. Pri aktivnih zgradbah so zasteklitve pomembne, kljub temu da imajo dve pomanjkljivosti: zaradi razmeroma slabe toplotne izolativnosti (v primerjavi z neprosojnim ovojem) uhaja skozi velike toplote, poleg tega so drage.

Poleg orientacije je pomembno tudi da sončni žarki dosežejo hišo, zato moramo paziti, da sta oba ni zasenčena z visokimi drevesi ali drugimi objekti, saj to znižuje učinkovitost dobitkov sončnega obsevanja. V bližini južne, vzhodne in zahodne fasade so lahko zasajena listopadna drevesa. Poleti so njihovi listi sončna zaščita, pozimi ko odpadejo, pa sonce lahko obseva in tako greje zgradbo.

Na južni strani, kjer se pričakujejo dobitki sončnega obsevanja, naj bodo površine čim večje. Severna stran ni obsijana s soncem, torej naj bodo steklene površine tam čim manjše.



Slika 4: izraba sončne energije



Slika 5: okna ki so obrnjena proti jugu

EKOLOŠKA IZBIRA GRADIV

V zadnjih letih, ko se svet čedalje bolj zaveda posledic, ki jih s svojim ravnanjem povzroča okolju in posledično tudi človeku ter njegovemu počutju in zdravju, je energijsko varčna hiša velik prispevek k izboljšanju stanja na področju bivanjske in okoljske kulture.

Na področju ekološke oz. naravne gradnje sta se skozi čas oblikovali dve glavni usmeritvi, ki jih lahko poimenujemo EKO ali BIO usmeritev. Ena in druga privabljata različno usmerjanje investitorje.

EKO- graditelji so ponavadi ljudje, ki stavijo na dosežke tehnologije, ter si želijo predvsem izmerjenih dejstev. EKO hiše so ponavadi izdelane iz tehnološko dovršenih materialov in v svoji notranjosti skrivajo napredno hišno-regulacijsko tehniko.

BIO graditelji so bolj romantičnega kova. Od hiše pričakujejo dobro počutje na podlagi izbire s svojim značajem usklajenega naravnega materiala. Hišna tehnika je pogosto tradicionalna in zajema maksimalno izrabo naravnih koristi posameznega materiala ali rastlin. Cilj gradbene biologije je sinteza ene ali druge usmeritve, v nadaljevanju pa kratke predstavitve posameznih možnosti.

V tem primeru je tako oblika kot tudi izbira materialov podvržena maksimalnim energetskih izkoristkom same lokacije ter učinkovitosti posameznega materiala. Cilj delovanja hiše je praktično nična poraba energentov za delovanje objekta. Izkoriščajo se na sami lokaciji razpoložljivi obnovljivi viri energije. Na tako dragocen način pridobljena energija se ohranja s smotrno uporabo energije in s pomočjo dovršene tehnologije.



Slika 6: volna



Slika 7: sekanci



Slika 8: slama

EKOLOŠKO OSVEŠČENO BIVANJE

Raziskave bivalnih navad stanovalcev, ki živijo v aktivnih hišah, so pokazale, da se je njihov odnos do okolja zelo spremenil. Danes se pojavljajo naselja v katerih se skupna okoljska bilanca izboljšuje z različnimi aktivnostmi v okviru stanovanjskih skupnosti. Take možnosti predstavljajo zbiranje deževnice, ravnanje s trdimi odpadki, odlaganje organskih odpadkov na kompostišče, okoljsko najbolj osveščeni prebivalci čistijo odpadne vode iz gospodinjstev s pomočjo vodnih rastlin.

SHRANJEVANJE SONČNE ENERGIJE

Bistveni namen shranjevanje toplote v zgradbi je predvsem možnost njenega izrabljanja v času, ko sončno sevanje ni več na voljo. S tem se sončna energija bolje izkoristi, hkrati pa se zmanjšajo potrebe po energiji za ogrevanje.

OBLIKA ZGRADBE

Glavna postavka pri aktivni hiši je omejevanje transmisijskih toplotni izgub na čim manjšo mero. Do teh prihaja v celotnem ovoju zgradbe. Pomembno je, da je zunanjih površin glede na volumen objekta čim manj. Razmerje med površino in volumnom se izraža s t.i. **faktorjem oblike**. Posebej ugoden faktor oblike je pri kvadratnih, okroglih, osemkotnih in elipsastih oblikah. Aktivne standarde je sicer mogoče doseči tudi pri razčlenjenem ovoju zgradbe, vendar je cena za to precej višja. Obstaja prepričanje, da mora imeti aktivna hiša enokapnico vendar oblika strehe za izvedbo aktivne hiše ni najbolj pomembna. Res pa je, da enokapna streha zagotavlja dober kompromis med uporabno površino in površino objekta ter njegovo prostornino. Pri enokapnici, orientirani na jug, je zaradi večjih površin fasade tudi večje sprejemanje sončnega sevanja pozimi.



Slika 9: shema aktivne hiše

TOPLOTNA HIERARHIJA PROSTOROV

Prenos toplote nastane zaradi temperaturnih razlik. Tudi na obeh straneh zunanje stene so temperature redkokdaj enake, na čeloma skozi prehaja toplota in povzroča transmisijske toplotne izgube ali priritke. Podobno je tudi pri notranjih stenah.

Toplotne izgube skozi steno so tem večje, čim večja je temperaturna razlika med obema površinama. Za zmanjšanje transmisijskih toplotni izgub v objektu je smiselno na severni strani, kjer je temperatura na zunanji steni najnižja, predvideti prostore z najnižjo temperaturo (stopnišče, shrambo,...). Na južno fasado mejijo dnevni prostori, ki zahtevajo višje temperature in se dogrevajo s sončno energijo. Že pri projektiranju moramo paziti na to, kakšen bo temperaturni režim v kleti. Če je klet znotraj objekta, mora biti več čas ogrevana in dobro izolirana, če pa je neogrevana, mora biti zunaj objekta. Pritličje naj bo v tem primeru nad kletjo v celoti izolirano. Težava so stopnice, kjer je treba predvideti sistem prekinitve toplotnega mostu in primerno izolirana vrata. Lahko pa se izognemo temu problemu, če izvedemo klet in stopnišča zunaj objekta ali fizično ločeno od ogrevanih prostorov.

TOPLOTNA IZOLACIJA

Pri načrtovanju toplotne izolacije je potrebno zgradbo vedno obravnavati kot celoto, zato moramo poleg zunanjih sten primerno izolirati tudi medetažne konstrukcije in streho. Pri tem so pomembni:

- lokacija in orientacija zgradbe,
- razvrstitev prostorov in temperaturo v njih,
- sestava in lastnosti obodnih konstrukcij,
- velikost in zračna tesnost oken, prezračevanje in navlaževanje konstrukcij

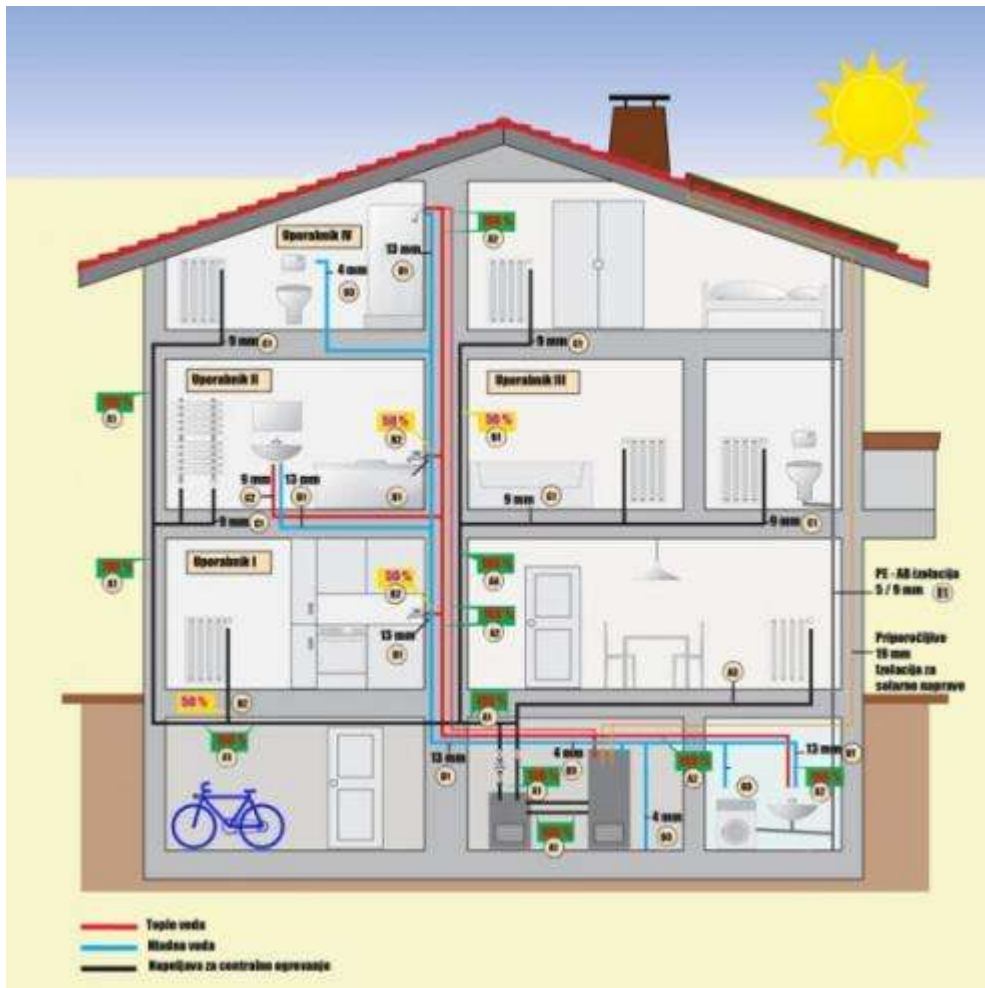


Slika 10: detajl toplotne izolacije

Pri aktivni hiši morajo biti vsi elementi toplotnega ovoja dobro toplotno izolirani. Zelo pomembno je toplotnoizolativna plast poteka neprekinjeno povsem ovoju.

Ovoj aktivne hiše ima dobre toplotne izolacijske lastnosti: vsi gradbeni elementi morajo imeti toplotno prehodnost $U \leq 0,15 \text{ W(m}^2/\text{K)}$. Debelina toplotne izolacije je odvisna od gradiva in sestave stene, ter znaša 25 do 40cm. Za izolacijo lahko uporabimo umetna anorganska, organska ali naravna gradiva. Najpogosteje se uporabljajo umetna anorganska to je ekspanzirani in ekstrudirani polisteren, penjeni polietilen in penjeni poliuretan. V zadnjih letih se pogosteje uporabljajo naravna toplotnoizolacijska gradiva, kot so celulozna vlakna, lesena vlakna, kokosova vlakna, lan, konoplja, ovčja volna, pluta in slama. Med naravnimi in umetnimi materiali je izolativnost enaka. Uporablja se tudi prosojna toplotna izolacija, ki je pri aktivnih hišah zelo učinkovita, saj v nasprotju z ostalimi omogoča dobitke toplote, ker zlasti v predhodnih mesecih zmanjša potrebe po ogrevanju. Prosojna toplotna izolacija je iz stekla, prosojnih umetnih snovi. Sestavljena je iz tankih cevčic (v obliki satovja ali kapilar) ali kroglic, v katere je ujet zrak, ki deluje kot toplotni izolator. Prosojna toplotna izolacija debeline okrog 10 cm je na steno vgrajena v obliki panelov v okvirjih.

Za pritrjevanje toplotne izolacije pri aktivnih hišah se uporabljajo načini kot so: lepljenje, sidranje, žebljanje, vijačenje,... Izbor toplotne izolacije je odvisen od nosilne konstrukcije. Za masivno gradnjo uporabljamo toplotno izolacijske plošče ali lamele, ki se lepijo, sidrajo, žeblijo. Pri lahkih konstrukcijah pa se uporabljajo celulozni in leseni kosmiči, ovčja volna,... Mehkejša toplotna izolacija potrebujejo za pritrjevanje podkonstrukcijo.



Slika 11: shema poteka omrežja

ZASTEKLJENE POVRŠINE

Kljub uporabi sodobne tehnologije (nizkoemisijski nanosi, poljenje z žlahtnimi plini, trojna zasteklitev) so okna in steklene stene elementi z največ toplotnimi izgubami. Toplotne prehodnosti oken $U \leq 0,8 \text{ W(m}^2/\text{K)}$ so mnogo večja od toplotne prehodnosti dobro izolirani zunanjih sten $U \leq 0,15 \text{ W(m}^2/\text{K)}$. Sončno energijo, zajeto skozi okna, je potrebno shraniti v toplotnem zalogovniku v stavbi. Če mase za shranjevanje toplotne ni dovolj, če ni primerno razporejena, ali je prikita z zavesami in drugimi oblogami, prihaja v prostoru do pregrevanja. V takem primeru moramo toploto odvajati, namesto da bi jo shranili in izkoristili s časovnim zamikom.

Površinska temperatura zasteklitev je odvisna od temperature okoliškega zunanega zraka in toplotne prehodnosti. Predvsem je pomembno znižanje pretoka hladnega zraka na notranji strani zastekljenih površin ter zmanjšanje oz. preprečitev kondenzacije na steklenih površinah. Gostota zraka se zaradi temperaturnih razlik spremeni, kar povzroči vtgon in gibanje zraka. Hitrost toka zraka ob steni, ki ima zastekljene površine, določa temperaturna razlika med temperaturo obodne površine in zraka v prostoru. Pri prenizkih temperaturah obodnih površin dobimo občutek prepriha, zato je priporočljivo, da temperatura površin ni nižja od 18°C oz., da je vsaj 2-3 K pod temperaturo zraka v okolju.

Pri aktivnih hišah se vgrajujejo okna s trojnimi stekli, za katera so kriteriji naslednji:

- toplotna prehodnost zasteklitve $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2/\text{K}$
g-vrednost $\geq 50\%$, (g-vrednost oz. faktor celotnega sončnega sevanja podaja v % vrednost skupnega prehoda sončne energije skozi zasteklitev. Določen del sevalne energije sonca steklo odbije, preostanek pa prepusti (transmisija energije))
- energijski kriterij za zasteklitev

$U_g - 1,6 \text{ W/m}^2/\text{K}; g < 0$

- toplotna prehodnost za vgrajen okvir+steklo $U_{w,eff} \leq 0,8 \text{ W/m}^2/\text{K}$
- vgradnja oken brez toplotnih mostov, temperatura na notranji površini je večja od 17°C (pri zunanji temperaturi -10°C in temperaturi v prostoru 20°C)
- izračun solarnih dobitkov glede na naklon, orientacijo, senčenje, zaradi globine vgradnje
- predvideti senčila na oknih pri večjih steklenih površinah orientiranih na vzhod in zahod, v določenih primerih tudi na jug.



Slika 12: detajl vgradnje oken

Eden od najpomembnejši kakovostnih kriterijev izolacijskega je temperatura rosišča, točka rosišča (TR). Rosišče je tista temperatura, pri kateri zrak ali plin doseže 100% relativno vlago.

Če se pri nespremenjeni vsebnosti vodne pare v zraku njegova temperatura zniža, bo določen del vlage kondenziral. Temperaturo rosišča oz. kondenzacijo vodne pare lahko dosežemo pri izolacijskem steklu na različnih mestih in sicer:

- v MSP- med steklenim prostorom
- na notranji strani
- na zunanji površini
- na toplotnih mostovih

Za doseganje kriterija skupne toplotne prehodnosti okna – $U_{w,eff} \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, je potrebno steklo vgraditi v ustrezen okenski okvir, s toplotno prehodnostjo za okvir $U_f \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Okvirji so lahko iz PVC ali lesa ter vgrajeno toplotno izolacijo iz poliuretana (PUR), ali mešanico PUR z lesenimi ostanki. Toplotna izolacija iz plutovine se vgrajuje pri lesenih okenskih okvirjih.

Intenzivnost toplotnega mostu, ki na špaleti nastane že zaradi spremembe geometrije stene merimo z linijsko toplotno prehodnostjo ψ_e enaka kot pri toplotnem mostu na distančniku zasteklitve. Z dobro načrtovanimi in tudi izvedenim detajlom lahko dosežemo, da je vrednost $\psi < 0,05 \text{ W/mK}$, lahko tudi, da je $\psi < 0,01 \text{ W/mK}$. S tem toplotni most pri vgradnji približno izenačimo s toplotnim mostom zasteklitve oz. ga izvedemo tako, da je nepomemben.

VHODNA VRATA

Vhodna vrata, podobno kot druge odprtine na ovoju zgradbe, pogosto predstavljajo šibko točko v toplotne ovoju zgradbe, zaradi česar jih je treba v aktivnih hišah zelo skrbno izbrati. Načeloma morajo izpolnjevati enake zahteve, kot veljajo za okna, poleg tega pa še nekaj posebnih zahtev:

- -trajna togost
- -minimalna višina praga
- -enostavna uporaba
- -oblikovalske zahteve
- -zaščita pred vlomom
- -zvočna izolativnost
- -požarna zaščita
- -stabilnost oblike pri različnih klimatskih obremenitvah

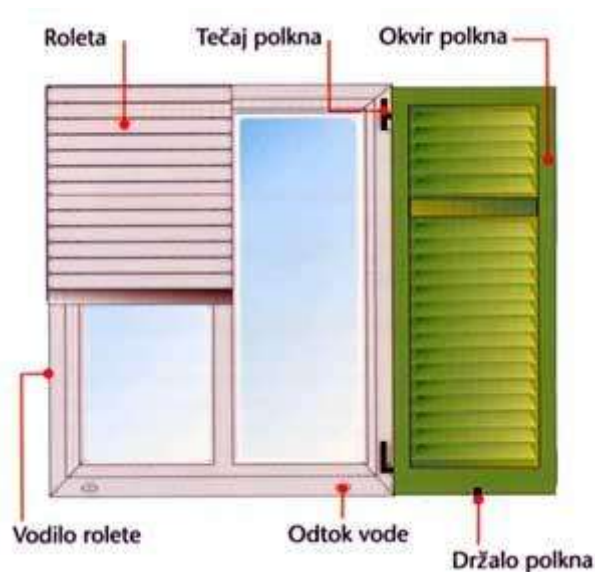
Vrata za aktivno hišo se razlikujejo od običajnih vhodnih vrat. Zelo pomembna je zrakotesnost, zato morajo imeti vrata tesnili – ob straneh in zgoraj dvojna, spodaj ob pragu pa najmanj enojna. Da se doseže zadostna zrakotesnost, morajo vrata trajno zagotavljati stabilno obliko, ker mora proizvajalec dokazati z atestom. Poleg tega imajo vratna krila zgoraj in spodaj dodatne zapuhe, ki stisnejo krilo ob tesnilo. Vhodna vrata za aktivno hišo mora imeti dobro toplotno izolativnost – tako kot pri oknih toplotna prehodnost ne sme presegati $U \leq 0,8 \text{ W(m}^2/\text{K)}$. Teh zahtev ni mogoče izpolniti z običajnimi vrati. Vhodna vrata in okvir za aktivne hiše imata veliko večje dimenzije, kot smo jih vajeni. Podobno, kot pri oknih je pomembna vgradnja vhodnih vrat brez nevarnosti za nastanek toplotnih mostov, ko česar pogosto pride pri pragovih.

VGRADNJA OKEN

Vgradnja oken je enako pomembna kot so lastnosti okna. Slaba vgradnja lahko povzroči toplotni most, tako transmisijski kot tudi konvekcijski. Poleg tega je pri vgradnji nujno potrebno upoštevati še osnovni princip difuzije vodne pare skozi detajl in sicer v splošnem tri zahteve:

1. zunanje tesnilo mora biti vodo tesno in mora zagotavljati zaščito pred vetrom, hkrati pa mora biti dovolj prepusno za difuzijo vodne pare,
2. obod okna mora biti v celoti zapolnjen s PU peno, zagotovitev ustrezne toplotne in zvočne izolacije,
3. z notranje strani mora biti okno tesnjeno; namen tega tesnila je difuzijska zapora

Poleg tega mora biti okno v zid pritrjeno z mehanskimi sidri. Vgradnja samo s podlaganjem in PU praviloma ne zagotavlja zadostnega vpetja okna vzid. Posledica take vgradnje je, da se okno zaradi različnih obremenitev premika v takimeri, da elastično tesnilnih mas tega ne prenese in pride do poškodovanja enega izmed tesnil na stiku med oknom in zidom. S spoštovanjem treh osnovnih načel se izognemo kondenzaciji vodne pare v PU peni in zagotovimo ustrezno delovanje oken v stavbi.



Slika 13: okno

VETROLOV

Vetrolov precej pripomore k energijski učinkovitosti, še zlasti kadar so vhodna vrata pogosto izpostavljena vetru. Vetrolov ni ogrevan, temveč predstavlja tamponsko cono med okolico in toplotnim ovojem zgradbe. Toplotnoizolacijska vhodna vrata so vgrajena v toplotni ovoj zgradbe, vetrolov pa ima običajna vrata.

TOPLOTNI MOSTOVI

Toplotni mostovi na ovoju zgradbe imajo pomemben vpliv na toplotno prehodnost ovoja zgradbe, kar je zlasti izraženo pri prebojih na zunanji strani ovoja (vogalne, vertikalne in horizontalne zidne AB vezi, ležišče armiranobetonskih plošč...). Kljub dobri toplotni zaščiti, vendar brez rešenih toplotnih mostov, lahko delež toplotnih izgub zaradi toplotnih mostov predstavlja več kot tretjino vseh transmisijskih toplotnih izgub stavbe. Povečane toplotne izgube zaradi vpliva toplotnih mostov so upoštevane s pomočjo korekturnih koeficientov v energijski bilanci aktivne hiše.

GLEDE NA VZROK NASTANKA SO TOPLOTNI MOSTOVI:

- Konstruktivski toplotni mostovi

Do konstruktivskega toplotnega mostu pride, ko je ovoj stavbe prekinjen ali predrt z materialom, ki ima veliko toplotno prevodnost (armirani beton ali jeklo) in ni toplotno zaščiten ne z zunanje niti iz notranje strani.

- Geometrijski toplotni mostovi

Geometrijski toplotni most nastopi na delu ovoja stavbe, pri katerem je zunanja površina, skozi katero toplota prehaja iz ogrevanega prostora v zunanje okolje, precej večje od notranje (primer vogala v prostoru). Tem mostovom se v praksi ne moremo izogniti, lahko pa njihov vpliv omilimo.

- Konvekcijski toplotni mostovi

Ti toplotni mostovi nastanejo, ko je zaradi prekinitev ali netesnosti omogočen pretok notranjega vlažnega zraka v konstruktivski stolp.

Toplotni mostovi se pojavijo pri:

- Nekvalitetno izdelanih stikih med posameznimi zidaki
 - Betonskih prekladah nad okni v zunanjih stenah, ki lahko segajo preko debeline zidu
 - Betonskih ploščah, kjer nosilna stropna konstrukcija nalega na vso debelino zidu
 - omaricah za rolo
 - Balkonih in horizontalnih AB zidnih vezeh
-
- Stikih talnih konstrukcij in temeljev
 - Prebojih konstrukcij in drugje
 - Protipotresnih betonskih vezeh, ki povezujejo objekt po vertikali in so nameščeni navadno na vogalih zunanjih nosilnih zidov, ali pa v sredini zidov po obodu. Običajno segajo preko cele debeline zidov in niso toplotno izolirani, tako da ustvarjajo toplotne mostove.

V območjih toplotnih mostov so temperature notranjih površin precej nižje, tako da povzročajo težave v prostorih s povečano relativno vlažnostjo zraka (kuhinja, kopalnica) ali pa v slabo prezračenih prostorih v kotih zaprtih s pohištvom. Prva posledica nižje temperature je povečano podlaganje pragu na teh mestih, prav tako je v zimskem času temperatura notranjih površin nižja od temperature rosišča, tako da pride do površinske kondenzacije vodne pare. Če se to dogaja pogosto se lahko pojavi plesen.



Slika 14: prehod toplote skozi toplotne mostove

VPLIV TOPLOTNIH MOSTOV NA TOPLOTNO BILANCO

Negativni energijski učinek toplotnih mostov lahko opazujemo na dveh ravneh, neposredno ali posredno. Kjer je v območju toplotnega mostu tok povečan, so tudi toplotne izgube večje. S tem naraščajo stroški za ogrevanje. Zaradi neznanja marsikdo podcenjuje pomen nastanka toplotnih mostov. Popolnoma napačno je mnenje, da naj podrobnejše ukvarjanje s toplotnimi mostovi ne bi bilo potrebno, ker je delež toplotnih izgub zaradi toplotnih mostov v večini primerov obstoječih stavb razmeroma majhen glede na celotne toplotne izgube. Za preprečevanje površinske kondenzacije poznamo dva učinkovita ukrepa:

- Zviševanje temperature notranjega zraka
- Izdatnejše prezračevanje

Če ta ukrepa uporabimo za preprečevanje površinske kondenzacije v območju toplotnih mostov, do katerih pride zaradi lokalno znižane temperature notranje površine, potem hkrati povečamo toplotne izgube. Ob tem se moramo zavedati, da je to ob korektno zasnovanih in izvedenih toplotni zaščiti ter sestavi posameznih toplotnih konstrukcij elementov in običajni temperaturi in relativni vlažnosti notranjega zraka, sploh ne bi bilo potrebno.

Zaradi odpravljanja posledic lokalnega pojava kondenzacije in posledično plesni, lahko torej bistveno povečamo izrabo energije za ogrevanje, pri čemer so toplotne izgube skozi sam toplotni most sicer morda relativno majhne. Pomen toplotnih mostov v smislu slabše toplotne bilance se izrazito poveča pri nizkoenergijskih stavbah. S kakovostjo toplotne zaščite, določene površine namreč raste tudi negativni vpliv in pomen toplotnega mostu na površini ali ob njej. Dokazano je, da pri dobro toplotno zaščitenih stavbah, vendar brez rešenih toplotnih mostov, delež toplotnih izgub zaradi toplotnih mostov predstavlja več kot tretjino vseh transmisijskih toplotnih izgub.

ZRAKOTESNOST

Pri aktivni hiši je poraba energije odvisna od toplotne izoliranosti in od zrakotesnosti ovoja stavbe. Toplotni ovoj naj bo neprekinjen, preboji pa ustrezno izvedeni. Zrakotesnost ovoja zgradbe ima velik vpliv na toplotno udobje in zvočno zaščito v notranjosti zgradbe. Za to se koncept tesnenja izdelava že v fazi načrtovanja aktivne hiše. Predvidijo se vsi nivoji tesnenja pri priključitvah gradbenih elementov, zlasti pri prebojih ovoja zgradbe in strešne konstrukcije.

PREHAJANJE ZRAKA SKOZI ZUNANJI OVOJ ZGRADBE IMA NEKAJ POMANJKLIVOSTI:

- Nezanesljivost
- Gradbene poškodbe
- Prevajanje zvoka
- Nekontrolirane toplotne izgube
- Možnost nastanka kondenčne vode

KRITERIJ TESNENJA OVOJA:

- Znotraj: zračno tesnjenje+difuzijsko zaprta sestava
- Zunaj: vetrna zapora+difuzijsko odprta sestava

NAČRTOVANJE ZRAKOTESNOSTI OVOJA:

Za doseganje zrakotesnosti ovoja stavbe je potrebno natančno načrtovati vse stike gradbenih elementov. Tako kot toplotno izolacijski ovoj mora biti tudi zrakotesni ovoj brez prekinitev.

Upoštevati moramo tri glavna načela:

- Ravnina zrakotesnega ovoja mora biti v načrtu neprekinjena na vseh delih zgradbe
- Obstajati mora samo ena zrakotesna ravnina. Mesta ki niso zrakotesna se ne odpravljajo z naslednjo zrakotesno ravnino pred ali za netesnim mestom.
- Zrakotesni ovoj je pritrjen na notranjo stran toplotno izolacijskega ovoja. Zrakotesna ravnina pa deluje kot parna ovira, zato ne sme biti popolnoma difuzijsko zaprta.
- Za zagotavljanje zrakotesnosti ovoja zgradbe morajo biti vsi konstrukcijski detajli čim enostavnejši, da je napak pri delu čim manj. Površine ki jih tesnimo, morajo biti izvedene na enak način. Uporaba novih, nepreizkušenih načinov tesnenja ni priporočljiva. Prebojem zrakotesnega ovoja se izogibamo.

KONTROLA ZRAKOTESNOSTI STAVB

Zrakopropustnost objekta lahko preverimo z metodo, ki jo imenujemo »blower-door« meritev. Z ventilatorjem, ki ga namestimo na vhodna vrata, ustvarimo v zgradbi nadtlak ali podtlak. Pri tem je treba vsa okna in vrata zapreti, vrata, na katerih je ventilator, pa dobro zatesniti. Za ustavrjenje podtlaka je treba na ventilatorju obrniti smer vrtenja rotorja. Pri izvajanju meritve merimo zračni tok (v m³/h), ki je potreben, da v zgradbi vzdržujemo tlačno razliko 50 Pa. Ta zračni tok lahko izrazimo glede na prostornino zraka v zgradbi ali glede na tlorisno površino zgradbe.

Po nemškem standardu VDIN 4108-7 velja, da je ovoj zrakotesen, če dosežemo:

Pri naravno prezračevani zgradbi: $n \leq 3 \text{ h}^{-1}$ (3-kratna izmenjava zraka v eni uri)

Pri klimatizirani zgradbi: $n \leq 1 \text{ h}^{-1}$ (enkratna izmenjava zraka v eni uri)

Če smo izmerili vrednost 3, pomeni, da se je zrak v eni uri zamenjal 3-krat, pri popolnoma zaprtih oknih in vratih.

Izmerjene vrednosti pomenijo naslednje stopnje tesnjenja:

1,0 do 3,0- zelo dobro

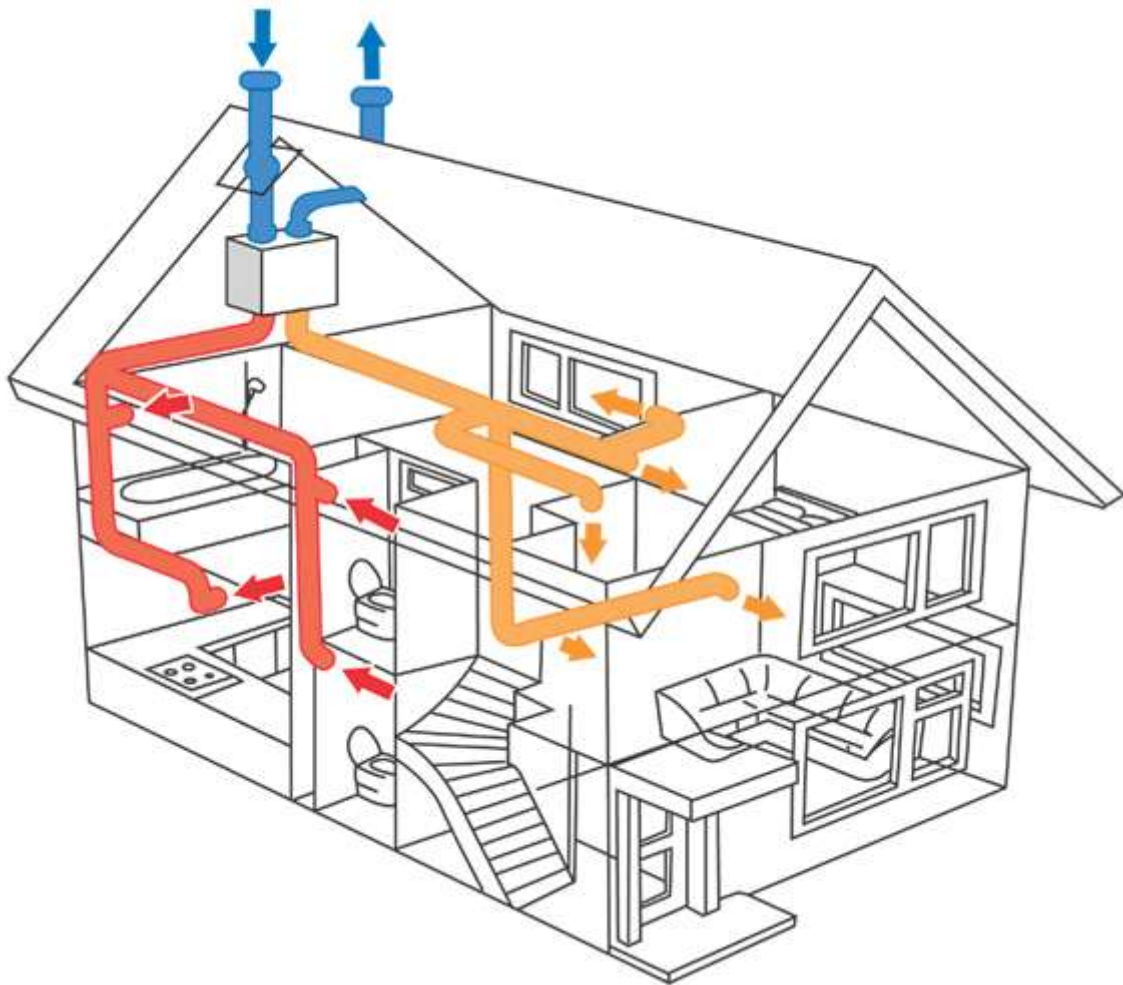
3,0 do 8,0- srednje

Preko 8,0- slabo

Nizkoenergijske hiše z nadzorovano izmenjavo zraka bi morale imeti vrednost 1,0. Hiše, ki jih zračimo skozi okna, naj ne bi presegle vrednost 3,0. Takšna meritev je najbolj koristna med gradnjo, preden je objekt vseljen, saj so takrat popravila najlažja.

PREZRAČEVANJE

Zrakotesnost hiše zelo zmanjša toplotne izgube, vendar je treba vseži zrak dovajati. To uredimo s prezračevalnim sistemom pri katerem izkoristimo toploto porabljenega, torej predihanega zraka. Prezračevanje je v aktivni hiši zelo pomembno, sam z njim ustvarimo dobre bivalne razmere in zagotovimo kvaliteto zraka v prostorih. Smisel aktivne hiše je niska poraba energije za ogrevanje vendar je varčevanje na račun bivalnega udobja nesmiselno. Za zagotavljanje manjše porabe energije za ogrevanje je nevarno zmanjšati količino prezračevanja saj s tem dosežemo višjo koncentracijo radona in ostalih plinov v prostorih kar ogroža zdravje. Zrakotesna okna preprečujejo dotok svežega zraka v prostore za to se v njih povečuje koncentracija CO₂. Za dobro počutje potrebujemo vsaj 30m³ svežega zraka na osebo na uro. Tega ni mogoče doseči le z odpiranjem oken.



Slika 15: shema prezračevanja

VRSTE PREZRAČEVANJ:

- Naravno prezračevanje (okna, vrata)
- Prisilno prezračevanje (rekuperator)
- Lokalno prezračevanje (klasični ventilator, kuhinjske nape)
- Centralno prezračevanje (kompaktna naprava)

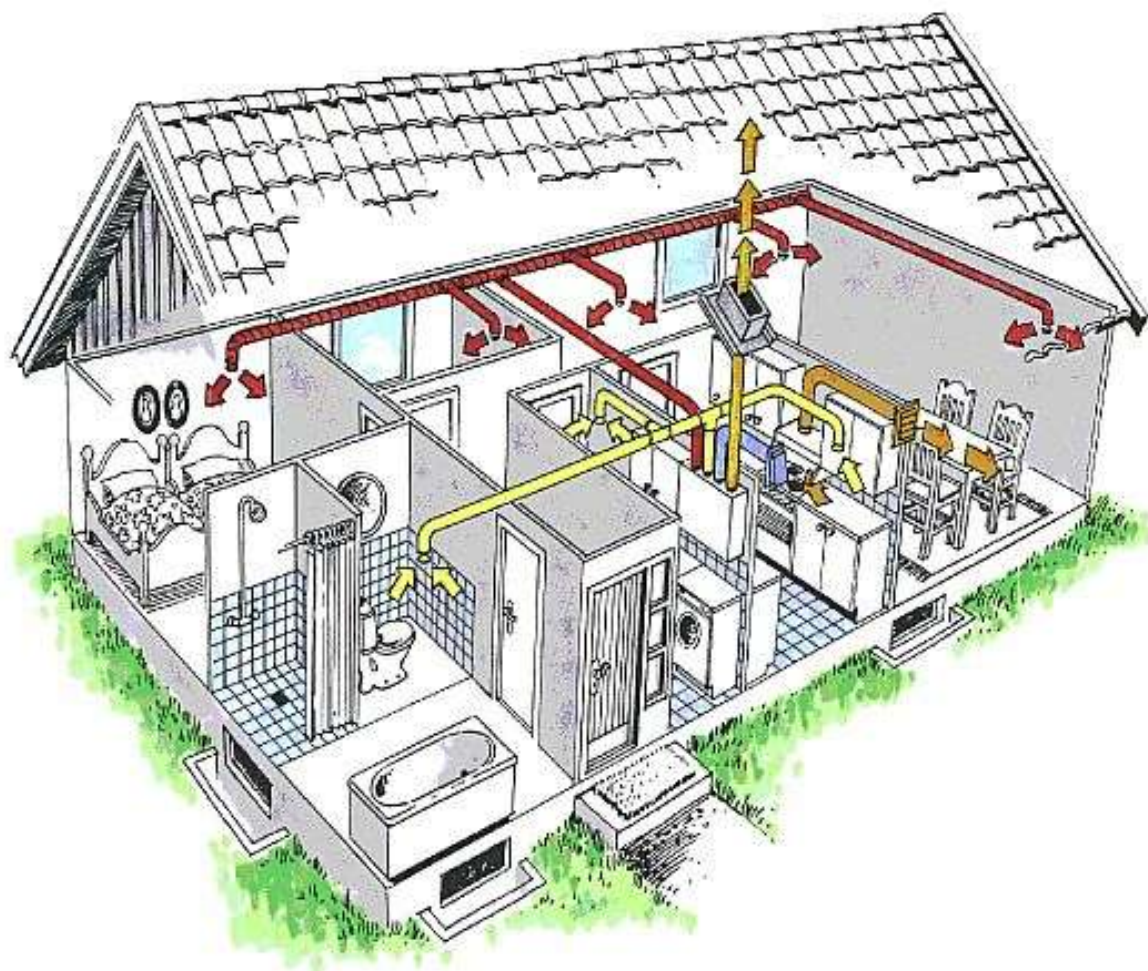
Zato je treba poskrbeti za dodaten dotok svežega zraka v vse bivalne prostore, iz kuhinje in kopalnic pa naj se predihani zrak odvaja. V aktivno hišo lahko vgradimo zelo preprost sistem prezračevanja dobro pa je, če ga povežemo s sistemom, ki omogoča izrabo toplote porabljenega zraka torej izmenjevalnik toplote. Toplota se shranjuje v posebnem shranjevalniku. Sodobne naprave imajo več kot 90% izkoristek. Vse skupaj uravnava majhna toplotna črpalka, katere moč je prilagojena nizki porabi energije v aktivni hiši.

NARAVNO PREZRAČEVANJE

Naravno prezračevanje je posledica naravnega vdora zraka, preko rež in netesnosti oken in vrat. Z zatesnitvijo rež se močno zmanjša prepustnost oken in vrat, kar ima za posledico, da prezračevanje prostora ne zadošča več. Takrat se zatečemo k odpiranju oken, ki zaredi nestalnega prezračevanja ne omogoča zadostnega vzdrževanja ugodja in udobja. To prezračevanje je za aktivne hiše neprimerno.

REKUPERATOR

Rekuperator je naprava, ki zniža toplotne izgube, ki bi nastale pozimi zaradi odvzema toplotnega zraka iz notranjosti hiše in vpihovanje svežega, mrzlega zraka iz okolice. Omogoči učinkovit prenos toplote, če dogradimo manjšo toplotno črpalko z učinkovitostjo do 90%, s čimer prihranimo energijo za ogrevanje. Z rekuperatorjem segrejemo zrak pred vstopom v prostor ter s tem v prostor vrnemo skoraj vso toploto, ki bi jo z odvzetim zrakom odvedli v okolico. Podobno lahko zapišemo tudi za poletni čas, ko so zunanje temperature dostikrat višje od notranjih. Takrat nam hladnejši odpadni zrak iz hiše delno ohladi sveži zrak pred vstopom v prostor ter tako zmanjša toplotne dobitke prostora.



Slika 16: rekuperator

KOMPAKTNA NAPRAVA

Zelo dobra odločitev je kompaktna naprava, ki združuje toplotno črpalko, rakuperator in shranjevalnik. Tak sistem je v klasični hiši neuporaben, ker je njegova moč premajhna, da bi zadostil vse potrebe po toploti, zelo primeren pa je v aktivnih hišah, kjer potrebujemo manj energije. Z eno samo napravo je torej urejeno ogrevanje priprava tople sanitarne vode in prezračevanja.



Slika 17: kompaktna naprava

OGREVANJE

Za aktivne hiše, je razen nizkih stroškov za ogrevanje pomembna še učinkovitost ogrevanja, prezračevanje in priprava sanitarne vode. Majhne toplotne izgube zahtevajo nizko temperaturne ogrevalne sisteme in uporabo obnovljivih virov. Iz omenjenih razlogov se vgrajujejo ploskovna ogrevanja (talno-stensko) ali kompaktni ogrevalni moduli za ogrevanje z zrakom, kjer se kot vir toplote koristi toplotna črpalka. Uporaba ogrevalnega sistema z zrakom je enostavna in omogoča enostavno hlajenje prostorov, prezračevanje in pripravo vpihovanega zraka (vlaženje in čiščenje).

KOMPAKTNI TOPLOTNI MODULI

Za manjše enodružinske aktivne hiše s površino 150 m^2 in toplotnimi izgubami 10 w/m^2 potrebujemo vir moči le $1,5 \text{ kW}$. Zaradi tako majhne moči kotlovnica ni potrebna zato vgrajujemo kompaktne toplotne module v kombinaciji s solarnimi sistemi.

TOPLOTNA ČRPALKA

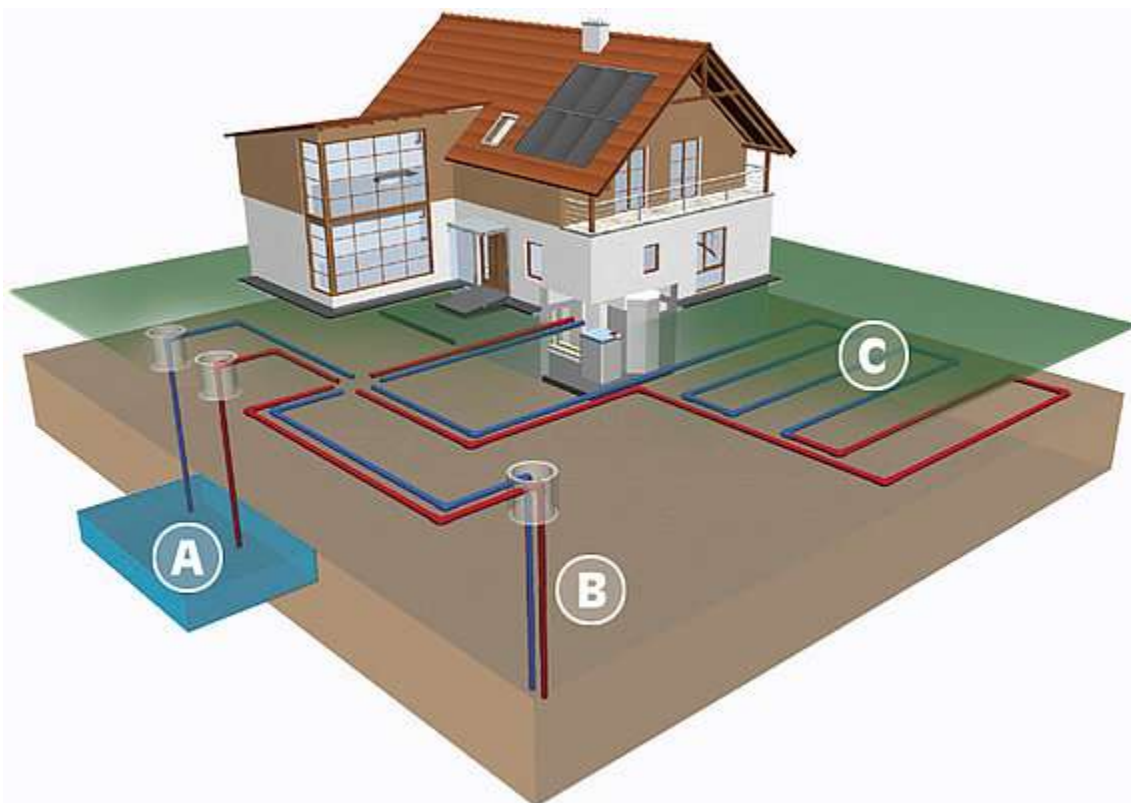
Toplotna črpalka deluje po enostavnih fizikalnih zakonih. Toplota prehaja iz telesa oz. medija, ki ima višjo temperaturo na telo oz. medij, ki ima nižjo temperaturo. Kako se lahko potem grejemo z zrakom ali vodo, ki je hladnejša od našega bivalnega prostora? Poznati je potrebno plinski zakon, ki pravi, da če pline stiskamo, se jim zviša temperatura, če pa plin ekspandira, (če ga spustimo iz jeklenke se zelo ohladi). V tem primeru plin stisnemo in odda toploto vodi v radiatorjih pri npr. $T=55^{\circ}\text{C}$, nato mu znižamo tlak, (ekspandiramo) (ponavadi se spremeni agregatno stanje, kar pomeni veliko energijsko spremembo), temperatura plina je nižja kot temperatura zunanega zraka, se pravi da toplota prehaja od zunanega zraka na plin, ki se ogreje ter proces se ponovi. Glavni sestavni deli toplotne črpalke so kompresor, ki plin stiska, zaradi česar se ogreje, ekspanzijski ventil, kjer plin ekspandira in se ohladi ter dva toplotna izmenjevalca.



Slika 18: toplotna črpalka

VRSTE TOPLOTNIH ČRPALK

V naravi je uskladiščene veliko sončne energije, ki jo je mogoče izkoristiti s toplotno črpalko. Ta izkorišča toploto zraka, zemlje in vode za ogrevanje prostorov in sanitarne vode.



Slika 19: možnost postavitve toplotnih črpalk

TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK-VODA

Toplotna črpalka zrak-voda je namenjena ogrevanju stanovanjskih in poslovnih objektov. Kot vir toplote se koristi zunanji zrak, katerega toplota se zajema preko zunanjega zračnega uparjalnika. Uparjalnik je pred zamrznitvijo zaščiten s postopkom občasnega odtaljevanja. Tovrstne toplotne črpalke se uporabljajo predvsem za ogrevanje v prehodnih obdobjih, ponavadi v kombinaciji z dodatnim ogrevalnim sistemom ali električnim grelnikom. Toplotna črpalka deluje do zunanje temperature -10°C , pod to temperaturo delovanje ni več ekonomično. Toplotna črpalka se namesti v kotlovnico, kjer se poveže z ogrevalnim sistemom zunanjim uparjalnikom in agregatom toplotne črpalke v kotlovnici. Poleg objekta je mogoče ogrevati tudi sanitarno vodo. Pri ogrevanju s toplotno črpalko se priporoča uporaba nizkotemperaturnih načinov ogrevanja.

TOPLOTNA ČRPALKA ZEMLJA-VODA

Ogrevalna toplotna črpalka zemlja-voda je namenjena ogrevanju stanovanjskih in poslovnih objektov. Kot vir toplote se koristi toplota zemlje in sicer preko v zemlji, na globini 1-1,5 metra, položenega vodoravnega zemeljskega kolektorja iz polietilenskih cevi. Po ceveh se pretaka mešanica vode in sredstva proti zmrzovanju. Za potreben pretok mešanice skrbi obtočna črpalka. Odlika tovrstnih črpalk je možnost uporabe skozi vse leto brez pomoči kotla. Toplotna črpalka dosega visok izkoristek. Pred nakupom oz. montažo je potrebno preveriti, če je na razpolago dovolj velika površina ob objektu (1,5-2x ogrevalna površina objekta) in sestavo tal. Kolektorje je potrebno dimenzionirati glede na moč toplotne črpalke, sestavo tal in načina ogrevanja objekta. Ogrevalni sistem naj bo v objektu nizkotemperaturni izveden kot talno, stensko ali zračno ogrevanje. Razlog za takšno ogrevanje je višje grelno število. Poleg ogrevanja je možno tudi aktivno hlajenje objekta preko vmesnega toplotnega prenosnika. Priporočen način hlajenja je stensko ali zračno hlajenje preko konvektorjev. Toplotna črpalka se namesti v kotlovnico, kjer se poveže z ogrevalnim sistemom. Poleg objekta je mogoče ogrevati tudi sanitarno vodo.

TOPLOTNA ČRPALKA VODA-VODA

Namenjena je ogrevanju stanovanjskih in poslovnih objektov. Kot vir toplote se koristi podtalna voda in sicer s prečrpavanjem le te skozi uparjalnik toplotne črpalke s pomočjo potopne ali druge črpalke. V uparjalniku podtalna voda odda toploto in se ohlajena za približno $2-4^{\circ}\text{C}$ vrača nazaj v zemljo. Za vračanje vode izdelamo ponorno vrtino ali plitvejšo ponikovalnico. Odlika takšnih črpalk je možnost uporabe skozi vse leto brez pomoči kotla. Toplotna črpalka dosega zelo visok izkoristek. Pred nakupom oz. montažo je potrebno preveriti, če je na razpolago dovolj podtalne vode in ali je temperatura ustrezna. Temperatura ne sme biti nižja od 8°C , potreben pretok pa $0,2 \text{ m/kW}$ toplotne moči. Ogrevalni sistem v objektu naj bo nizkotemperaturni, izveden kot talno, stensko ali zračno ogrevanje. Razlog za takšno ogrevanje je višje grelno število. Poleg ogrevanja je možno tudi aktivno hlajenje objekta preko vmesnega toplotnega prenosnika. Priporočen način hlajenja je stensko ali zračno hlajenje preko konvektorjem. Toplotna črpalka se namesti v kotlovnico, kjer se poveže z ogrevalnim sistemom. Poleg objekta je mogoče ogrevati tudi sanitarno vodo.

ZEMELJSKI KOLEKTOR

Za koriščenje toplote zemlje preko zemeljskega kolektorja potrebujemo približno od 1.5 do 2 kratno ogrevalno površino ob objektu (odvisno predvsem od sestave tal in toplotne izoliranosti objekta). Na tej površini položimo plastično cev v zankah z maksimalno dolžino ene zanke 100m. cevi položimo od 1,2-1,5 m globoko, razdalje med njimi naj znašajo minimalno 60 cm. Čim bolj narazen položimo cevi manjši je vpliv na vegetacijo nad kolektorji. Vodoravni zemeljski kolektor je zaprt krožni sistem katerega napolnimo z mešanico vode in protizmrazovalnega sredstva v koncentracija za delovanje od temperature mešanice -15°C. Ocena: za 10 kW toplotne moči potrebujemo cca. 300 m² zemeljskega kolektorja.



Slika 20: zemeljski kolektor

ZEMELJSKA SONDA

Pri izvedbi vertikalne zemeljske sonde je pomembno, da globino sonde pravilno dimenzioniramo glede na hladilno moč toplotne črpalke in v tem primeru večina sond upošteva minimalne razlike med dvema sondama. Odvzem toplote se vrši iz zemlje in kamnin v sloju do globine 100m in več. Priporočljivo je v primerih, kjer je malo prostora okrog stavbe. Vertikalna zemeljska sonda je zaprt krožni sistem katerega napolnimo z mešanico vode inprotizmrzovalnega sredstva v koncentracijiza delovanje do temperature - 15°C. Sonda je lahko enojna ali dvojna.



Slika 21: zemeljska sonda

PODTALNA VODA

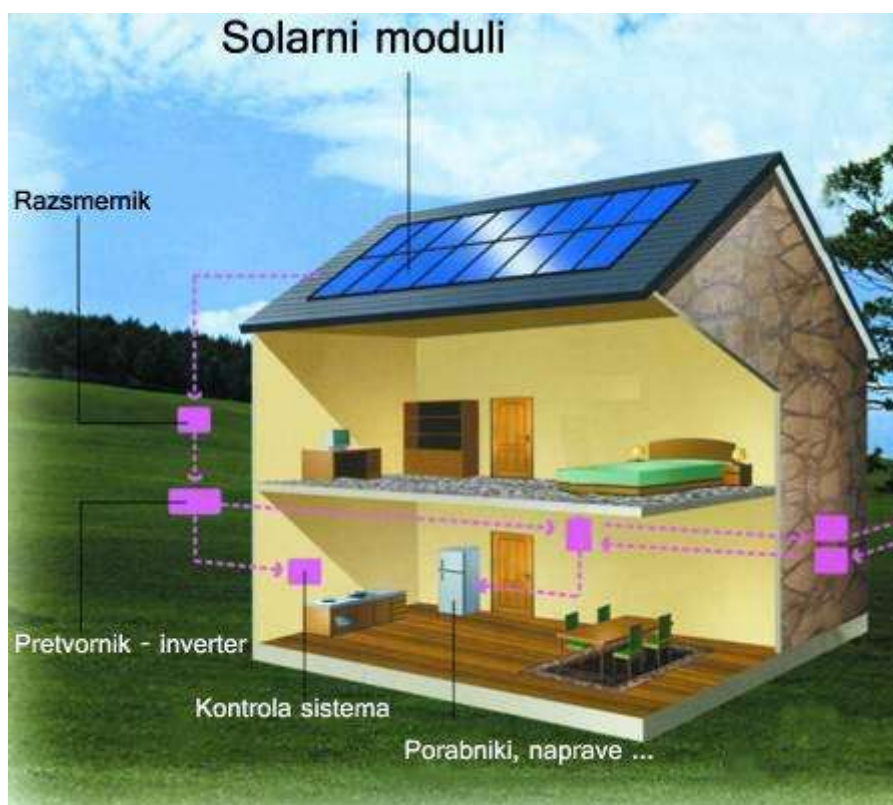
Temperatura podtalne vode mora znašati minimalno 8°C. pretok mora biti konstanten. V povprečju je potrebno 0,2 m³/h vode za 1kW toplote. Vrtine se vrtajo do 20 m, pri čemer se voda črpa iz ene vrtine in vrača v drugo. Razdalja med njima mora znašati minimalno 15m. v sesalno vrtino vgradimo potopno črpalko, katera prečrpava podtalno vodo skozi uparjalnik toplotne črpalke in jo vrača v ponovno vrtino. Voda se pri tem ohladi za cca. 4°C. možnosti onesnaženja vode ni.

ZUNANJI ZRAK

Toplotna črpalka je namenjena za uporabo z dodatnim ogrevalnim virom (obstoječ kotel ali električno grelna telo), sam najpogosteje sama ne zmore v celoti pokrivati toplotnih izgub objekta, zlasti pri temperaturah zunanjega zraka pod -5°C . potreben pretok zraka skozi uparjalnika znaša cca. $1000\text{ m}^3/\text{h}$ za $1,0\text{ kW}$ toplotne moči.

PRETVARJANJE SONČNE ENERGIJE

Sonce je glavni dobavitelj energije na našem planetu. Iz leta v leto daje 7000-krat več energije kot je potrebujemo. Okoli 70% je pade na oceane. Sončna energija je do okolja prijazen, neizčrpen in brezplačen vir energije. Izkoristimo jo lahko vse leto ne glede na letne čase. V današnjem času se je razvilo kar nekaj tehnologij ki omogočajo pretvarjanje te vrste energije.



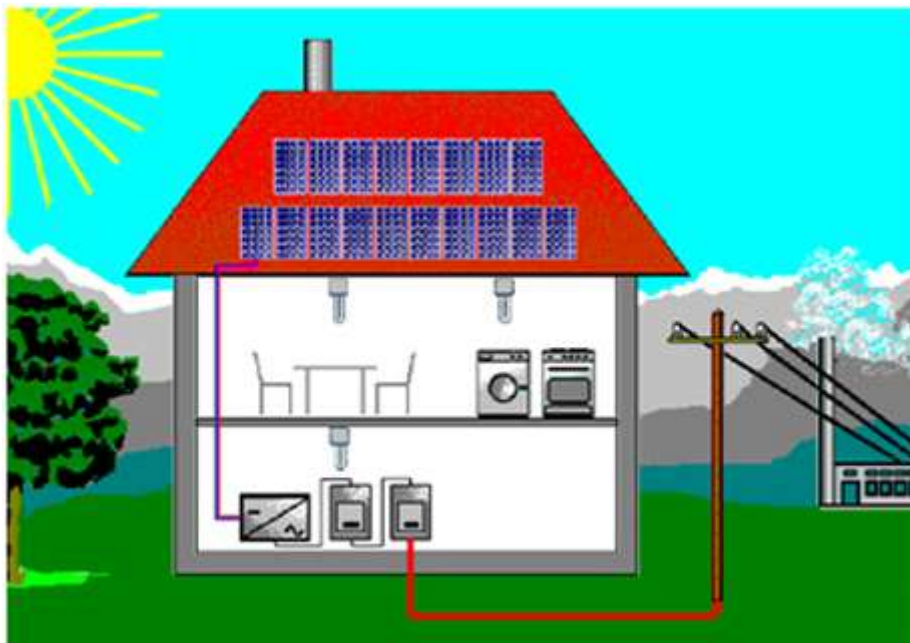
Slika 22: sprejem sončne energije

FOTOVOLTAIČNI SISTEMI

Fotovoltaični sistemi so stalen vir energije, ki ne onesnažuje okolja. Če bi želeli postaviti neodvisen vir električne energije, bi za oskrbo z električno energijo na lokaciji, kjer je celoletno sončno obsevanje primerno, lahko postavili manjše fotovoltaične sisteme. Fotovoltaični sistem je sestavljen iz osmih solarnih celic skupne vršne moči 600 W (maksimalna delovna moč ene celice znaša 75 W), regulatorja polnjenja in solarnih baterij. Sončna svetloba, ki pada na solarno celico, povzroči gibanje elektronov v celici. Z gibanjem elektronov nastane električni tok, ki teče skozi regulator polnjenja in polni solarno baterijo, ki služi za shranjevanje energije. Solarni moduli na podlagi kemičnega procesa proizvajajo enosmerno električno napetost.

Gre za samostojni izmenični fotonapetostni sistem, pri katerem se električna energija iz solarnih modulov shrani v akumulatorskih baterijah za čas, ko je sončno sevanje prešibko za delovanje sistema (ponoči, ob slabem vremenu). Baterije za sistem naj bi imele dolgo življensko dobo in možnost veliko ciklov polnjenja in praznjenja. Solarni regulator ščiti akumulatorsko baterijo pred prenapolnjenjem in prevelikim izpraznjenjem. Porabniki delujejo na izmenično napetost 230 V, ki jo s pomočjo razsmernika ali inverterja pretvorimo iz enosmerne akumulatorske napetosti. Cena sistema na tržišču je od 5.000 do 6.000 EUR .

S fotovoltaičnim sistemom napajamo potrebne osnovne elemente solarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode (črpalke, ventile). Lahko pa tudi manjše porabnike kot so televizorji, ventilatorji razsvetljava.



Slika 23: fotovoltaični sistem

SPREJEMNIKI SONČNE ENERGIJE

Sprejemniki sončne energije (sončni kolektorji) se uporabljajo večinoma za ogrevanje sanitarne vode, uporabni pa so tudi kot naprave za ogrevanje zgradb. Sestavljeni so iz transparentnega pokrova in absorberja, kjer se nahaja delovno sredstvo. Ogreto delovno sredstvo ki se v njem segreje se s črpalko prenese v prenosnik toplote, ki je običajno v hranilniku toplote. V hranilniku toplote obstaja možnost delovanja z drugimi energijskimi viri. Regulacija zagotavlja vklop obtočne črpalke takrat, ko je temperatura delovnega sredstva v sončnem kolektorju višja kot v hranilniku.

Obstajata dve vrsti sprejemnikov sončne energije:

- Ploščati
- Vakuumski

PLOŠČATI

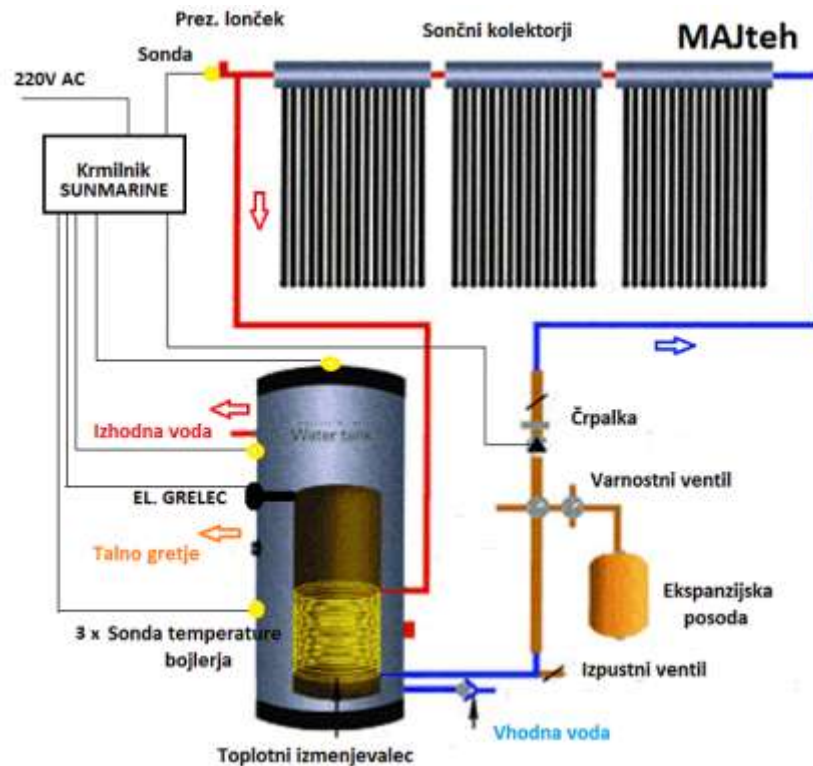
V tej vrsti sprejemnika se nahaja absorber v ploščatem ohišju ki ima na spodnji strani toplotno izolacijo.



Slika 24: ploščati sprejemniki

VAKUUMSKI

Značilnosti vakuumskih cevni sprejemnikov sončne energije je, da nimajo toplotnih izgub zaradi konvekcije, toplotne izgube nastanejo samo zaradi prenosa toplote s sevanjem (v ceveh je vakuum, ni zraka med absorberjem in steklom). Ti sprejemniki so sestavljeni iz cevi ki so med seboj povezane. V zaprti stekleni cevi se nahaja absorber in kovinska toplotna cev. Absorber je izdelan iz čistega aluminija na površino pa nanesen visoko selektivni nanos.



Slika 25: vakuumski sprejemniki

VAKUUMSKI SPREJEMNIKI

Sprejemniki sončne energije se namestijo na stenah ter balkonskih ograjah, na fasadah ali pa so prostostoječi. Sprejemniki naj bodo obrnjeni proti jugu ali jugozahodu. Odstopanje od južne smeri povzroča zmanjšanje vpadle sončne energije. Optimalni nagibni kot sprejemnikov je odvisen od časa koriščenja, ker se položaj sonca preko leta spreminja. Glede na čas koriščenja je za naše področje najprimernejši nagib med 25 in 45°. Maksimalno količino sončne energije, ki jo lahko sprejme absorber sprejemnika dobimo v primeru, ko je površina sprejemnika pravokotna na vpadni kot sončnega sevanja.

SONČNE CELICE

Sončne celice so v osnovi polprevodniške diode z veliko površino. Je naprava, ki sončne fotone (sončno energijo) s pomočjo elektronov pretvori v elektriko. Pri obsevanju s sončno svetlobo se začnejo prevodniški elektroni in vrzeli gibati in ob meji med plastema prehaja tudi na drugo stran.

Glavni gradnik za izdelavo sončne celice je silicij, ki je zaenkrat praktično še vedno edina surovina za masovno proizvodnjo sončnih celic. Kot najpogosteje uporabljeni polprevodnik ima več dobrih lastnosti:

- V naravi se nahaja v velikih količinah
- Je nestrupen, okolju prijazen
- Lahko se tali, obdeluje in je sorazmerno enostavno v monokristalno obliko
- In še druge dobre lastnosti



Slika 26: sprejem sončne energije

Skupna debelina ene sončne celice je približno 0,3 mm. So najrazličnejših velikosti toda večina od njih je velikih 10 x10 cm in generirajo približno 0,5V napetosti. Na primer 12-V modul je lahko sestavljen iz 30-40 celic. Velikost 50W modula je približno 40x100 cm. Sončne celice nimajo velikega izkoristka, saj pretvarjajo le 12-15% sončne svetlobe v elektriko, toda v nekaterih laboratorijih dosegajo že 30% izkoristek. Torej kot lahko vidimo da imajo sončne celice zelo majhen izkoristek.

Sončna celica je osnovni gradnik fotovoltaičnega sistema. Te majhne celice nato povežemo skupaj in tako dobimo sončne module. Če pa združimo več sončnih modulov s pomočjo drugih elementov, kot so akumulatorji, regulatorji polnjenja in drugimi elementi pa dobimo močan sistem, ki doseže večje napetosti in moči.

Sončne celice so lahko prosojne ali neprosojne, na voljo so v različnih barvah, najpogostejša pa je modra.

Sončne celice so različne, tako poznamo:

- Polkristalne
Prepoznamo jih po kristalni zgradbi, izkoristek manjši od 20% monikristalne.
Ne morejo pretvoriti več kot 25% sončne energije v električno zato ker sevanje infrardečega področja v elektromagnetnem spektru
Nima dovolj energije, da bi ločil pozitivne in negativne naboje v materialu,
- Amorfne
Imajo precej slabši izkoristek, ki se giblje med 6 in 8%.
Amorfne celice se hitro starajo njihova proizvodnja je poceni.

Sistemi sončnih modulov lahko obratujejo samostojno (otočno obratovanje ali pa so priključeni na javno omrežje).

IZVEDBA AKTIVNE HIŠE

Vse opisane podatke in primere, ki so navedeni v prejšnjih poglavjih, pa lahko združimo v aktivno hišo.

Najprej moramo zgraditi aktivno hišo bivalne površine 100 m^2 , z dobrimi izolativnimi lastnostmi oz. z minimalnim faktorjem $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. V takšno hišo vgradimo visokoizolativna okna s polariziranimi kristali, prezračevanje s toplotnim izmenjevalnikom (rekuperatorjem), talno gretje, sodobni solarni sistem z vakuumskimi kolektorji ter dva zalogovnika vode v medsebojni odvisnosti, in sicer 1.500-litrskega za sanitarno vodo ter 4.000-litrskega za ogrevanje. V nalogi sem za primerjavo uporabil večji zalogovnik, skoraj dvajsetkrat večjega kot bo izveden po zadnjih podatkih. Cena solarnega sistema bi bila 20.000 EUR. S tem pridobimo okoli osemdeset kubičnih metrov prostora in zmanjšamo stroške za material zalogovnika. Izredno pozorni moramo biti na izgube pri toplotnih mostovih in paziti, da bo vgradnja stavbnega pohištva izvedena kvalitetno. S pomočjo vakuumskega testa moramo preveriti tesnost gradnje. Stene bi bile iz siporeksa oz. plinobetonskih opek, in sicer debeline 40 cm. Obodne stene bi na zunanji strani oblekli z 20-centimetrsko izolacijo, na notranji pa nanесли omet iz ilovice debeline 5 cm za akumulacijo in prijetno klimo. Hiša bi bila 15 % dražja zaradi dodatne izolacije, prezračevalnega sistema ter oken, ki jih trenutno še ni na tržišču. Stroške talnega gretja in ostalih gradbenih delov hiše pa lahko povzamemo po aktualnih cenah na tržišču.

Ogrevalni sistem bi napajali z energijo sonca. Na streho bi v direktni smeri proti jugu z naklonom trideset stopinj pritrdili osem kolektorjev skupne površine $26,76 \text{ m}^2$ in moči 7,82 MWh. Solarni sistem je prevzet od podjetja Solar power (Solar power GmbH, 2007), ki mi je na podlagi podanih dimenzij izračunalo in posredovalo ustrezne podatke.

Podatki o solarnem sistemu:

- vgrajena moč kolektorjev: 18,03 kW
- obsevalna površina kolektorjev: 19,66 MWh, $1.231,06 \text{ kWh/m}^2$
- oddana energija kolektorjev: 7,82 MWh, $489,95 \text{ kWh/m}^2$
- oddana energija kolektorskega kroga: 7,07MWh, $442,65 \text{ kWh/m}^2$
- dobavljena energija: 2.380,91 kWh

Ogrevanje sanitarne vode:

- energija tople vode: 708,74 kWh
- energija solarnega sistema tople vode: 3.970 kWh
- energija solarnega sistema ogrevanja: 370,84 kWh
- dodatna potrebna energija električnega

V sam energetske sistem bi vgradili še majhno vetrno turbino s trenutno močjo 0,6 kW, kar bi s sto enajstimi optimalnimi delovnimi urami zadoščalo za energetske primankljaj. Cena sistema bi znašala 2.500 EUR. Članek *Značilnosti vetra po Sloveniji* na spletni strani Agencije za okolje in prostor (ARSO, 2007) govori o povprečni moči vetra (18 W/m^2) na območju štajerske regije, kjer pihata značilna vetrova za to področje, to sta jugozahodnik in severovzhodnik, in ki imata po več dni stalno smer ter jakost. Te lastnosti bi lahko uporabili pri izgradnji naše vetrne elektrarne. Sama elektrarna je sestavljena iz vetrnega generatorja, polnilnega regulatorja in pretvornika za prilagoditev na obstoječo energetske omrežje. Višek energije pa lahko pošiljamo v distribucijske elektro omrežje.

Dodali bi tudi majhno solarno elektrarno s sončnimi celicami oz. fotovoltaični sistem. S fotovoltaičnim sistemom bi napajali osnovne elemente solarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode in električne elemente prezračevalnega sistema (črpalke, ventile v solarnem sistemu in ventilatorje v prezračevalnem sistemu hiše). Višek ali primankljaj energije bi pošiljali oz. črpali v elektro distribucijske omrežje.

Fotovoltaični sistemi omogočajo avtonomno napajanje z električno energijo in so popolnoma samostojni. Energija iz sončnih celic se shrani v akumulatorje za čas šibkega sončnega sevanja (ponoči, ob slabem vremenu). Solarni regulator ščiti akumulatorsko baterijo pred prenapolnjenjem in prevelikim izpraznjenjem. Porabniki lahko delujejo na enosmerno (12 V) ali izmenično napetost (230 V), ki jo s pomočjo razsmernika pretvorimo iz enosmerne napetosti. Cena sistema bi bila 5.500 EUR. (Fotovoltaični sistemi za stanovanjske objekte, (Grobvšek, 2007)

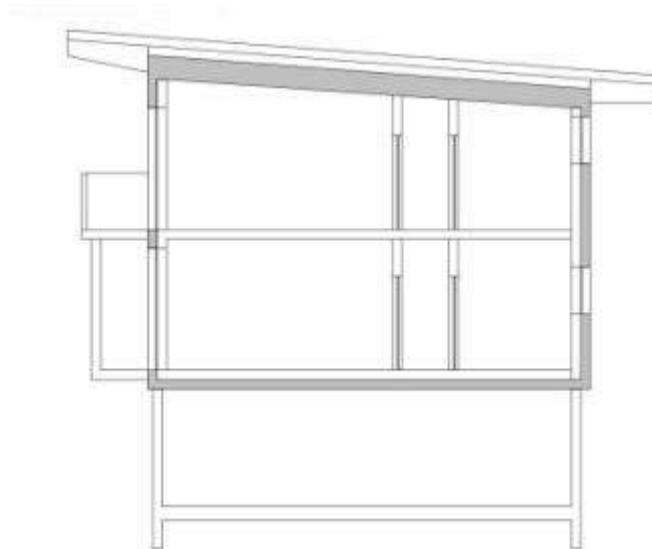
Solarni sistem kolektorjev s sončnimi celicami bo po navodilih proizvajalcev imel optimalni izkoristek, če bo obrnjen v smeri jug z nagibom trideset stopinj.

NAČRTOVANJE DETAJLOV

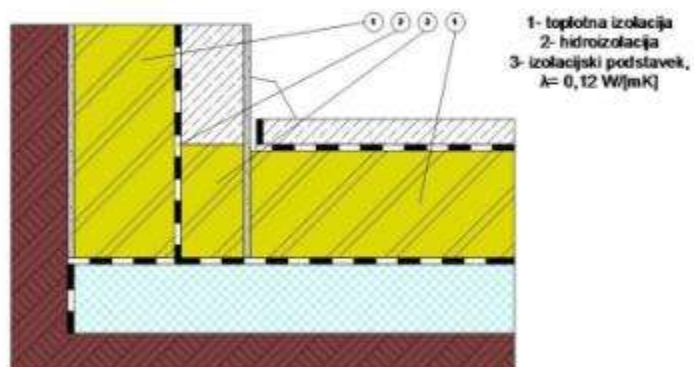
Pri načrtovanju objekta brez toplotnih mostov, ki ga zahteva standard aktivne hiše, treba upoštevati osnovno načelo:

Toplotnoizolativna plast pri (masivnih stenah v debelini najmanj 25cm pri lahkih konstrukcijah pa 35-40cm), mora biti načrtovana tako, da brez prekinitve ovije hišo.

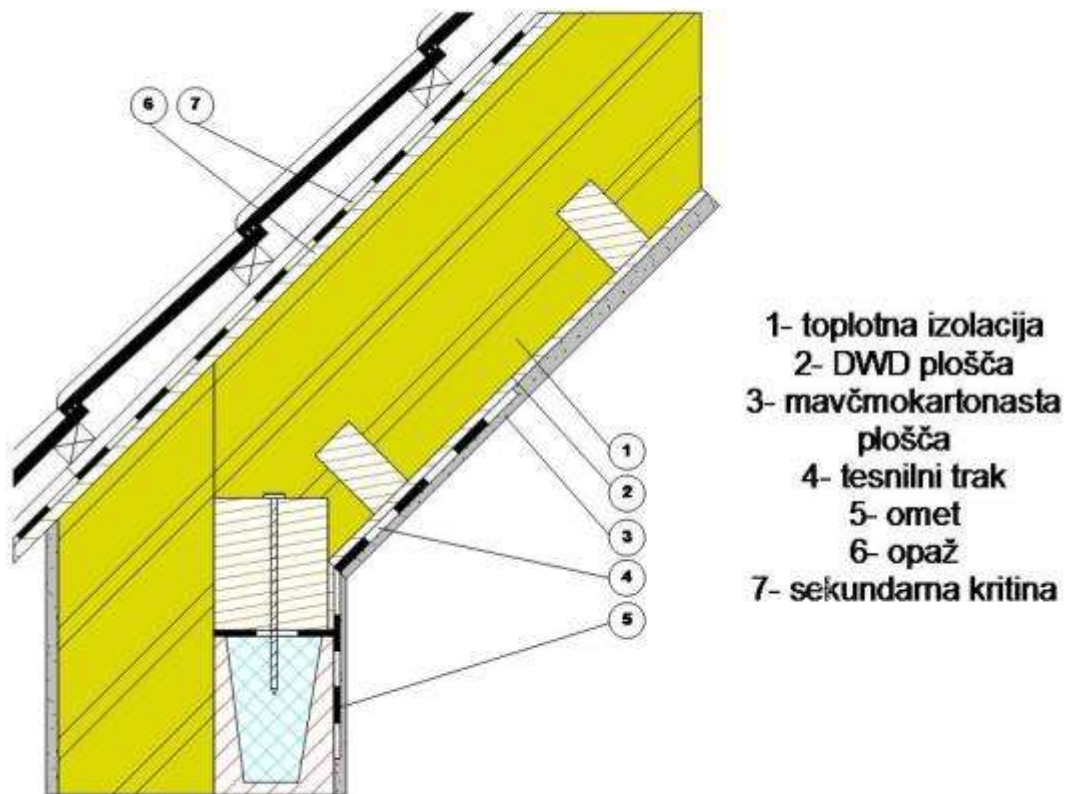
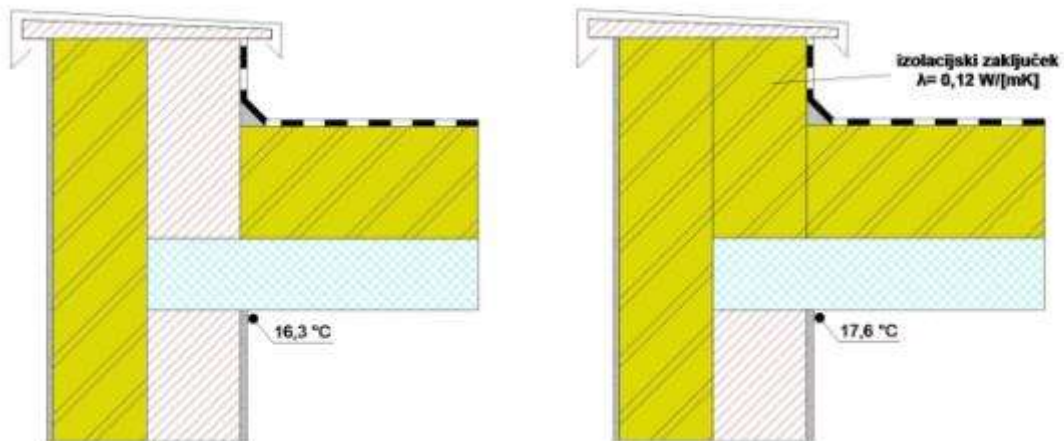
Aktivna hiša



Pri zgradbah se pojavljajo toplotni mostovi na različnih mestih. Toplotne mostove je potrebno odpraviti že pri fazah načrtovanja.



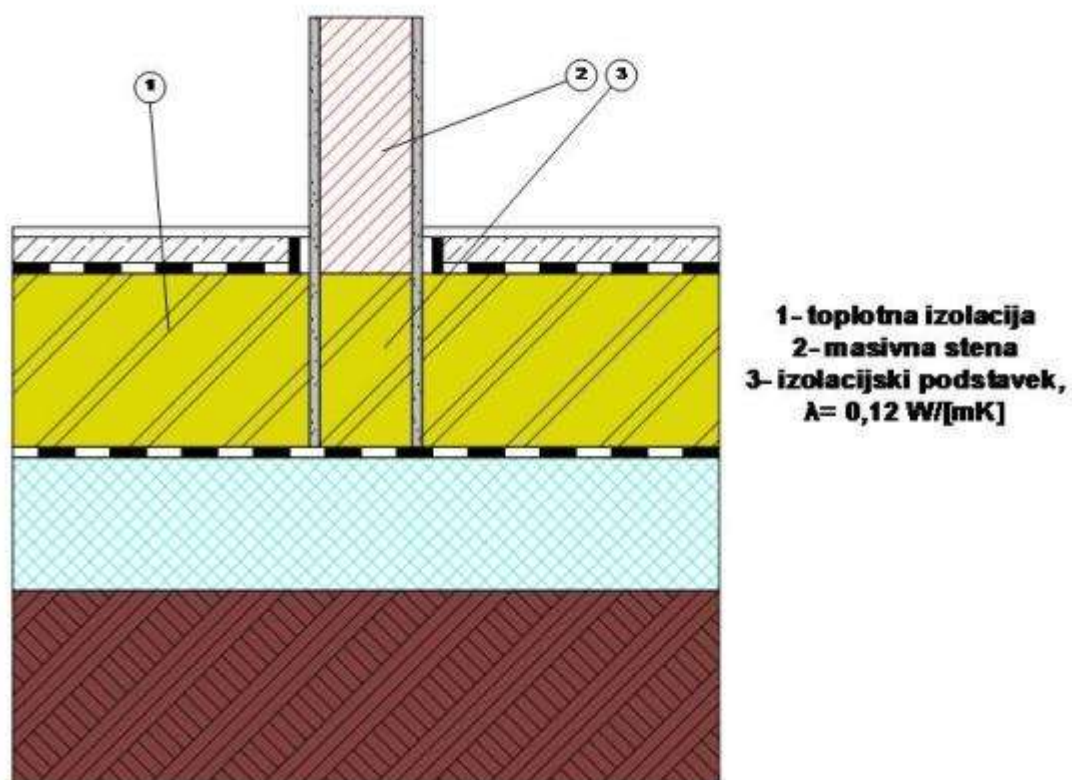
PRIKLJUČEK STREHE NA STENO



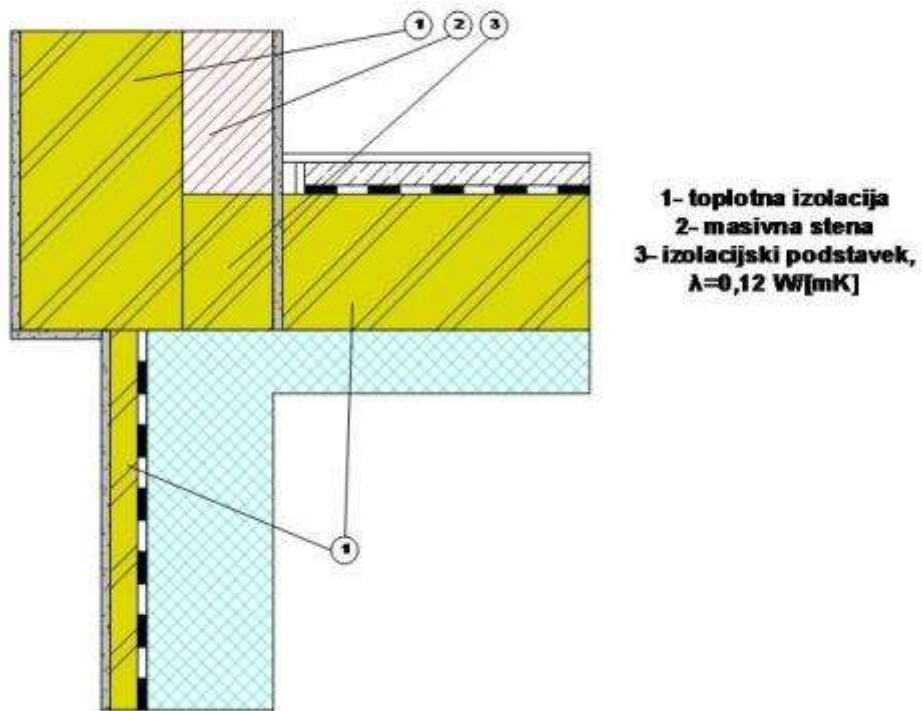
PODSTAVEK PROTI TEMELJU IN NEOGREVANI KLETI

Vse stene, ki so postavljene na hladne elemente, tvorijo na svojem podstavku toplotni most. Najučinkovitejše preprečevanje toplotnega mostu je termično ločevanje. To pomeni vgradnjo

Izolacijskega podstavka oz. Zaključka odvisno od tega, na katerem mestu opravlja svojo ločevalno funkcijo.



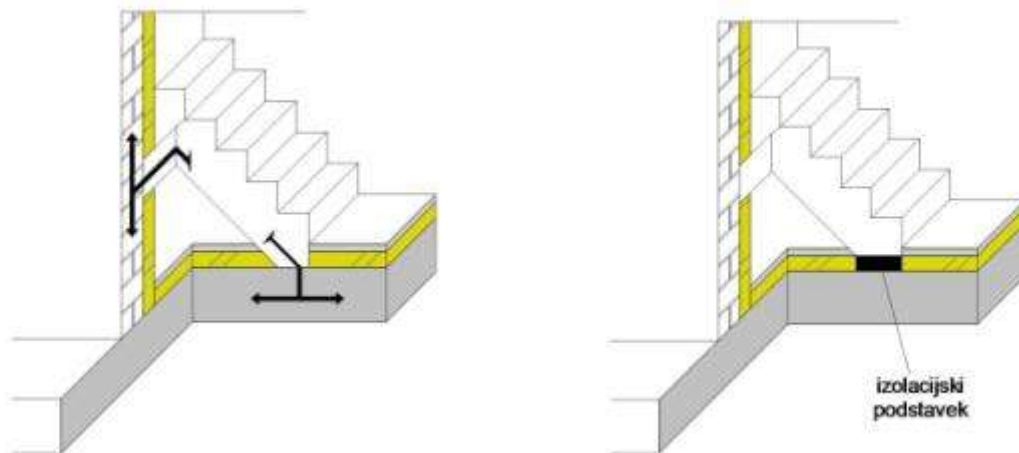
Stik notranje stene in talne plošče



Priključek stene toplotnega ovoja zgradbe proti neogrevani kleti

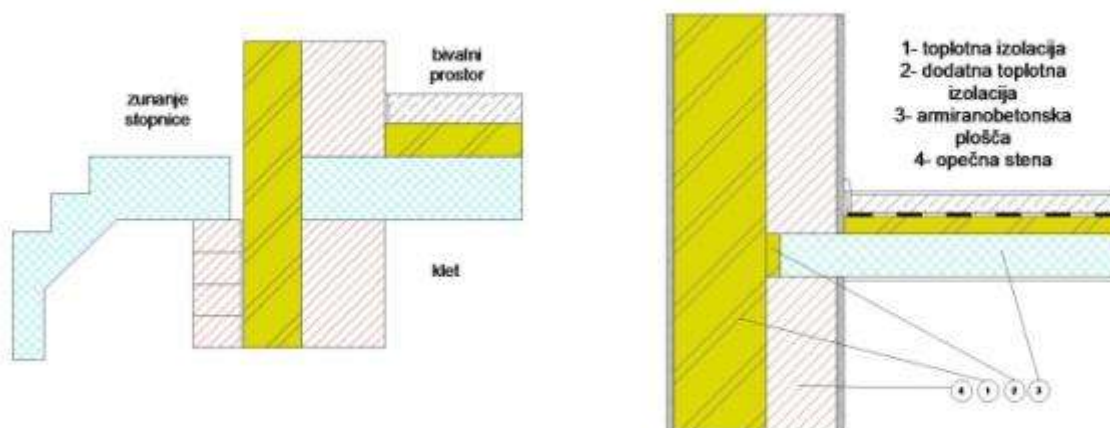
STOPNIŠČNA RAMA PROTI NEOGREVANI KLETI

Pri aktivnih hišah, lahko rama tvori toplotni most, zato morejo termično ločena od hladnih delov (stene, tla).



BALKONSKE PLOŠČE IN NADSTREŠKI

Balkonske plošče in nadstreški predstavljajo velik toplotni most, zato so na konstrukcijo prislonjeni, s tankimi termično ločevalnimi sidri.



PRIMER: NIČ-ENERGIJSKA HIŠA

Nadgradnja aktivne hiše je **NIČ-energijska hiša (Zero Energy House, ZEH)**, kar pomeni, da hiša s fotovoltaike in solarnimi celicami sama pridobiva energijo, ki jo potrebuje. Ker toplotne potrebe določamo na podlagi predpisanih parametrov, kot sta, na primer, najnižja in najvišja temperatura, lahko nič-energijsko hišo zelo hitro pretvorimo v **PLUS-energijsko hišo (Plus Energy House, PEH)**. To pomeni, da proizvedemo več energije, kot je potrebujemo, zato jo prodajamo in s tem še zaslužimo. Zanimivo pri vsem tem je, da se investicije lahko zelo hitro poplačajo, če vemo, kaj delamo.

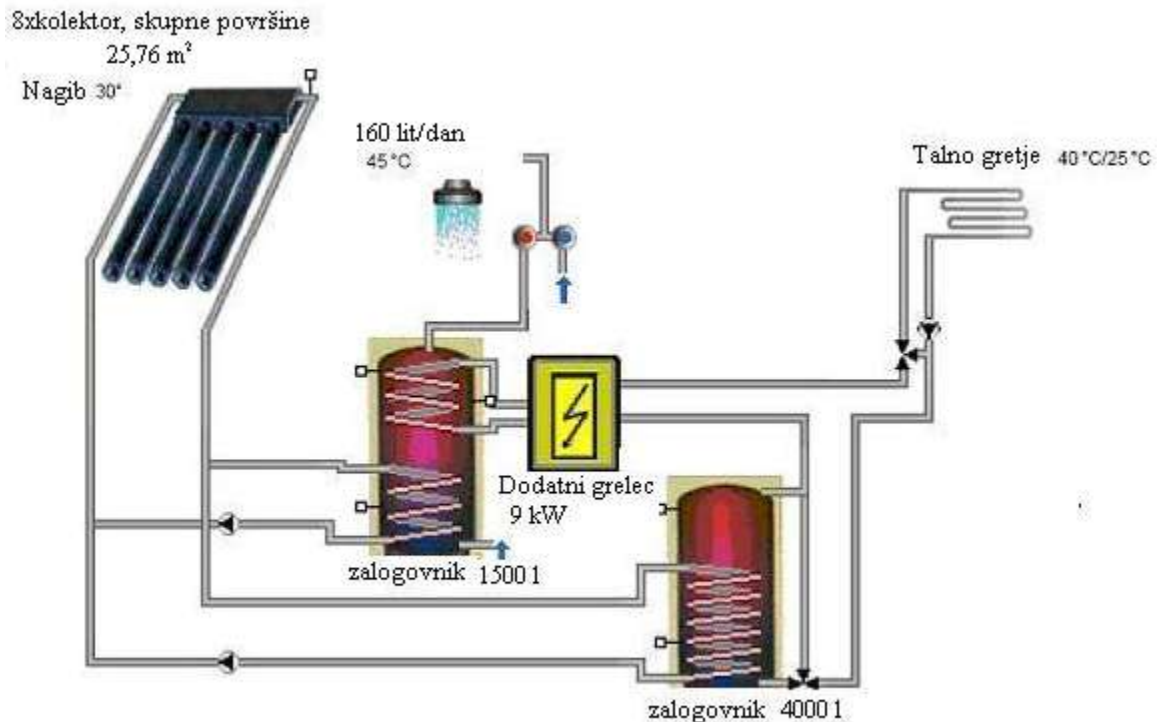
Tu ne morem mimo tega, da ne bi okrcal naše države, ki po evropski direktivi res odkupi višek energije po precej višji ceni od običajne tržne za kilovatno uro, toda posameznik mora od zaslužka plačati dohodnino, torej državi vrniti del prejetih sredstev. Ostanek zadostuje le za vzdrževanje in zato kakšnega večjega zanimanja za prodajo odvečne energije niti ni.

Ekološko grajena 3-litrska hiša je praviloma enako draga kot malo kakovostnejše grajena zidana hiša, pri kateri vgradimo okna z U vrednostjo 0.9 W/mK ter toplotno izolacijo na zidano steno v debelini vsaj 12 centimetrov. Tu je treba povedati, da za enako ceno pri 3-litrski hiši dobite kar 34 centimetrov izolacije s tem, da je debelina zunanje stene praktično enaka kot pri prej omenjeni zidani hiši. Poraba energije za ogrevanje je približno 3-krat manjša, saj lahko iz prakse zagotovim, da je cena porabe plina za ogrevanje 160 kvadratnih metrov takšne hiše lani znašala 37.000 tolarjev za vse leto. Aktivna hiša je dražja od 3-litrske zato, ker vgradimo še kakovostnejša okna, nekaj več izolacije, kar je stroškovno zanemarljivo, dražji so detajli izvedbe, vendar razlika v ceni praviloma ne presega cene avtomobila v nižjem cenovnem razredu, če je hiša pravilno zasnovana.

Najprej moramo zgraditi aktivno hišo bivalne površine 100 m², z dobrimi izolativnimi lastnostmi oz. z minimalnim faktorjem 0,15 W/m²K. V takšno hišo vgradimo visokoizolativna okna s polariziranimi kristali, prezračevanje s toplotnim izmenjevalnikom (rekuperatorjem), talno gretje, sodobni solarni sistem z vakuumskimi kolektorji ter dva zalogovnika vode v medsebojni odvisnosti, in sicer 1.500-litrskega za sanitarno vodo ter 4.000-litrskega za ogrevanje. V nalogi sem za primerjavo uporabil večji zalogovnik, skoraj dvajsetkrat večjega kot bo izveden po zadnjih podatkih. Cena solarnega sistema bi bila 20.000 EUR. S tem pridobimo okoli osemdeset kubičnih metrov prostora in zmanjšamo stroške za material zalogovnika. Izredno pozorni moramo biti na izgube pri toplotnih mostovih in paziti, da bo vgradnja stavbnega pohištva izvedena kvalitetno. S pomočjo vakuumskega testa moramo preveriti tesnost gradnje. Stene bi bile iz siporeksa oz. plinobetonskih opek, in sicer debeline 40 cm. Obodne stene bi na zunanji strani oblekli z 20-centimetrsko izolacijo, na notranji pa nanесли omet iz ilovice debeline 5 cm za akumulacijo in prijetno klimo. Hiša bi bila 15 % dražja zaradi dodatne izolacije, prezračevalnega sistema ter oken, ki jih trenutno še ni na tržišču. Stroške talnega gretja in ostalih gradbenih delov hiše pa lahko povzamemo po aktualnih cenah na tržišču.

Ogrevalni sistem bi napajali z energijo sonca. Na streho bi v direktni smeri proti jugu z naklonom trideset stopinj pritrdili osem kolektorjev skupne površine 26,76 m² in moči 7,82 MWh. Solarni sistem je prevzet od podjetja Solar power (Solar power GmbH, 2007), ki mi je

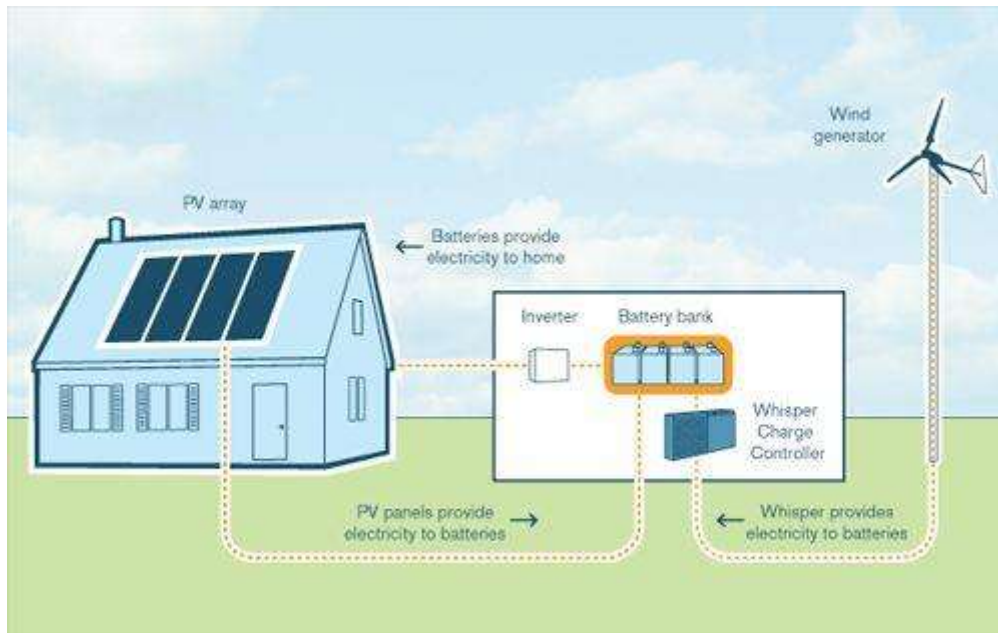
na podlagi podanih dimenzij izračunalo in posredovalo ustrezne podatke. Izvedba je prikazana na spodnji sliki.



Slika 27: shema sončnih celic

Dodali bi tudi majhno solarno elektrarno s sončnimi celicami oz. fotovoltaični sistem. S fotovoltaičnim sistemom bi napajali osnovne elemente solarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode in električne elemente prezračevalnega sistema (črpalke, ventile v solarnem sistemu in ventilatorje v prezračevalnem sistemu hiše). Višek ali primankljaj energije bi pošiljali oz. črpali v elektro distribucijsko omrežje.

Fotovoltaični sistemi omogočajo avtonomno napajanje z električno energijo in so popolnoma samostojni. Energija iz sončnih celic se shrani v akumulatorje za čas šibkega sončnega sevanja (ponoči, ob slabem vremenu). Solarni regulator ščiti akumulatorsko baterijo pred prenapolnjenjem in prevelikim izpraznjenjem. Porabniki lahko delujejo na enosmerno (12 V) ali izmenično napetost (230 V), ki jo s pomočjo razsmernika pretvorimo iz enosmerne napetosti. Cena sistema bi bila 5.500 EUR. (Fotovoltaični sistemi za stanovanjske objekte, (Grobovšek, 2007). Solarni sistem kolektorjev s sončnimi celicami bo po navodilih proizvajalcev imel optimalni izkoristek, če bo obrnjen v smeri jug z nagibom trideset stopinj.



Slika 28: shema vetrne energije

ZAKLJUČEK

Uporabimo varčen energetske vir, vir sonca in se naučimo sprejeti in izkoristiti sončno energijo za ogrevanje našega doma. Izkoristimo torej naše okolje, ne da bi ga pri tem obremenjevali.

Ustavimo globalno klimatske spremembe in odgovorneje ravnanje z energijo, izkoristimo tisto, kar že milijarde let omogoča življenje na Zemlji ter znanjem zapustimo čisto okolje. Stavimo to z zmanjšano energetske rabo, z aktivno hišo, ki je dobro izolirana in pravilno načrtovana, s sistemom za senčenje za zajem, s pretvorbo sončne energije za shranjevanje in prenos toplote.

Aktivna hiša zahteva večje začetne investicije in kvalitetnejšo gradnjo, omogoča pa precej nižje obratovalne stroške ter prinaša minimalne obremenitve okolja s toplogrednimi plini in toploto. Če v hiši uporabimo še gospodinjske pripomočke energetskega razreda A, ki porabijo le 42–120 kWh/m², pa je cilj moje naloge dosežen.

SLABOSTI

Slabosti takšne hiše se kažejo v visokih začetnih stroških. Solarni sistem z vetrno elektrarno ter sistem s sončnimi celicami stane po predračunu podjetja VIA International 28.000 EUR. Dodati moramo še 15 % ali 9.000 EUR (povprečna cena hiše na tržišču je 60.000 EUR) za izvedbo aktivne hiše in 37.000 EUR za dodatno izolacijo, popolno tesnjenje hiše ter vgrajen prezračevalni sistem.

Pri izvedbi projekta naletimo na precej nerazumevanja, nestrokovnost izvajalcev in pomanjkanje potrepljivosti za natančno izvedbo projekta.

PREDNOSTI

Prednosti aktivne hiše so zagotovo v manjši porabi energije, zmanjšanem vplivu na okolje, ne smemo pa zanemariti tudi ergonomije hiše. Bivalni prostori imajo konstantno temperaturo, vedno svež zrak, ni mrčesa in prahu, kar je omogočeno s filtri v prezračevalnih sistemih.

Prednosti so torej:

- sončni kolektorji prihranijo 4.960,7 kWh električne energije
- zmanjšana emisija CO₂
- 92 % pokritost energije za sanitarno vodo (Solar power GmbH, 2007)
- pri optimalnem delovanju pridobimo 1,2 kW dodatne energije vetrne turbine in sončnih celic

Primerjajmo našo aktivno solarno hišo velikosti 100 m² s klasično. Po evropskih normativih je izračun za letno porabo energije pri klasični hiši naslednji: (55 kWh + 25 kWh)*100 m² = 8000 kWh/hišo = 8 MWh/hišo; to pa je kar precej več kot je letna poraba hiše s solarnim sistemom (0,665 MWh/hišo). Če k slednjemu dodamo še lokalno proizvodnjo električne energije in delovanje kontroliramo s pomočjo mikroprocesorja s tipali, ki krmilijo senčenje, temperaturne pogone (ogrevanje – hlajenje) in prezračevanje, smo dosegli optimalno varčen sistem.

Poglejmo si še primer energetske porabe večine hiš v Sloveniji. Za ogrevanje 100 m² bivalne površine in sanitarne vode porabimo okoli 2.000 l kurilnega olja letno, to pomeni 20.000 kWh energije. Vrednost enega litra lahkega kurilnega olja znaša približno 10 kWh (preračunano v denar je to približno 1.670 EUR pri ceni elektrike 0,08 EUR za kilovatno uro). Če s to vrednostjo delimo naš ogromni znesek, dobimo dobrih dvaindvajset let potrebnih za amortizacijo takšnega zneska, vsekakor z upoštevanjem minimalnih stroškov vzdrževanja. Trenutno je ta amortizacijska doba za nas skoraj nesmiselna, a ob pomanjkanju energetskih virov in draženjem le-teh se to lahko hitro spremeni.

PRIMER AKTIVNE HIŠE:

Družinska hiša

Lokacija: Szendehely, Madžarska

Arhitekt: Balázs Tókéš

inženir: István Mucsina

razvojniki: László Rusznák

Zaključek: V izdelavi

Z izgradnjo izuma se želi prikazati, kako je mogoče zgraditi hišo z 0 emisija CO₂ iz največ višini 100,000 EUR.



Slika 29: primer aktivne hiše

Energija

gradnjo aktivne hiše dopolnjene s sončnimi celicami tako bomo zagotovili letni presežek energije.

Notranja klima

Objekt ima na južni starni vidik z veliko steklenih površin, da se zagotovi okoljsko atmosfero in sončni donos v zimskem času. Pri primerno zgrajeni gradbeni konstrukciji se zagotovi senčenje poleti. Prezračevalni sistem, ki se zaključí s zbiralcem terenu zagotavlja svež zrak.

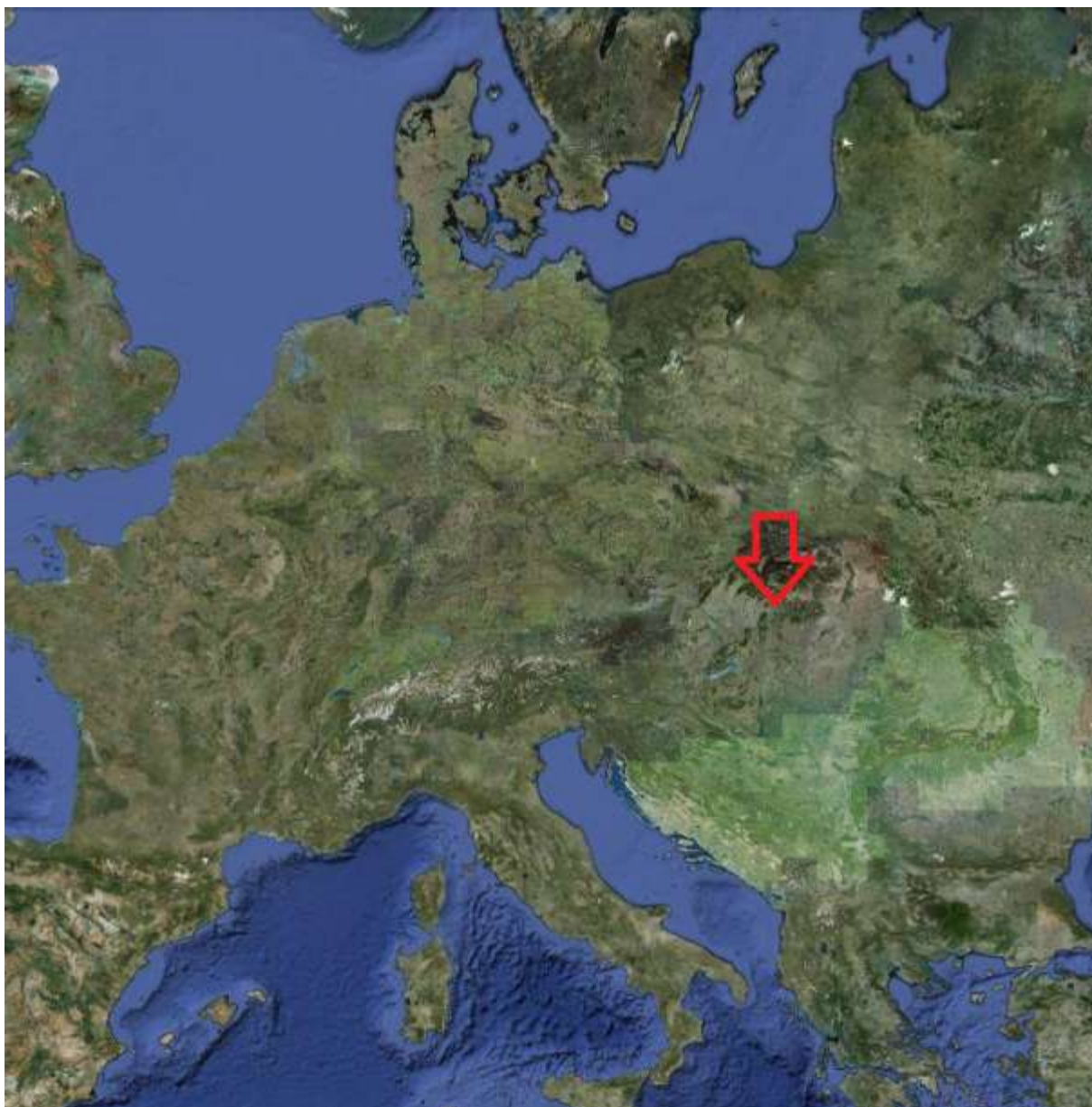
Okolje

Ker bo stavba je moj dom, je bilo treba v načrtovalnem obdobju upoštevati potrebe družine. Prav tako ne upošteva vseh vidikov, ki so bistvenega pomena pri gradnji aktivne hiše.

Nadaljnji opis

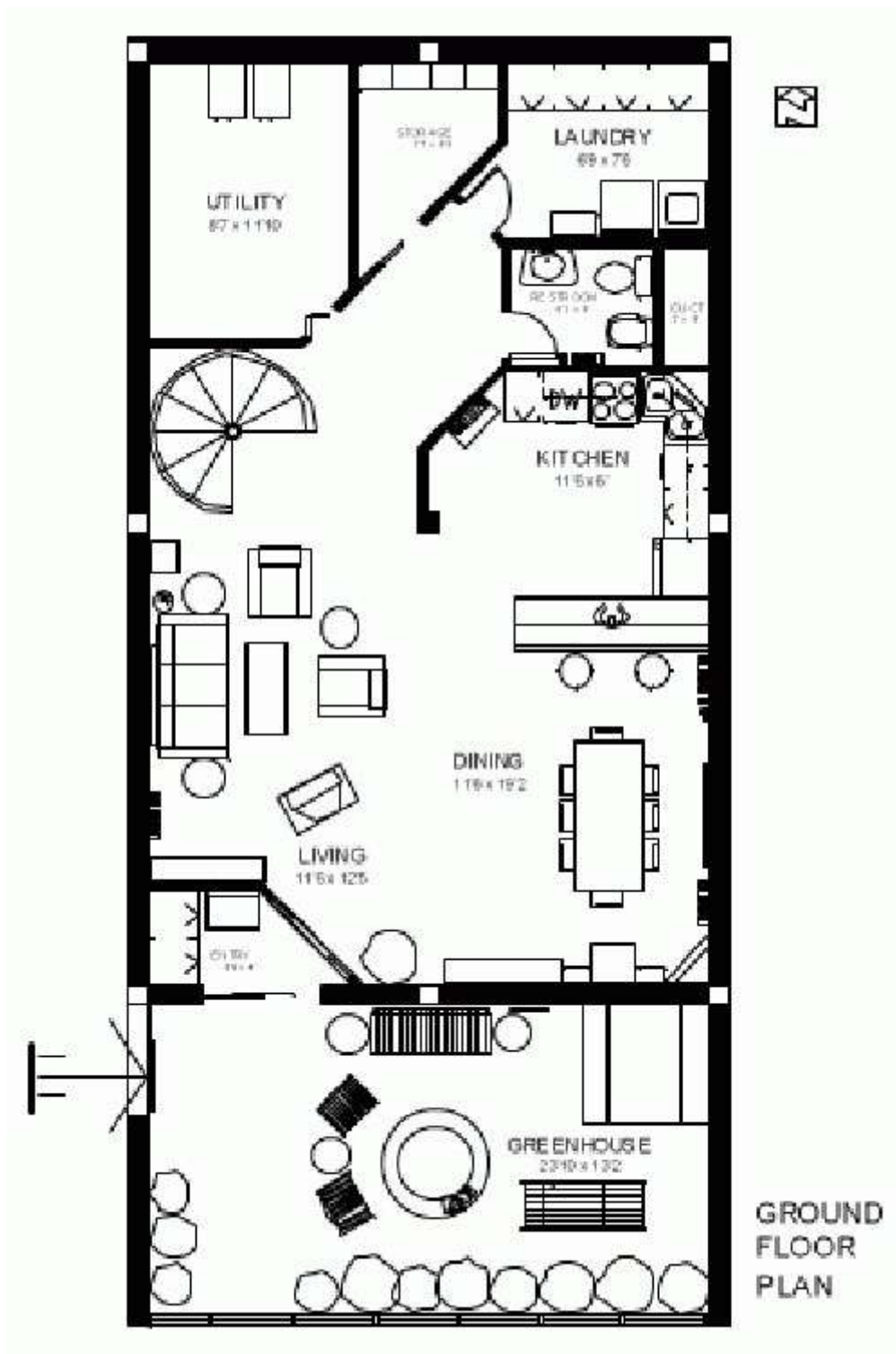
Večina ljudi se zaveda pomembnosti varovanja okolja in da je gradnja energetske varčnih hiš (v velikem številu) je v prvi vrsti pomembna za naš planet. Žal, gradnja hiše kot danes pomeni velike finančne stroške, presežek naložbe v upanju, pozneje energije (finančne) prihrankov. Ta dodatni strošek je edina ovira za širjenje aktivne in aktivne hiše v velikem številu.

Aktivna hiša



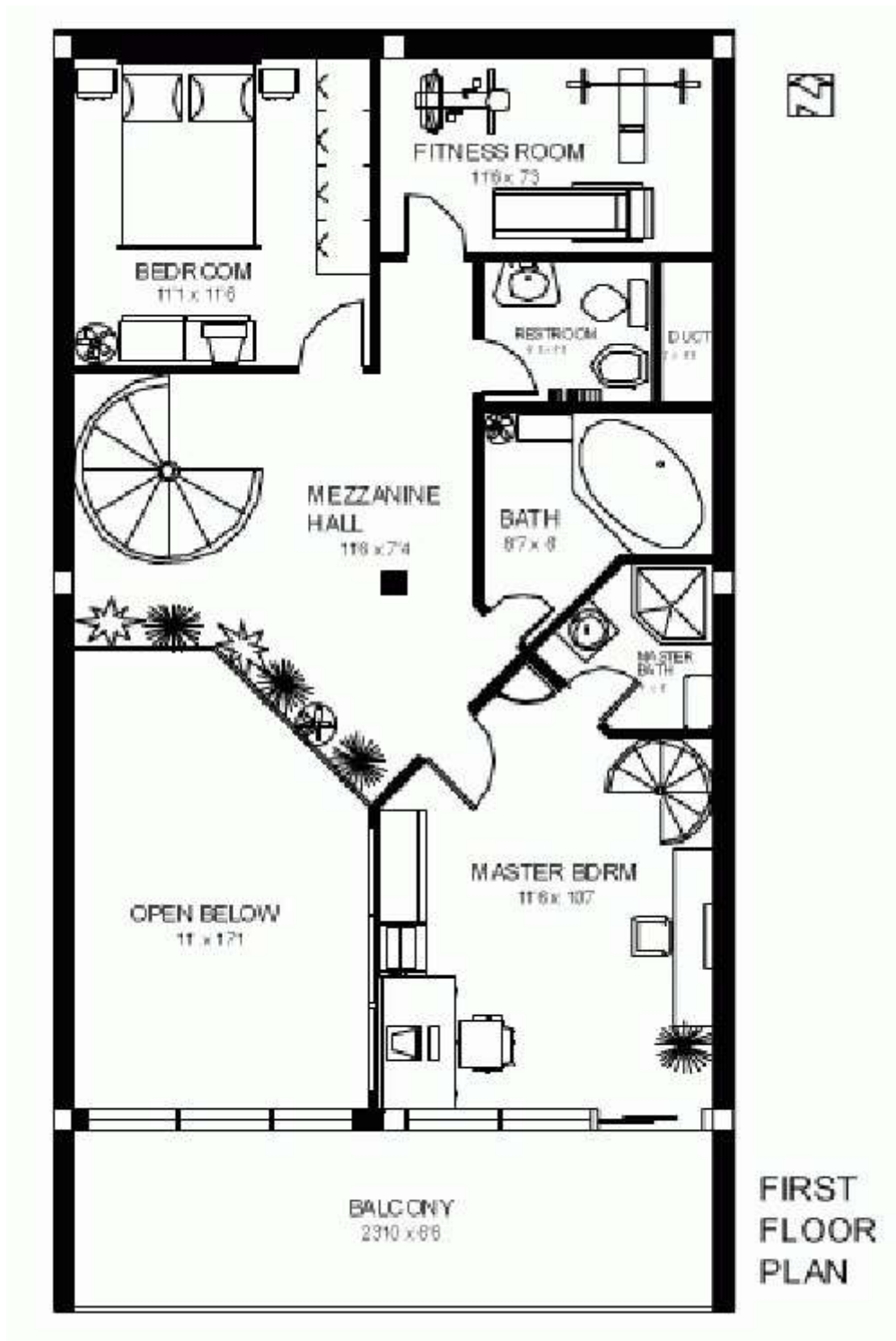
Slika 30: lokacija aktivne hiše

NAČRT AKTIVNE HIŠE

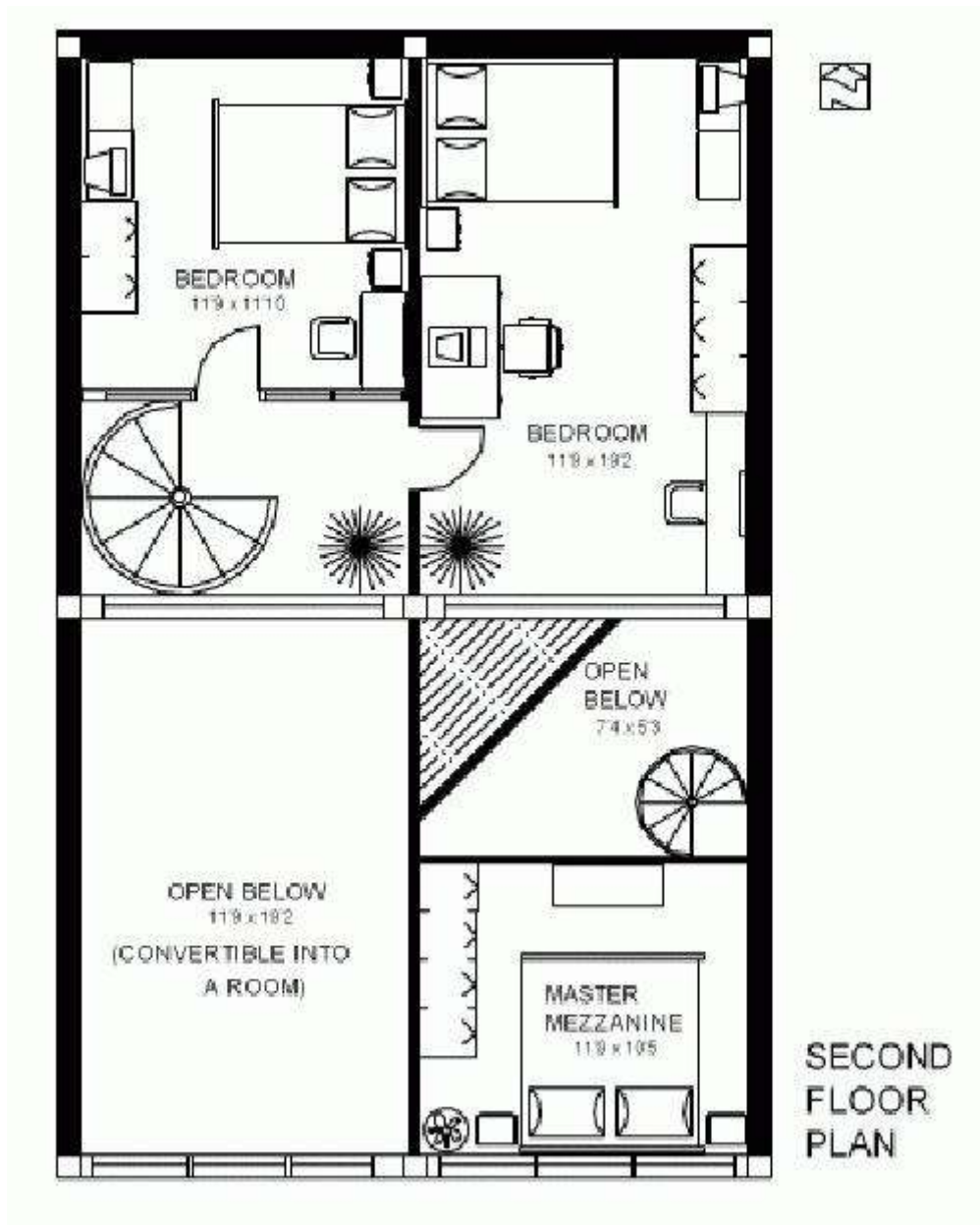


Slika 31: prtljiče aktivne hiše

Aktivna hiša

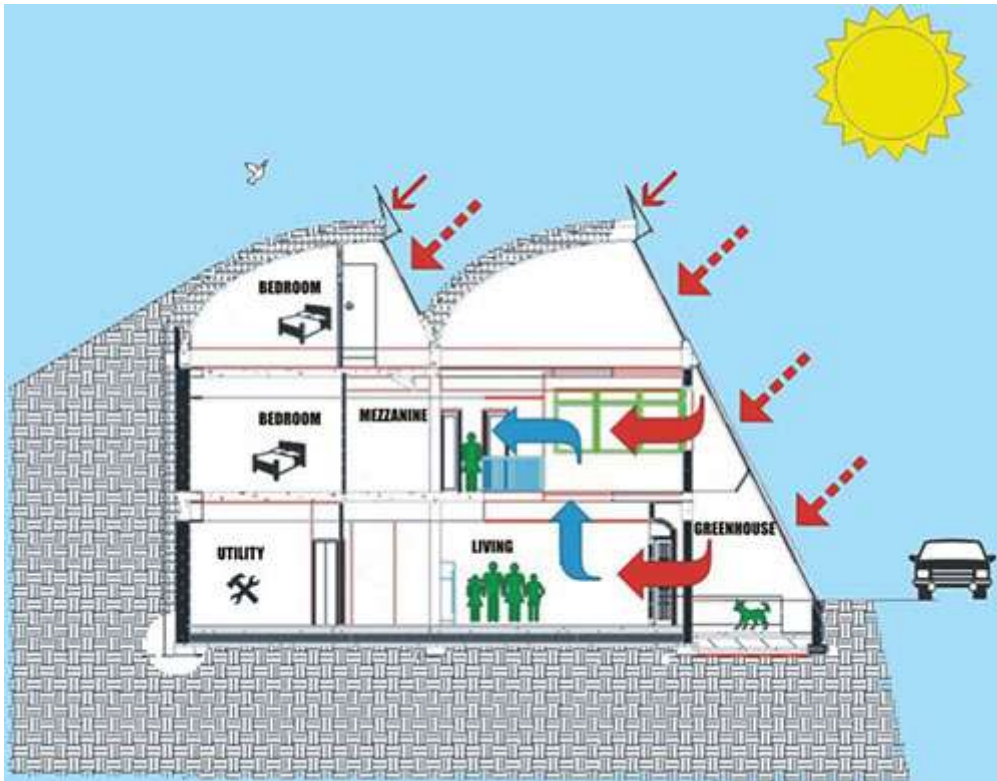


Slika 32: 1.nad. aktivne hiše



Slika 33: 2.nad. aktivne hiše

Aktivna hiša

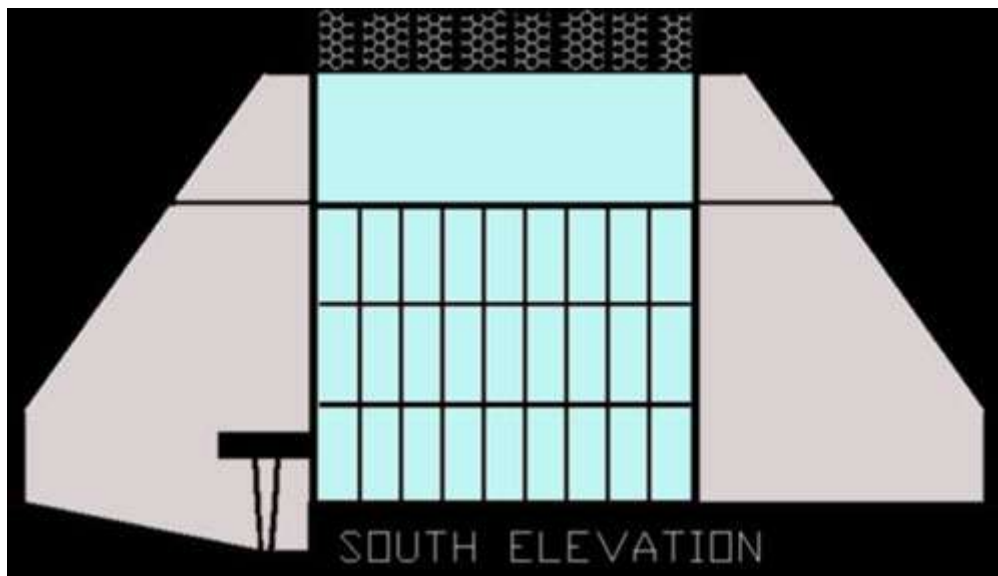


Slika 34: potek svetlobe v aktivno hišo

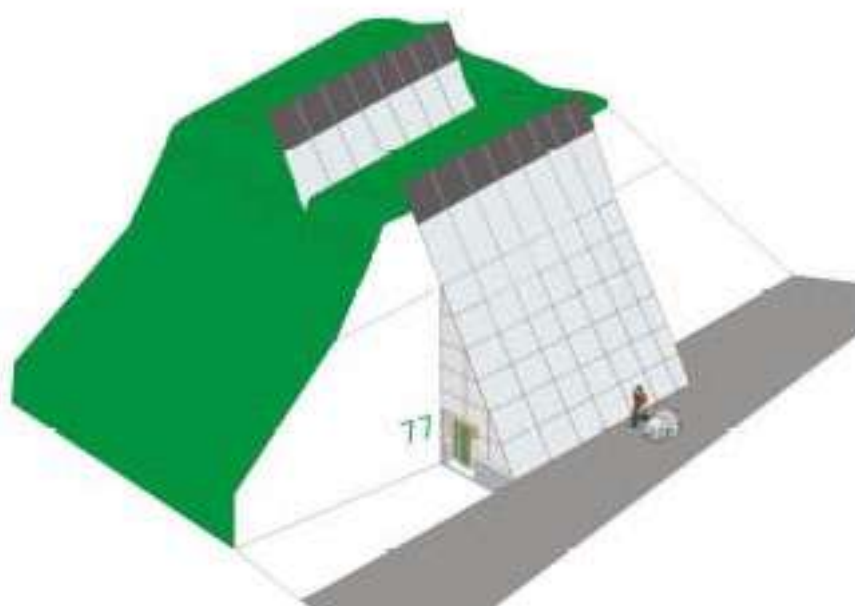


Slika 35: mala čistilna naprava

Aktivna hiša



Slika 36: prikaz oken ki so obrjeni proti južni strani



Slika 37: zelena streha aktivne hiše



Slika 38: prikaz notranjosti aktivne hiše

VIRI SLIK:

<http://www.erevija.com/slike//Slika%202%20-%20Toplotna%20izolacija%20za%20razne%20instalacije%2076.jpg>
<http://moj-dom.me/wp-content/uploads/2010/06/toplotna-izolacija.jpg>
http://www.marles-hise.si/tl_files/slike/tehnologija/PREREZI_HISE_KONCNI_AKTIVNA.jpg
<http://www.okna-pvc.net/wp-content/uploads/2010/12/okna.jpg>
http://a8.sphotos.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc1/hs229.snc1/7633_141416629063_97037749063_2741565_4944018_n.jpg
http://www.lik-kocevje.si/06_briketi/images/Sekanci.jpg
http://beta2.finance-on.net/pics/cache_F9/F95RR_naravni_g_material_xx.1179767873.jpg
http://www.instalater.si/gfx/slike/instalater%20st.%201/Slika-01_06_copy.jpg
http://www.ijs.si/ijs/dept/epr/Janez_S/startpage1-Dateien/image003.jpg
<http://www.maton.si/images/okna-vrata-vzdrzevanje.jpg>
http://www.jelovica.si/e_files/content_header/header-84-02.jpg
http://www.blower-door-test.net/blower_door_schema2g.gif
<http://www.actinia-solar.si/images/image-179.jpg>
<http://montazne-hise-on.net/images/soncna-elektrarna-nactr.jpg>
http://ss1.spletnik.si/4_4/000/000/1ac/f81/1268674224670343.jpg
<http://www.et-solar.si/cms2/content/images/08703e01cba842ac2107307793de6fc1.jpg>
<http://www.junkers.si/images/53201007191638200.flaeche.jpg>
<http://www.harreither.com/typo3temp/pics/486443fce9.jpg>
http://www.eltom-ogrzewanie.pl/images/rekuperator_schemat.jpg
http://www.hs-gradnja.si/img/Zemlja_Voda_Sonda.thumb.jpg
http://www.akumulator.si/images/products/Shema_hibridni%20sistem.jpg
<http://www.arhivo.com/uploads/220710-val1.jpg>
<http://www.environment-mvhr.co.uk/img/typicalhomemvhr.jpg>
http://www.pinsol.eu/images/shema_instalacije_1.jpg
<http://ris.vecer.com/RISStorage1/links/01/40/78/46/01407846-300.jpg>
<http://montazne-hise-on.net/slike/stena-aktivna-hisa.jpg>
http://beta1.finance-on.net/pics/cache_Ve/Velux1.1277057455.jpg
http://www.activehouse.info/sites/activehouse.info/files/imagecache/image_top/h%C3%A1z%20jpeg_3.JPG
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/espasiveST.jpg>
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/esactiveC.jpg>
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/esactive3.jpg>
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/esactive2.jpg>
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/esactive1.jpg>
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/esactiveM.jpg>
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/esactiveS.jpg>
<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/images/esactiveP.jpg>
<http://www.tehnohlad.si/Reference/Ogrevanje/Hazl.jpg>
http://www.erevija.com/slike/Photo/Slika-1_02_copy.jpg
http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/pt267_datoteke/image006.jpg
http://www.instalater.si/slike/solarno/Slika-1_15.jpg

VIRI TEKSTA:

[Aktivna solarna aktivna hiša - rešitev ali zabloda? / Janez Štrancar TI=Bioklimatske zgradbe = Bioclimatic buildings ISSN: 1580-6731.- Letn. 12, št. 12 \(2009\), str. 68-75](#)

<http://www.nastrehi.net/content/view/134/83/1/0/>

<http://www.freewebs.com/pgigy/zmanjsanjeenergetskeporabe.htm>

http://www.se-f.si/uploads/hg/Fw/hgFwFjzNAu2P_7W0JcCDcg/skvorc.pdf

<http://ss1.spletnik.si/000/000/0d0/eff/vecer2008-02-25-KVADRATI.pdf>

<http://www2.dashofer.si/?section=3&layer=1&content=11&cid=16852>

[raziskovalna naloga:aktivne hiše Celje 2008 avtorji:Gašper Plaskan, Matic Čoh, Matic Naraločnik](#)

<http://www.gradim.si/z-energijo-varcen-dom/varcen-dom.html>

<http://www.slonep.net/slonep/novice/aktivna-hisa-je-zavesten-in-celosten-pogled-na-nacrtovanje-stavbe/>

<http://varcevanje-energije.si/novosti-za-strokovnjake/energijska-ucinkovitost-stavb-aktivna-hisa.html>

<http://www.activehouse.info/>

<http://www.activehouse.info/cases/home-life>

<http://www.jetsongreen.com/2009/05/worlds-first-active-house-denmark.html>

http://www.ijs.si/ijs/dept/epr/Janez_S/startpage1.htm

<http://www.aktivnahisa.eu/slovenija/75-v-limbusu-nastaja-aktivna-solarna-hisa><http://www.vkr-holding.com/sitecore/content/ActiveHouse/Home/01%20Principperne%20bag.aspx>

<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT216.htm>

[Aktivna solarna aktivna hiša / Janez Štrancar TI=Gradbenik : revija za gradnjo, sanacije in gradbene materiale ISSN: 1408-1725 \(mar. 2008\).- Str. 54-56](#)

[Delo in dom 22. december 2010 št.51 leto 18](#)

<http://www.dreamgreenhomes.com/plans/esactivehome.htm>

<http://www.activehouse.info/cases/family-house>