VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,

MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

OGREVANJE NIZKOENERGIJSKE HIŠE S TOPLOTNO ČRPALKO IN KONTROLIRANO PREZRAČEVANJE Z REKUPERACIJO

Kandidat: Zlatko Žmavc

Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060088

Program: Gradbeništvo

Mentor: Benedikt Boršič univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Gorazd Žmavc

Maribor, februar 2012

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Zlatko Žmavc, z vpisno št. 11190060088, sem avtor diplomskega dela z naslovom

OGREVANJE NIZKOENERGIJSKE HIŠE S TOPLOTNO ČRPALKO IN KONTROLIRANO PREZRAČEVANJE Z REKUPERACIJO

ki sem ga napisal pod mentorstvom Benedikta Boršiča, univ. dipl. inž. grad..

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena diplomska naloga izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academia objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Maribor, februar 2012

Podpis študenta:

Zlatko Žmavc

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Benediktu Boršiču univ. dipl. inž. grad. za strokovno pomoč, nasvete in vodenje pri pisanju diplomske naloge, kakor tudi celotni ekipi Academie , za podporo, nasvete in ne nazadnje za vso znanje, ki sem ga pridobil z vašo pomočjo.

Velika zahvala gre podjetju Dela Ž iz Jakobskega dola, še posebej Gorazdu Žmavcu za strokovne nasvete in rešitve.

Zahvaljujem se profesorici Polonci Križan za lektoriranje diplomske naloge in profesorici Manji Iskra za strokovni prevod.

Iz srca bi se rad zahvalil svoji družini za potrpežljivost, razumevanje in vso podporo v času mojega šolanja.

Hvala.

POVZETEK

Sodoben napredek v gradnji nas je pripeljal k izvajanju in gradnji objektov z zelo nizko energijsko bilanco. V sodobni gradnji se nam tako pojavljajo nizkoenergijske, pasivne in ostale hiše z zelo nizko porabo energije za ogrevanje v zimskih časih in hlajenje v poletnih časih. K takšni energijski bilanci nas vodi sodobna tehnologija gradnje, gradbeni materiali, komponente in naprave za doseganje takšne vrste objektov.

V tem primeru se bom osredotočil na nizkoenergijsko hišo (NEH), katera ima po vseh smernicah in navodilih vgrajene vse komponente za dosego takšne gradnje. Kot vemo je uporaba fosilnih goriv v novih gradnjah neprimerna, v obstoječih pa potratna in ekološko sporna, zato se vse bolj obračamo k uporabi obnovljivih energetskih virov (OVE).

Pomembno je predvsem, da že na začetku vključimo izkušene in uveljavljene strokovnjake na področju takšne gradnje, saj je drugače težko doseči želeno nizkoenergijsko hišo. Pri ustvarjanju takšne hiše nam pripomore tudi Eko sklad s svojim finančnimi spodbudami, saj je gradnja 20-30% dražja v primerjavi s klasično.

V diplomski nalogi je na izvedenem objektu teoretično in praktično predstavljeno doseganje vrednosti nizkoenergijske hiše (NEH). Predstavljeno je ogrevanje s toplotno črpalko (TČ) zemlja /voda, ploskovno ogrevanje s talnim ogrevanjem in prezračevanje z vračanjem toplote. V dokaz, da je v takšni hiši res nizka poraba energije, sem predložil izračun električne energije za eno leto bivanja in uporabo hiše.

Ključne besede: nizkoenergijska hiša, obnovljivi viri energije, toplotna črpalka, rekuperator

ABSTRACT

HEATING OF LOW- ENERGY HOUSES WITH HEAT PUMP AND CONTROLLED VENTILATION BY HEAT RECOVERY

The contemporary progress in construction has lead us to execution and construction of buildings with a very low energy balance. Thus, we come across low-energy, passive and other types of houses in modern construction that have a very low energy consumption for heating in the winter time and cooling in the summer time. Modern technology of construction, building materials, components and devices to reach this sort of buildings lead us to such an energy balance.

In this study, I will focus on low-energy house which has all the components to reach this sort of construction build-in according to all guidelines and instructions. As one knows, the usage of fossil fuel in new construction is improper, and in the existing structure it is wasteful and ecologically disputable, and that is why we strive to use renewable energy sources (RES).

What is important is that we include the experienced and recognisable experts already at the beginning of such a construction, as otherwise it could become difficult to achieve a wanted low-energy house. The Eco foundation also helps us create such a house with their financial encouragements because this type of construction costs 20 to 30% more than a classical one.

This diploma paper presents both theoretical and practical achieving of a low-energy house (LEH) values on a finished building. It presents heat pump (HP) heating using the technology ground / water, surface heating using under-floor heating and ventilation with heat restitution. In order to prove that such a house has really low energy consumption, I have enclosed a calculation of consumed electrical energy for one year of residence and usage of this house.

Keywords: low-energy house, renewable energy sources, heat pump, recuperator

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 10

1.1 OPREDELITEV OBRAVNAVANE ZADEVE 11

1.2 NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE DIPLOMSKEGA DELA 11

1.3 PREDSTAVITEV PODJETJA 12

2 OGREVANJE SODOBNIH STAVB 13

2.1 ZAKONODAJA 13

2.1.1 Zakon o graditvi objektov 13

2.1.2 Energetski zakon 13

2.1.3 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES) 14

2.2 NAČINI OGREVANJA 17

3 OGREVANJE S TOPLOTNO ČRPALKO IN KONTROLIRANO PREZRAČEVANJE Z REKUPERACIJO 19

3.1 OGREVANJE S TOPLOTNO ČRPALKO 19

3.1.1 Delovanje toplotne črpalke 20

3.1.2 Izvedbe toplotnih črpalk 22

3.1.3 Grelno število in določitev moči toplotnih črpalk (COP) 30

3.2 PREZRAČEVANJE Z REKUPERACIJO TOPLOTE 32

3.2.1 Lokalni način prezračevanja 33

3.2.2 Centralni način prezračevanja 34

3.2.3 Tipi toplotnih izmenjevalcev 39

3.2.4 Elementi centralnega prezračevalnega sistema 40

4 TALNO OGREVANJE 43

4.1 NAČINI VGRADNJE 46

4.1.1 Mokri način vgradnje 47

4.1.2 Suhi način vgradnje 48

4.1.3 Materiali za talno ogrevanje 48

4.1.4 Regulacija talnega ogrevanja 49

5 IZVEDBA OGREVANJA S TOPLOTNO ČRPALKO IN PREZRAČEVANJA 50

5.1 SPLOŠNO O OBJEKTU 50
5.2 TEHNIČNI PODATKI NAPRAV 52
5.3 IZVEDBA ZEMELJSKEGA KOLEKTORJA 55
5.4 IZVEDBA TOPLOTNE POSTAJE 56
5.5 IZVEDBA TALNEGA OGREVANJA 57
5.6 IZVEDBA PREZRAČEVALNEGA SISTEMA 60
6 TERMINSKI IN STROŠKOVNI PLAN 62
6.1 TERMINSKI PLAN 62
6.2 STROŠKOVNI PLAN PROJEKTA 63
7 ZAKLJUČEK 66
8 SEZNAM UPORABLJENE LITARATURE IN VIROV 68
8.1 LITERATURA 68
8.2 VIRI 68
8.3 INTERNETNI VIRI 68

KAZALO SLIK

SLIKA 1: TOPLOTNA ČRPALKA 20
SLIKA 2: PRIKAZ DELOVANJA TOPLOTNE ČRPALKE 21
SLIKA 3: KOMPAKTNA TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK/VODA 23
SLIKA 4: SPLIT TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK/VODA 23
SLIKA 5:TOPLOTNA ČRPALKA ZEMLJA/VODA Z ZEMELJSKIM KOLEKTORJEM 25
SLIKA 6: TOPLOTNA ČRPALKA ZEMLJA/VODA Z ZEMELJSKO SONDO 27
SLIKA 7: TOPLOTNA ČRPALKA VODA/VODA 30
SLIKA 8: PREZRAČEVALNA NAPRAVA LOKALNEGA PREZRAČEVANJA Z REKUPERACIJO 33
SLIKA 9: SHEMA CENTRALNEGA PREZRAČEVANJA 35
SLIKA 10: KRIŽNI PLOŠČNI PRENOSNIK TOPLOTE 39
SLIKA 11: PREZRAČEVALNA NAPRAVA Z REKUPERATORJEM 41
SLIKA 12: ELEMENTI KANALSKEGA PREZRAČEVANJA, POCINKANA PLOČEVINA 42
SLIKA 13:TEMPERATURNE KRIVULJE PLOSKOVNIH OGREVANJ 43
SLIKA 14:TEMPERATURNE KRIVULJE SISTEMOV OGREVANJ 44
SLIKA 15: DIAGRAM: SPECIFIČNA TOPLOTNA ODDAJA TALNO OGREVANE POVRŠINE 46
SLIKA 16: NAČINI POLAGANJA CEVI TALNEGA OGREVANJA 47
SLIKA 17: NAŠ PRIMER NIZKOENERGIJSKE HIŠE 51
SLIKA 18: TOPLOTNA ČRPALKA IDM TERRA 52
SLIKA 19:TOPLOTNI ZALOGOVNIK IDM HYGIENIK 53
SLIKA 20: PREZRAČEVALNA NAPRAVA WESTAFLEX WAC 300 54
SLIKA 21: POTEK IZVEDBE ZEMELJSKEGA KOLEKTORJA 55
SLIKA 22: TOPLOTNA POSTAJA 57
SLIKA 23: IZVEDBA TERMOIZOLACIJE IN TALNEGA OGREVANJA 59
SLIKA 24: PREZRAČEVALNI SISTEM Z REKUPERACIJO 61

KAZALO TABEL

TABELA 1: TOPLOTNE PREHODNOSTI POSAMEZNIH GRADBENIH KONSTRUKCIJ 15
TABELA 2: DEBELINA TOPLOTNE IZOLACIJE [λ = 0,035 - 0,04 W/[MK)] 16
TABELA 3: VREDNOSTI ZA ODVZEM TOPLOTE ZEMLJINE PRI IZVEDBI ZEMELJSKEGA KOLEKTORJA 25
TABELA 4: VREDNOSTI ZA ODVZEM TOPLOTE ZEMLJINE PRI IZVEDBI ZEMELJSKE SONDE 28
TABELA 5: POTREBNE MINIMALNE KOLIČINE DOVEDENEGA ZRAKA 37
TABELA 6: ODVEDENE KOLIČINE ZRAKA 38
TABELA 7: DIMENZIJE PREZRAČEVALNIH KANALOV 38
TABELA 8: TEHNIČNI PODATKI TOPLOTNE ČRPALKE »IDM TERRA 10 S/W« 52
TABELA 9: TEHNIČNI PODATKI ZALOGOVNIKA »IDM –HIGIENIK 500/25« 53
TABELA 10: TEHNIČNI PODATKI PREZRAČEVALNE NAPRAVE »WESTAFLEX WAC 300« 54
TABELA 11: FINANČNI PLAN PROJEKTA 65

KAZALO KRATIC

NEH – nizkoenergijska hiša,

PH – pasivna hiša,

OVE – obnovljivi viri energije,

TČ – toplotna črpalka,

PURES – Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah,

COP – količina koristne energije (COP - Coefficient of Performance),

SPF – Učinkovitost toplotne črpalke preko celega leta (SPF - Seasonal Performance Factor)

1 UVOD

Današnji trendi v gradbeništvu gredo v smeri gradnje nizkoenergijskih in pasivnih hiš. Takšen princip gradnje z letom 2010 opredeljuje tudi zakonodaja, ki investitorja omejuje in prisili v energetski način gradnje. Pri takšnih objektih je najpomembnejša poraba energije za ogrevanje pozimi in hlajenje v poletnih časih; sodobna hiša naj ne bi porabila energije več kot 35 kW/m2. Nizkoenergijski način gradnje omogoča kvaliteten, udoben in varčen način bivanja v takšnih objektih.

Osveščenost posameznika in družbe je v tej vlogi največjega pomena za zaščito okolja in človeka. Naravne nesreče v svetu so posledice slabega ravnanja z naravo. Poraba fosilnih goriv ima zelo velik negativen vpliv na okolje. Ker vemo, da uporabo teh goriv ne moremo prekiniti, jih lahko omejimo ali celo zmanjšamo. Iz tega razloga je zelo spodbudno in pozitivno, da se svetovna uporaba obnovljivih energetskih virov konstantno povečuje. Takšen trend je moč zaznati tudi v Sloveniji.

Narava in njena dejanja nas učijo, kako živeti z njo in kako uporabljati naravne vire. Sonce je naš edini netvegani vir energije, planet zemlja pa naš zbiralnik energije, ki jo v energijskem ciklu skrbno uporablja. Obnovljivi viri energije (OVE) vključujejo vse vire energije, ki jih zajemamo iz stalnih naravnih procesov: sončno sevanje, veter, vodni tok v rekah ali potokih, geotermalna energija.

Pokazatelj, da Slovenci sledimo trendom srednje Evrope v uporabi OVE, je vse več izvedenih objektov in takšen način oskrbe z energijo. Tem trendom sledimo tudi v gradnji NEH in PH ter ostalih energetsko varčnih objektov. K temu nam pripomorejo že izkušeni projektanti, nadzorniki in izvajalci takšnih gradenj, saj so objekti zgrajeni v Sloveniji enako kvalitetni kot v ostalih razvitih državah.

V diplomski nalogi bom na začetku prikazal slovensko zakonodajo, katera je predpisana za gradnjo in sanacijo objektov. Poudarek bo na Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES). V osrednjem delu bom opisal ogrevanje NEH s TČ in talnim ogrevanjem ter prezračevanje z vračanjem toplote. Opisal bom izvedbe TČ, prednosti in pomanjkljivosti, ter centralni način prezračevanja z vračanjem toplote.

V zadnjem delu bom predstavil izvedbo ogrevanja in prezračevanja v NEH. Nazorno bom predstavil potek del po fazah, predstavil terminski plan in finančni plan projekta.

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

V diplomskem delu bom obravnaval ogrevanje nizkoenergijske hiše in zakonodajo o uporabi energije v stavbah. Opisal bom osnove ogrevanja s toplotno črpalko ter izvedbe toplotnih črpalk. Sledil bo opis prezračevanja v sodobnih stavbah in pomen prezračevanja, ter rekuperacija. (pomeni vračanje toplote odpadnega zraka nazaj v hišo s pomočjo prezračevalne naprave in toplotnega izmenjevalca »rekuperatorja«).

V drugem delu diplomske naloge bom predstavil izvedbo talnega ogrevanja s toplotno črpalko ter prezračevanje z rekuperacijo na praktičnem primeru.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela

Namen diplomskega dela je opis izvedbe ogrevanja in ogrevalne inštalacije ter prezračevalnega sistema na primeru enodružinske stavbe v okolici Pragerskega. Predstavil bom potek in izvedbo talnega ogrevanja s toplotno črpalko s pripadajočim terminskim in finančnim planom.

Cilji diplomskega dela so:

- predstaviti ogrevanje v stavbi;
- predstaviti sistem delovanja toplotne črpalke;

- predstaviti in opisati pomen in princip delovanja prezračevanja z rekuperacijo toplote;
- opisati izvedbo vgradnje elementov na objektu in
- izdelati terminski in finančni plan.

Cilj projekta je kakovostna izvedba instalacij ogrevanja in prezračevanja ter omogočiti investitorju udobno, kvalitetno ter finančno ugodno uporabo in bivanje v objektu.

Trditev:

Vgradnja toplotne črpalke v nizkoenergijski hiši ima velik pomen pri oskrbi z energijo, saj se dolgoročno pričakuje kvalitetno delovanje z nizkimi stroški kljub temu, da je investicija dokaj visoka. V pomoč je tu še prezračevanje z rekuperacijo, ki ustvari kvalitetno bivanje v hiši.

1.3 Predstavitev podjetja

Podjetje Dela Ž, Gorazd Žmavc s. p., je bilo ustanovljeno leta 1999. Na začetku so se ukvarjali s strojnimi inštalacijami vodovoda, odtokov in ogrevanja. Od ogrevalnih sistemov, ki so jih vgrajevali, je prevladovalo radiatorsko ogrevanje v kombinaciji z oljnimi pečmi in pečmi na trda goriva. Ob prebiranju strokovne literature so spoznali prednosti talnega ogrevanja, za katerega so se tudi specializirali, ga začeli promovirati in vgrajevati. Leto 2003 je bilo za njih prelomno, saj so prešli na vgrajevanje toplotnih črpalk. Pri toplotnih črpalkah so se usmerili izključno k priznanemu avstrijskemu podjetju IDM, pri sistemu razvodnih cevi k nemškem izdelovalcu TECE in pri prezračevalnih napravah k nemškemu proizvajalcu Westaflex. Za te blagovne znamke so prevzeli tudi zastopstvo na slovenskem trgu. Letno vgradijo okrog 40 toplotnih črpalk, v času delovanja podjetja so jih vgradili že okrog 400. Največji projekt do sedaj je bila izvedba ogrevanja s toplotno črpalko in prezračevanja z rekuperacijo v objektu »QUADRO, Gorkega ulica 45 v Mariboru « prvi EKO študentski dom v Sloveniji. Podjetje se ponaša s kvalitetnimi storitvami in materiali, ponosni so predvsem na to, da račun nikoli ne odstopa od ponudbe. V letu 2012 želijo uvesti zraven inštalacijskih storitev še projekt za izvedbo (PZI) in projekt izvedenih del (PID) za investitorje.

2 OGREVANJE SODOBNIH STAVB

2.1 Zakonodaja

2.1.1 Zakon o graditvi objektov

»Zakon o graditvi objektov ureja pogoje za graditev vseh objektov, določa bistvene zahteve in njihovo izpolnjevanje glede lastnosti objektov, predpisuje način in pogoje za opravljanje dejavnosti, ki so v zvezi z graditvijo objektov, ureja organizacijo in delovno področje dveh poklicnih zbornic, ureja inšpekcijsko nadzorstvo, določa sankcije za prekrške, ki so v zvezi z graditvijo objektov ter ureja druga vprašanja, povezana z graditvijo objektov. Graditev objekta po tem zakonu obsega projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objekta. Določbe tega zakona ne veljajo za gradnjo objektov, ki so potrebni zaradi neposredno grozečih naravnih in drugih nesreč ali zato, da se preprečijo oziroma zmanjšajo njihove posledice, za objekte za zaščito, reševanje in pomoč ob naravnih in drugih nesrečah in za gradnjo vojaških inženirskih objektov, zaklonišč in drugih zaščitnih objektov med izrednim ali vojnim stanjem.« Zakon o graditvi objektov (Ur.l. RS, št. 20/2011)

2.1.2 Energetski zakon

»Energetski zakon določa načela energetske politike, pravila za delovanje trga z energijo, načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb na področju energetike, načela zanesljive oskrbe in učinkovite rabe energije ter pogoje za obratovanje energetskih postrojenj, pogoje za opravljanje energetske dejavnosti, ureja izdajanje licenc in energetskih dovoljenj ter organe, ki opravljajo upravne naloge po tem zakonu. S tem zakonom se zagotavljajo pogoji za varno in zanesljivo oskrbo uporabnikov z energetskimi storitvami po tržnih načelih, načelih trajnostnega razvoja, ob upoštevanju njene učinkovite rabe, gospodarne izrabe obnovljivih virov energije ter pogojev varovanja okolja.« (Energetski zakon, Ur.l. RS, št. 79/1999)

2.1.3 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES)

Ta pravilnik določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali njihove kombinacije, priprave tople vode in razsvetljave v stavbah, zagotavljanja lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z Direktivo 31/2010/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetski učinkovitosti stavb.

Ta pravilnik se uporablja pri gradnji novih stavb in rekonstrukciji stavbe, oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v najmanj 25 odstotkov površine toplotnega ovoja, če je to tehnično izvedljivo.

Stavbe je treba zasnovati in graditi tako, da je energijsko ustrezno orientirana, da je razmerje med površino toplotnega ovoja stavbe in njeno kondicionirano (»kondicionirati« uravnavanje temperature, vlažnosti in menjavanje zraka v zaprtih prostorih) prostornino z energijskega stališča ugodno, da so prostori v stavbi energijsko optimalno razporejeni, in da materiali in elementi konstrukcije ter celotna zunanja površina stavbe omogočajo učinkovito upravljanje z energijskimi tokovi.

Projektirani in izvedeni sistem ogrevanja stavbe mora ob najmanjših toplotnih izgubah zagotoviti takšno raven notranjega toplotnega ugodja, kot je določena s predpisi, ki urejajo prezračevanje in klimatizacijo stavb, oziroma je določena v projektni nalogi, če je ta strožja od predpisane. Energijsko učinkovitost ogrevalnega sistema se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih generatorjev toplote, načrtovanja in izvedbe energijsko učinkovitega cevnega razvoda, izbora nizke projektne temperature ogrevalnega sistema in njegovega uravnoteženja ter regulacije temperature zraka v stavbi, njenem posameznem delu ali prostoru.«(Ogrevanje 10. Člen, Ur.l. RS, št 52/2010).

»Če ni mogoče izvesti naravnega prezračevanja za doseganje kakovosti zraka v prostorih v skladu s predpisi, ki urejajo prezračevanje in klimatizacijo stavb, se sme projektirati in izvesti sistem hibridnega ali mehanskega prezračevanja. Energijska učinkovitost prezračevalnega sistema se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih naprav in pripadajočih elementov, energijsko učinkovitim razvodom, najmanjšo še potrebno količino zraka, uravnoteženjem

sistema ter regulacijo kakovosti zraka v stavbi, njenem posameznem delu ali prostoru. Vgrajeni mehanski ali hibridni sistemi prezračevanja stavb morajo zagotoviti učinkovito vračanje toplote zraka.« (Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Ur.l. RS, št. 52/2010)

Toplotne prehodnosti posameznih gradbenih konstrukcij

U [W/(m2K)]	Novi pravilnik (1.10.2010)	NEH	PH
zunanja stena	0,28	≤ 0,25	≤ 0,15
streha	0,25	≤ 0,20	≤ 0,15
tla	0,35	≤ 0,25	≤ 0,15
okna (okvir + steklo)	≤ 1,3	≤ 1,10	≤ 0,80
kontrolirano prezračevanje	-	Z rekuperacijo toplote	Z rekuperacijo toplote
solarne naprave	da (25%)	da	da

Tabela 1: Toplotne prehodnosti posameznih gradbenih konstrukcij

Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT258.htm, dne 7.11.2011

Debelina toplotne izolacije [λ = 0,035 - 0,04 W/[mK)]

Gradbena konstrukcija	U [W/(m2K)]	d (cm)
zunanja stena	0,30 - 0,10	15 - 30
streha	0,25 - 0,10	30 - 40

Tabela 2: Debelina toplotne izolacije [λ = 0,035 - 0,04 W/[mK)]
Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT258.htm, dne 7.11.2011

λ -toplotna prevodnost materiala, pove koliko toplote preide v časovni enoti (1 sek) skozi $1m^2$ snovi z debelino 1m pri temperaturni razliki 1K, enota W/mK

Obnovljivi viri energije - OVE

»Energijska učinkovitost stavbe je dosežena, če je poleg zahtev ostalih določil (PURES) tega pravilnika najmanj 25 odstotkov celotne končne energije za delovanje sistemov v stavbi zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov energije v stavbi. Energijska učinkovitost stavbe je dosežena tudi, če je delež končne energije za ogrevanje in hlajenje stavbe ter pripravo tople vode pridobljen na enega od naslednjih načinov:

- najmanj 25 odstotkov iz sončnega obsevanja,
- najmanj 30 odstotkov iz plinaste biomase,
- najmanj 50 odstotkov iz trdne biomase,
- najmanj 70 odstotkov iz geotermalne energije,
- najmanj 50 odstotkov iz toplote okolja.

Za enostanovanjske stavbe se šteje tudi, da je energijska učinkovitost dosežena, če je vgrajenih najmanj 6 m2 (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/m2.

Šteje se, da je energijska učinkovitost stavbe dosežena, če je dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine oziroma površino stavbe

za najmanj 30 odstotkov nižja od mejne vrednosti iz 7. člena tega pravilnika.« (16. Člen Ur. l. RS, št. 52/2010)

2.2 Načini ogrevanja

Pri odločitvi za ogrevanje hiše izberemo vir toplote, mesto priprave, napravo za pridobivanje toplote, način razvoda in način ogrevanja prostorov. Vir nam predstavlja energent, ki je lahko premog, biomasa (les, bioplin), plin, kurilno olje, električna energija ali kateri od alternativnih virov.

Poznamo naslednje načine ogrevanja:

- radiatorsko ogrevanje,
- konvektorsko ogrevanje,
- talno ogrevanje,
- stensko ogrevanje,
- stropno ogrevanje.

Način ogrevanja je v prvi vrsti odvisen od vrste in namembnosti objekta. Ko vemo, zakaj se bo objekt uporabljal, se lažje določi način ogrevanja. Najpogosteje se pri nas uporablja radiatorsko ali talno ogrevanje. Radiatorsko ogrevanje še ostaja v starejših objektih in se v novogradnje redkeje vgrajuje, talno ogrevanje pa se vgrajuje v večino novogradenj. Cenovno je talno ogrevanje v primerjavi z radiatorskim ogrevanjem nekoliko dražje, kar pa je seveda odvisno od načina vgradnje, debeline izolacije in vrste regulacije.

Radiatorsko ogrevanje uporablja kot vir oddajanja toplote radiator, ki segreva zrak, kateri zaradi temperaturnih razlik kroži po prostoru. Stene, stropove in tla segreva topel zrak in sevanje, ki ga oddaja radiator. Radiatorske sisteme odlikujeta preprosta, cenovno ugodna vgradnja in enostavno vzdrževanje ter čiščenje. Radiatorji so med seboj povezani z eno ali dvocevnimi sistemi, cevi pa lahko vgrajujemo nad ali podometno. Klasična izdelava je z dvocevnim sistemom, ki ustreza klasični vzporedni vezavi, kjer sta dovod in odvod ločena. Radiatorji morajo biti pravilno dimenzionirani, če želimo zadovoljiti potrebe po zadostni toploti. Pri sistemu radiatorskega ogrevanja je potrebno na radiatorje vgraditi termostatske ventile, kateri s pomočjo termostatskih glav vzdržujejo konstantno temperaturo v prostoru.

Konvektorsko ogrevanje je idealna rešitev za prostore z velikimi okenskimi oz. steklenimi površinami (njihova pomembna funkcija je tudi preprečevanje rosenja na steklu) in tudi za primere, ko za radiatorje ni dovolj prostora. Primerno je zlasti za ogrevanje avtosalonov, zimskih vrtov, galerij, poslovnih in trgovskih prostorov ter stanovanj. Talne konvektorje priključimo na enocevni ali dvocevni vodni sistem. Delujejo na principu naravne ali prisilne konvekcije zraka. Odlikujejo se po veliki ogrevalni moči in hitremu ogrevanju. Različni termostati in ventili omogočajo optimalno regulacijo delovanja.

Talno gretje spada v skupino ploskovnih ogrevanj, kjer najdemo še stensko in stropno ogrevanje. Talno ogrevanje je poznano že iz rimskih časov, kjer je bil prenosnik toplote zrak oziroma dimni plini, ki so krožili po kanalih pod hišo. Cevi pri talnem ogrevanju so položene v tla in toplota ogrete vode se prenaša od cevi na talno konstrukcijo in nato na zrak v prostoru v obliki sevanja. Temperature so najvišje pri tleh in padajo proti stropu. (http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT76.htm, dne 13.11.2011)

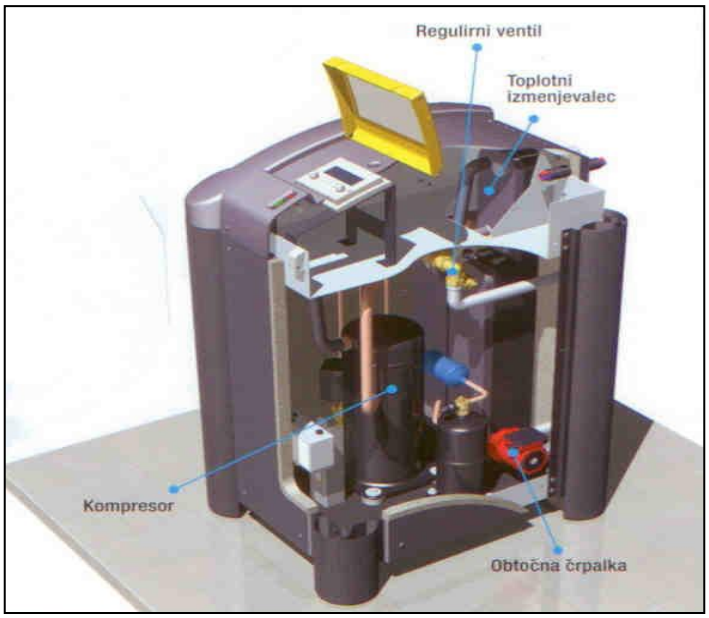
3 OGREVANJE S TOPLOTNO ČRPALKO IN KONTROLIRANO PREZRAČEVANJE Z REKUPERACIJO

3.1 Ogrevanje s toplotno črpalko

Ogrevanje prostorov v hladnih dneh je za vsako gospodinjstvo velik strošek. Zato vsakdo, ki načrtuje gradnjo ali že gradi, razmišlja, kako znižati stroške ogrevanja. Pri gradnji ni dovolj samo povečati debelino izolacije in vgraditi kvalitetno stavbno pohištvo, temveč izbira varčnega načina ogrevanja za doseganje nizkih stroškov uporabe objekta. Ogrevanje s toplotno črpalko je najboljša odločitev iz več razlogov, zmanjša porabo energije in zmanjša emisije škodljivih snovi v okolje.

Pri načrtovanju ogrevanja s toplotno črpalko je prvo vprašanje, kakšen vir uporabiti. Pri izbiri vira ogrevanja je treba upoštevati več dejavnikov, in sicer: je to novogradnja ali adaptacija, temperaturni režim ogrevanja, kakšne so letne energijske potrebe objekta itd. Toplotne črpalke se zadnje čase največ uporabljajo kot osnovni izvor toplote za ogrevanje in pripravo sanitarne vode.

Kot toplotni vir najpogosteje izkoriščamo toploto zemlje in kamenin, podtalnico ali toploto površinskih voda ter izkoriščanje zunanjega zraka. Moč ogrevanja toplotne črpalke je odvisna od toplotnega izvora toplote (zemlja, voda, zrak) in temperaturnega režima ogrevanja.



Slika 1: Toplotna črpalka

Vir: http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011

Glede na način obratovanja toplotne črpalke ločimo:

- monovalentno TČ - toplotna črpalka deluje samostojno in zadostuje vsem potrebam porabe energije in
- bivalentno TČ - po potrebi se vključi drugi vir ogrevanja, ker toplotna črpalka ne zadostuje potrebi ogrevanja, (predvsem toplotne črpalke zrak- voda)

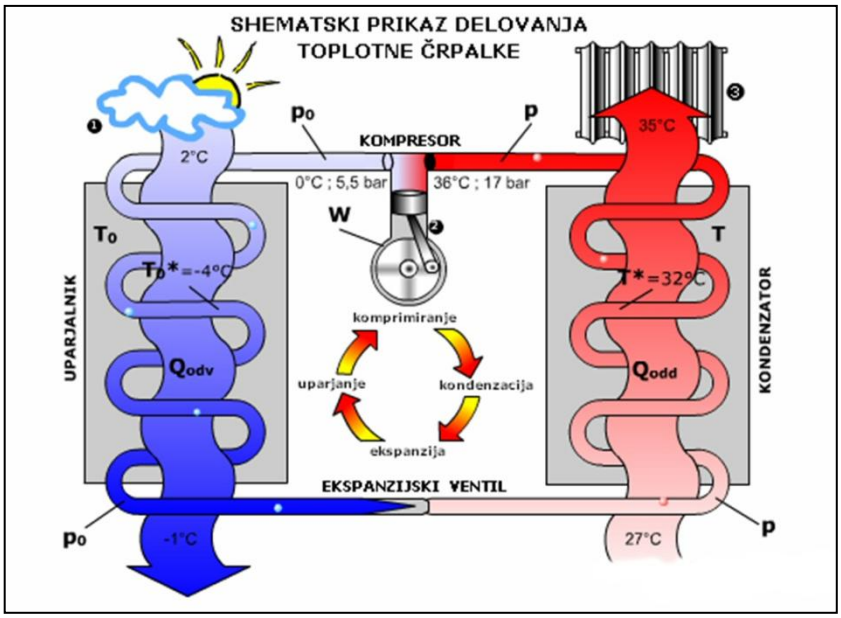
3.1.1 Delovanje toplotne črpalke

Toplotna črpalka je toplotni stroj, ki deluje podobno kot kompresorski hladilnik.

Toplotna črpalka odvzema toploto okoliškemu zraku, vodi ali zemlji in z njo ter dodano električno energijo segreva vodo. Za pogon naprave (kompresorja in ventilatorja) je potrebno vložiti od 20-30% električne energije, 70-80% energije pa pridobimo iz okolice.

Toplotna črpalka je sestavljena iz uparjalnika, ki odvzema toploto okoliškemu mediju (zrak, zemlja, voda). V njem se pri nizki temperaturi uplini delovni medij (hladivo), ki nato potuje

skozi kompresor, kjer se mu zaradi vloženega mehanskega dela (kompresije) zviša tlak in temperaturni nivo. Vroče pare v kondenzatorju kondenzirajo pri višji temperaturi in pri tem oddajo kondenzacijsko toploto ogrevanemu mediju, ki ga ogreva. Utekočinjeno in ohlajeno hladivo potuje skozi dušni ventil (ekspanzijski ventil), kjer ekspandira na nižji tlak ter od tu nazaj v uparjalnik. Ta krožni proces se ponavlja dokler deluje toplotna črpalka. Toplotna črpalka potrebuje za prenos toplote delovni medij, ki s spremembo svojega agregatnega stanja prenaša toploto iz okolice v ogrevalni sistem. (Zbašnik, 2007, 101)



Slika 2: Prikaz delovanja toplotne črpalke

Vir: http://www.biotherm.si/cms/node/92, dne 8.11.2011

3.1.2 Izvedbe toplotnih črpalk

Izvedbe toplotnih črpalk delimo po izbiri vira toplote, kot so zrak, voda, zemlja. Toplotne črpalke po obliki delimo na kompaktne, pomeni, da je sestava črpalke v eni enoti in split oblika, pomeni, da je toplotni izmenjevalec ločen od toplotne črpalke (zrak/voda).

Poznamo tri različne sisteme za ogrevanje s toplotnimi črpalkami. Te so:

1. toplotna črpalka z izkoriščanjem toplote zraka,
2. toplotna črpalka z izkoriščanjem toplote zemlje in
3. toplotna črpalka z izkoriščanjem toplote podtalnice.

3.1.2.1 Toplotna črpalka z izkoriščanjem toplote zraka

Prednost te izvedbe je, da je predvsem zelo preprosta in poceni, saj potrebujemo le zajem zraka. Toplota zunanjega zraka je neizčrpen vir, katerega izdatnost je največja v poletnem času. Zunanji zrak uporabljamo kot toplotni vir pri toplotnih črpalkah, primernih za segrevanje sanitarne vode in prostorov. Za 1 KW toplotne moči je potrebna količina zraka od 400 do 600 m3/h, odvisno od temperature zraka. Za intenzivnejši prenos toplote v uparjalniku je potreben prisilen pretok zraka, zato so toplotne črpalke opremljene z ventilatorjem, ki poveča šumnost delovanja toplotne črpalke. Sodobne toplotne črpalke zrak/voda lahko delujejo tudi do temperature -15°C, kar je odvisno od velikosti in kvalitete uparjalnika. Izkoriščamo lahko tudi toploto zraka v zaprtih prostorih, ki jih na ta način tudi hladimo.



Slika 3: Kompaktna toplotna črpalka zrak/voda

Vir: http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011



Slika 4: Split toplotna črpalka zrak/voda

Vir: http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011

Opozorila:

Maksimalna dolžina napeljave od zunanje enote do toplotne črpalke je 8 m (v eno smer).

- Zunanja enota mora biti nameščena višje od toplotne črpalke, da je zagotovljen padec.
- Zagotovljen mora biti neoviran dotok in odtok zraka.
- Zunanja enota mora biti postavljena tako, da oddaja čim manj hrupa okolici (ne v bližini spalnice, razdalja do sosedov).

- Napeljava kondenza v odtok mora biti zaščitena pred zamrznitvijo.
- Zunanja enota je lahko nameščena tudi v prostoru, vendar mora biti povezana z zračnimi kanali.
- Obtočna črpalka ustrezne moči mora biti nameščena na povratnem vodu.

(http://www.ths.si/UserFiles/File/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 14.11.2011)

3.1.2.2 Toplotna črpalka z izkoriščanjem toplote zemlje

Kot vir toplote se uporablja energija shranjena v zemlji. Pri tem sistemu se odvzema energija iz tal preko kroženja medija (mešanica vode in tekočine proti zamrzovanju) po ceveh, ki so iz umetne mase. Cevi zemeljskega kolektorja so položene v zemlji globine 1,2 -1,5 metra. Toplotni prenosnik se nahaja v uparjalniku toplotne črpalke (ploščni prenosnik iz legiranega jekla), med katerim kroži tekočina proti zamrzovanju in hladilno sredstvo. Posamezne veje so povezane z razdelilnikom (razdelilni sistem mora biti nameščen v jašku premera vsaj 1,5 m), med vejami pa so nameščeni ventili tako, da lahko posamezno vejo zapremo. Toplotno črpalko in razdelilnik povežemo z dvižnim in povratnim vodom. Vmes namestimo obtočno črpalko, ki omogoča kroženje medija po ceveh.

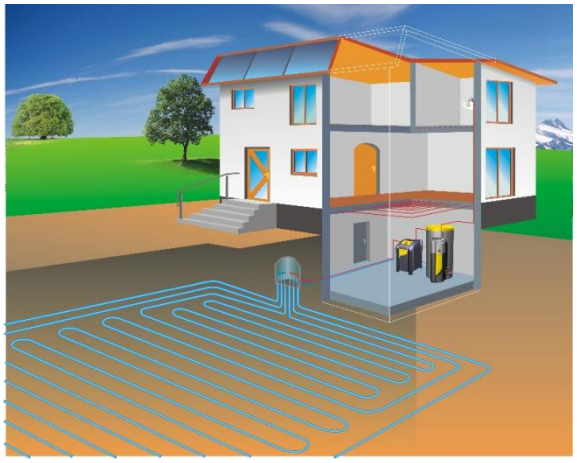
Zemeljski kolektor

V globino cca. 1,2 m se položijo PE cevi dimenzije Ø20 – 25 mm v dolžini 100 m (ena zanka). Glede na moč toplotne črpalke določimo število zank, ki jih potrebujemo. Odvzem toplote iz tal je odvisen od kvalitete zemeljskih tal (tabela). Za 1 kW ogrevalne moči toplotne črpalke potrebujemo med 20 in 40 m² zemeljske površine. Globina namestitve je od 1,2 do 1,5 m, razdalja med zankami pa 0,6 - 0,8 m.

(http://www.ths.si/UserFiles/File/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 14.11.2011)

V podjetju Dela Ž se uporabljajo cevi iz visoko zamreženega polietilena premera 16 mm. Te cevi se uporabljajo zaradi boljšega izkoristka saj je obseg cevi preseka 25 mm (157 mm) manjši od preseka dveh cevi 16 mm (201 mm). Tako je boljši sprejem toplote zemlje, boljša obstojnost cevi ter manjše izgube glikola, ker so cevi tega materiala zrakotesne.

Velikost kolektorja se določi glede na kvaliteto tal, minimalna velikost površine zemlje je dvakratna površina ogrevanja. Če je površina premajhna, se lahko izvede spiralni kolektor ali se izvedejo vertikalne košare. Vertikalne košare se izvedejo predvsem v primerih, kjer je parcela nepravilne oblike in je težje izvesti horizontalni zemeljski kolektor (kjer je močvirnata ali peščena zemlja itd).



Slika 5:Toplotna črpalka zemlja/voda z zemeljskim kolektorjem

Vir: http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011

Vrednosti za odvzem toplote zemljine pri razdalji med cevmi 0,5 do 0,7m na globini 1,2 do 1,5 m so:

Kvaliteta tal:	**Odvzem energije:**
suha, peščena tla	10 W/m²
vlažna, peščena tla	15 – 20 W/m²
suha, ilovnata tla	20 – 25 W/m²
vlažna, ilovnata tla	25 – 30 W/m²
zelo mokra ilovnata tla	30 W/m²

Tabela 3: Vrednosti za odvzem toplote zemljine pri izvedbi zemeljskega kolektorja

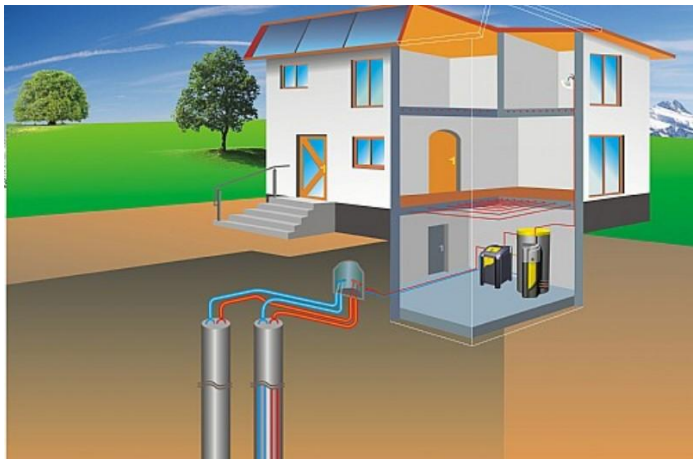
Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT227.htm, dne 15.11.2011

Opozorila:

- Ne smemo narediti drenaže za odtok deževnice, saj bi s tem preprečili regeneracijo tal.
- Površina, kjer so zemeljski kolektorji, ne sme biti asfaltirana (določeni deli so lahko).
- Izogniti se je treba nasadu globinskih pridelkov.
- Mešanica sredstva proti zamrznitvi mora biti cca. 30 % in mora biti odporna do temperature -15 ˚C. Če je v mešanici prevelik odstotek sredstva proti zamrznitvi, se zmanjša specifično oddajanje toplote.
- Napeljava v hiši, v kateri kroži medij (mešanica vode in sredstva proti zamrznitvi), mora biti izolirana in zaščitena proti rosenju (npr. Armaflex).
- Obtočna črpalka ter raztezna posoda za pretok medija morata biti nameščeni na dovodu v toplotno črpalko (na topli strani).
  (http://www.ths.si/UserFiles/File/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 15.11.2011)

Zemeljska sonda

Takšen vir pridobivanja toplote izvajamo, ko ni dovolj velike površine zemlje za izvedbo zemeljskega kolektorja. V zemeljski izvrtini s premerom 150 mm je nameščena cev iz umetne mase (sonda), v kateri kroži medij. Praznina izvrtine se zapolni s posebnim betonom. Maksimalna globina izvrtine je lahko 100 m, ob večji potrebi pa se naredi več izvrtin. Odvisno od kakovosti zemeljskih tal potrebujemo za 1 KW toplotne črpalke cca. 15 do 20 m globoko izvrtino. V globini dvajsetih metrov je stalna temperatura zemlje +10° C brez nihanja temperature med sezonami, kar pozimi omogoča tople temperature za ogrevanje, poleti pa za hlajenje. Za izvedbo izvrtine je potrebno pridobiti ustrezna soglasja in preveriti sestavo tal. (http://www.ths.si/UserFiles/File/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 15.11.2011)



Slika 6: Toplotna črpalka zemlja/voda z zemeljsko sondo

Vir: http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011

Poznamo dva načina izvedbe sonde:

- dvojna U cev - po enem delu kraka cevi potuje medij v globino sonde in se po drugem kraku dviguje in tako odvzema toploto zemlje ter toploto prenese do TČ,
- koaksialna cev (cev v cevi) - notranja cev je iz PE, po njej teče medij v globino in se vrača po zunanji cevi, katera je v stiku z zemljo. Tako se ogreva in prenaša toploto do TČ. (http://www.ths.si/UserFiles/File/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 19.11.2011)

Prednosti zemeljske sonde:

- ne potrebujemo veliko prostora,
- celoletna visoka temperatura vira,
- možno neposredno hlajenje (direct - cooling),

Slabost zemeljske sonde je visok strošek izvedbe vrtine in vgradnja sonde, saj se cene vrtine gibljejo od 40-60 evrov na tekoči meter vrtanja.

Vrednosti za odvzem toplote zemljine pri izvedbi zemeljske sonde:

Kvaliteta tal in kamenin	**Odvzem energije:**
suha peščena tla:	20 W/m
vlažna peščena tla:	40 W/m
vlažna kamnita tla:	60 W/m
tla s podtalnico:	80 - 100 W/m

Tabela 4: Vrednosti za odvzem toplote zemljine pri izvedbi zemeljske sonde
Vir: http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT227.htm, dne 19.11.2011

Opozorila:

- najmanjša razdalja med izvrtinama: 5 do 6 m,
- najmanjša oddaljenost od temeljev zgradbe: 2 m,
- povezovalne cevi do toplotne črpalke morajo biti v vzponu (zaradi odzračevanja),
- upoštevati moramo kvaliteto oziroma vrsto tal,
- globina izvrtine je odvisna tudi od kakovosti zemeljskih tal,
- mešanica delovnega medija s cca 30 % glikola in cca 70 % vode.

3.1.2.3 Toplotna črpalka z izkoriščanjem toplote podtalnice

Podtalnica med vsemi naravnimi viri prihrani največ električne energije, voda v toplotno črpalko priteka z višjimi temperaturami kot mešanica vode in glikola pri zemeljski sondi.

Pri tem sistemu se črpa voda iz sesalnega vodnjaka in se nato s pomočjo črpalke vodi do toplotne črpalke. Voda kroži preko uparjalnika toplotne črpalke, tam pa ji ploščni prenosnik toplote iz legiranega jekla odvzema toploto. Zaradi tega se voda ohladi za cca. 4° C. Ta voda se nato vrača v ponorni vodnjak, ki mora biti od sesalnega vodnjaka oddaljen minimalno 15 metrov v smeri toka podtalnice.

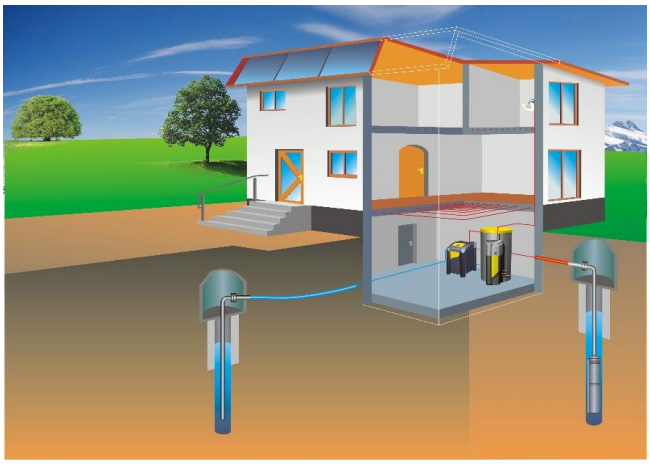
Za 1 kW energije toplotne črpalke potrebujemo pretok od 150 do 180 litrov podtalnice na uro. Za izkoriščanje podtalnice moramo imeti tudi ustrezna dovoljenja. Podtalnica v samem kroženju ne sme priti v stik z zrakom in se sme čim manj ohladiti na poti do toplotne črpalke.

Za zaščito uparjalnika moramo vgraditi tlačno stikalo, prav tako moramo paziti na minimalno temperaturo. Za pravilno uporabo tlačnega stikala mora biti na izhodu podtalnice nujno dušilni ventil. (http://www.ths.si/UserFiles/File/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 21.11.2011)

Opozorila:

- Pri zvišanem deležu trdih delcev v podtalni vodi (pesek, mulj) mora biti zagotovljen ustrezen usedalni kanal, s katerim se izognemo zamašitvi uparjalnika.
- Dvižni in povratni vod moramo položiti tako, da ju zavarujemo pred zamrznitvijo vodnjaka.
- Cevi v hiši morajo biti izolirane pred rosenjem.
- Od odvzemnega vodnjaka do toplotne črpalke mora biti napeljana zaščitna cev z električnim kablom, ki jo rabimo za vodno črpalko.
- Pokrov vodnjaka mora biti takšen, da onemogoča zračnost in prehod svetlobe. Tako preprečimo nastajanje alg in mulja.
- Za črpanje podtalne vode uporabimo potopno črpalko.
- Po dokončanju vodnjaka je treba le-ta izpirati cca. 48 ur, s čimer preprečimo vhod nečistoče v sistem.

(http://www.ths.si/UserFiles/File/IDM_prospekti/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 21.11.2011)



Slika 7: Toplotna črpalka voda/voda

Vir: http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011

3.1.3 Grelno število in določitev moči toplotnih črpalk (COP)

3.1.3.1 Grelno število toplotne črpalke

Vgradnja toplotnih črpalk se iz leta v leto povečuje, prav tako se povečujejo kvaliteta in izkoristki toplotnih črpalk. Izkoristek toplotnih črpalk je razmerje med vloženo energijo in pridobljeno toploto, to imenujemo grelno število toplotne črpalke. Temperaturna razlika med okolico in ogrevalno toploto mora biti čim nižja, da se doseže čim višje grelno število.

Toplotne črpalke zrak/voda imajo grelno število 3,5- 4,0, zemlja/voda 4,0- 5,0 in voda/voda 4,5- 5,5. Grelno število je toplota, ki jo proizvede toplotna črpalka ob vložku 1 KW električne energije. Grelno število je tem večje, čim nižja je temperatura ogrevanja (temperatura predtoka ogrevanja).

Letno grelno število (SPF) nam prikaže realnejšo sliko. Poleg zmogljivosti toplotne črpalke upošteva tudi obratovalne pogoje čez celo leto. Tako se upošteva vir ogrevanja, nihanje temperature vira in spreminjanje predtoka ogrevanja.

Poleg porabe električne energije za pogon kompresorja moramo upoštevati še porabo električne energije pomožnih komponent sistema (črpalke, odmrznitev uparjalnika, regulacija itd).

Na letno grelno število TČ vplivajo naslednji faktorji:

- potrebe po toploti in hlajenju glede na lokacijo objekta,
- temperatura vira toplote in temperature predtoka ogrevne vode,
- ali je optimalno določena obratovalna karakteristika TČ glede na potrebe po toploti,
- dodatna poraba električne energije pomožnih komponent sistema,
- sistem regulacije TČ in ogrevalnega sistema, pravilno dimenzioniran hranilnik toplote.

Predpogoj, da lahko dosežemo zadovoljiva letna grelna števila je, da izberemo učinkovito TČ (primeren COP) že pri nazivnih parametrih.
(http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT318.htm, dne 24.11.2011)

3.1.3.2 Določitev moči toplotne črpalke

Za določitev moči toplotne črpalke je potrebno dobiti izračune toplotnih izgub objekta. Na osnovi teh izračunov, porabe tople sanitarne vode in vira ogrevanja se izračuna in določi moč toplotne črpalke. Največ težav je pri črpalkah zrak/voda, ki optimalno delujejo do zunanje temperature -5 ali morda -7 stopinj Celzija. Lahko bi delovale tudi pri nižjih, vendar bi morali izbrati črpalko bistveno večje moči, kar pa je negospodarno. Zato se določi bivalentna točka. To je točka oziroma zunanja temperatura, pri kateri toplotna črpalka z določeno močjo še ne potrebuje dodatnega vira toplote. Ko zunanja temperatura pade pod bivalentno točko, se lahko samodejno vključi električni grelnik, vgrajen v toplotni črpalki, ali kakšen drug vir toplote. Takšna izbira moči je bolj gospodarna kot vgradnja močnejše toplotne črpalke, ki bi samo enkrat na leto delovala pri -15 ali -20 stopinjah Celzija. Omenjenih težav pri tipih zemlja-voda in voda/voda ni, saj ne glede na zunanje temperature temperatura vira ne pade pod nič stopinj Celzija. (http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT225.htm, dne 24.11.2011)

3.2 Prezračevanje z rekuperacijo toplote

Prezračevanje bivalnih, stanovanjskih in poslovnih prostorov je ključnega pomena za zdravo bivanje in dobro počutje. V sodobnih, do popolnosti zatesnjenih stavbah, naravnega prezračevanja ni več. Ljudje izdihujemo CO2, oddajamo vodno paro in vrsto drugih plinov, to pa povzroča težave kot so:

- povečan odstotek CO2 v zraku, slabše počutje, alergije in glavoboli,
- ugodni pogoji za razmnoževanje mikroorganizmov in pršic,
- nastajanje plesni zaradi previsoke vlažnosti zraka v bivalnem prostoru,
- poškodbe gradbenih konstrukcij zaradi higroskopskega raztezanja in razkroja.

Najpogostejši viri onesnaževanja zraka v bivalnih prostorih so naslednji:

CO2, vodna para, plini in vonjave, ki jih oddajamo ljudje in živali med bivanjem v prostoru,vodna para, ki se sprošča pri kuhanju, tuširanju ali kopanju,cigaretni dim, hlapni ogljikovodiki, ki se sproščajo pri uporabi detergentov, razpršilcev, parfumov, topila za lake, gradbene materiale, preproge, prah in pršice, radon, ki prehaja v prostore skozi netesni del ovoja stavbe v stiku s tlemi. (http://www.inventer.si/technology; dne 24.11.2011)

Prezračevanje prostorov v objektih se v grobem deli na naravno prezračevanje ter prisilno prezračevanje. Naravno prezračevanje je najenostavnejši način prezračevanja, vendar najbolj potraten. Gre predvsem za odpiranje oken, odpiranje vrat, dovod zraka preko raznih odprtin in rešetk. Prisilno prezračevanje je prezračevanje z dovodom zraka v prostore s pomočjo ventilatorja. Delimo ga na lokalno in centralno prezračevanje. Z novimi sistemi gradnje in načinom življenja se vedno več prehaja iz lokalnega prezračevanja na centralno prezračevanje, s tem se kvaliteta bivanja zvišuje in posledično se zvišujejo tudi stroški.

Moderne energijsko varčne stanovanjske stavbe je potrebno redno prezračevati zaradi zagotavljanja kakovosti zraka. Pogoj energijsko dobro izolirane stavbe je zrakotesen ovoj stavbe. Iz tega razloga je potrebno v takšno stavbo vgraditi prezračevalno napravo. Za doseganje čim manjših toplotnih izgub v tovrstnih stavbah je potreben sistem kontroliranega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka (rekuperacija). To pomeni, da topel zrak

v prezračevalni napravi odda toploto vstopajočemu hladnemu zraku. V stavbah, kjer je vgrajena prezračevalna naprava, je pomembno, da je preverjena zrakotesnost. Zrakotesnost mora biti zagotovljena zaradi čim boljšega izkoristka prezračevalne naprave. Zrakotesnost preverjamo z Blower -door testom. Pri tem postopku se naprava namesti na odprtino vhodnih vrat ali oken. V stavbi se ustvari podtlak 50 Pa glede na tlak zunanjega zraka, nato se meri količina zunanjega zraka, ki uhaja skozi odprtine, stike in razpoke v notranjost stavbe. (http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-11.htm, dne 27.11.2011)

3.2.1 Lokalni način prezračevanja

Hišne naprave za lokalno prezračevanje so namenjene zračenju posameznih prostorov znotraj hiše. To je zelo primeren način prezračevanja za posamezna stanovanja v večstanovanjskih zgradbah. Mednje štejemo tudi klasične ventilatorje za odvod zraka iz kopalnic in kuhinjske nape. Z ventilatorjem, ki je vgrajen v napravi, odvajamo odpaden zrak iz prostora.

Prezračevalne naprave z rekuperatorjem so najbolj primerne naprave za lokalno prezračevanje. Sama naprava in vgradnja je cenejša od centralne naprave, ker ne potrebuje cevnega sistema in se vgradi na zunanjo steno objekta. Kompaktna prezračevalna naprava preko rekuperatorja izrablja toploto odpadnega zraka in z njo ogreva vstopajoč svež zrak, nima pa možnosti dogrevanja zraka. Naprava ima vgrajene filtre za čiščenje zraka, zato ni bojazni za sveži zrak. (http://www.varcna-gradnja.si/rekuperacija.html, dne 27.11.2011)

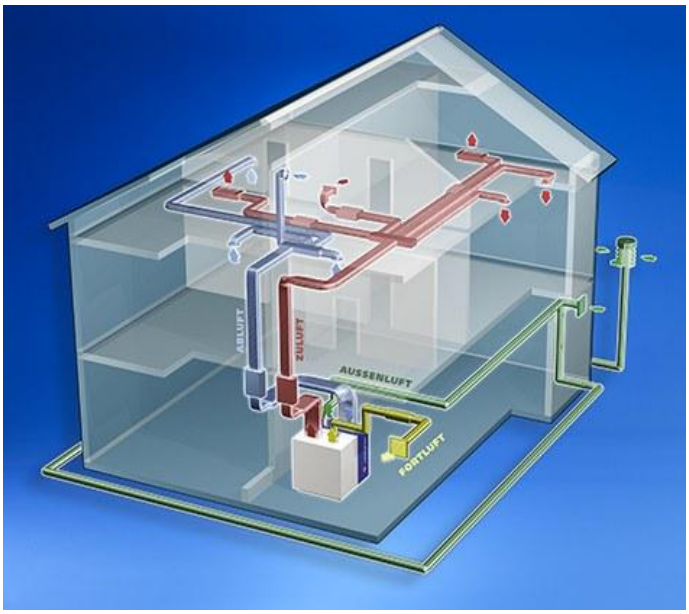


Slika 8: Prezračevalna naprava lokalnega prezračevanja z rekuperacijo
Vir: http://www.varcna-gradnja.si/rekuperacija.html, dne 27.11.2011

3.2.2 Centralni način prezračevanja

Centralne naprave za prezračevanje objektov so izvedene tako, da dovaja sveži zrak v bivalne prostore, izrabljen zrak pa odvaja iz zgradbe. Prisilno prezračevanje deluje tako, da se v bivalne prostore, kot so dnevna soba, spalnica in otroška soba, preko vpihovalne cevi vpihuje sveži zrak, medtem pa se skozi sesalne cevi odvaja odpadni zrak. Sveži zrak se zajema zunaj objekta skozi zaščitno rešetko na fasadi ali na strehi in se dovaja po dobro izoliranih ceveh do prezračevalne naprave. V filtru naprave se zrak pred vstopom v napravo očisti prašnih delcev. V rekuperatorju se sveži zrak predgreje s toploto odpadnega zraka, ki se izsesava iz stavbe. Od tu gre ogreti sveži zrak preko razvodnega sistema v bivalne prostore. Umazan, oziroma izrabljen zrak, se zajema v nebivalnih prostorih in po kanalih oziroma ceveh dovede do prezračevalne naprave. V napravi odda toploto svežemu zraku in se preko cevi odvede na prosto. Običajno se lahko z rekuperacijo ponovno uporabi do 90 odstotkov toplote, vendar je takšen izkoristek pri nizkih pretokih. Pri normalnih obratovalnih pretokih je izkoristek le 60-70 odstotkov, odvisno od potrebe po predgrevanju svežega zraka, temperature tokov zraka in stopnje vlažnosti zraka. Da se v zimskem času prepreči zamrzovanje, je na mestu vstopnega zraka vgrajen protizmrzovalni sistem. Med toplotnim prenosnikom in dovodnim priključkom je dodatno vgrajen električni grelnik zraka s termičnim varovalom ali toplovodni grelnik s termostatskim ventilom. S pomočjo tipal je mogoče elektronsko krmiliti temperaturo svežega zraka. Temperatura vstopnega svežega zraka je od 15 do 19°C. Prezračevalna naprava z rekuperacijo toplote ima zanemarljive stroške obratovanja. Minimalno električno energijo (od 50 do 150W) porabijo le ventilatorji.

(http://www.agregat.si/sl/ponudba/rekuperatorji_in_ostala_oprema_za_prezracevanje_pasivnih_in_varcnih_his, dne 28.11.2011)



Slika 9: Shema centralnega prezračevanja
Vir: http://www.westaflex.com/produkte/wohnungslueftung/leitungen-verbindungen/grundpaket-wac, dne 28.11.2011

Koristni napotki:

- Dovod zraka naj bo najmanj na višini 1,50 m, da pri dovodu zraka reduciramo mikroorganizme iz neposredne okolice (DIN zahteva celo višino 2,50 m). Dovod zraka ne sme biti zraven kompostnika.
- Dovodne in odvodne odprtine za prezračevanje na isti strani zgradbe omogočajo, da je vpliv vetra na prezračevalno napravo zanemarljiv. Razmik mora biti tako velik, da naprava ne posesa že izrabljenega zraka nazaj.
- Če poteka sesanje zraka na južni steni, lahko pričakujemo višje temperature zraka v primerjavi s severno steno.
- Če naprava deluje brez zemeljskega toplotnega prenosnika , lahko sesamo zrak skozi streho, kar je cenovno ugodno.
- Dostop do priključka za sesanje zraka naj bo v varnem področju.

3.2.2.1 Zemeljski prenosnik toplote

Z izmenjavo toplote zemlje, ki je predogrevana z zunanjim zrakom, je učinek rekuperacije izboljšan, predvsem pa s tem preprečimo zamrznitev prenosnika toplote. Lahko uporabimo običajne PE - HD cevi ali specializirane cevi za izmenjavo toplote zemlje. Glede na količino zraka v prostorih stanovanja izberemo cevi s premerom od 150 do 200 mm. Dolžina in razvrstitev pa sta odvisni od minimalne temperature zraka prenosnika toplote. Običajno porabimo 15 - 40 m cevi. Koliko je večja pokritost z zemljo (najmanj 2 m; ali vodenje nad talno ploščo) in primeren zemeljski material (npr. dobro zatesnjen ilovnat material), toliko je višja stopnja učinkovitosti. Z zemeljskim prenosnikom toplote dosežemo prihranek energije od 0,5 do 1,5 kWh na m2 ogrevane površine na leto. Napeljava mora biti postavljena tako, da je 2 % padec proti čistilnemu jašku, kamor lahko odteče odpadni kondenzat. Treba je zagotoviti redno čiščenje. To je pomembno, ker se pri prenosniku toplote zemlje lahko pojavi veliko vlage, s tem pa nastane možnost za razvoj mikroorganizmov. Treba je redno čistiti napravo, čeprav po dosedanjih raziskavah niso odkrili obremenjujočih mikroorganizmov. (http://www.energijadoma.si/znanje/strokovnjak-svetuje/kvalitetnejse-bivanje-s-primerno-prezracevalno-napravo, dne 2.12.2011)

3.2.2.2 Stopnja vračanje toplote

Stopnjo ali učinek vračanja toplote dobimo iz enačbe:

$$\mathrm{ht} = \frac{(\mathrm{t1} - \mathrm{t2})}{(\mathrm{t3} - \mathrm{t2})}$$

kjer je:

t1 - temperatura vpihanega zraka po rekuperaciji

t2 - temperatura svežega zraka pred rekuperacijo

t3 - temperatura odtočnega zraka pred rekuperacijo

Količina dovedenega zraka

Količina dovedenega zraka znaša od 5 do 10 % manj od količine izstopnega odpadnega zraka, kar izrazimo z enačbo :

$qod = (0{,}9 - 0{,}95)x\ qdo = (0{,}9 - 0{,}95)x\ A\ x\ h\ x\ \beta$ (m3/h)

kjer je:

qdo - količina dovedenega zraka

qod - količina odvedenega zraka

A - stanovanjska površina(m2)

h – višina prostora(m)

β - izmenjava zraka - od 0, 5 do 0,8 (h-1)

(http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT144.htm, dne 3.12.2011)

Potrebne minimalne količine dovedenega zraka po DIN 1946 brez upoštevanja prostorov brez oken (kuhinja, WC, kopalnica).

Stanovanje - grupa	Površina (m2)	število oseb	Količina zraka (m3/h)
I	< 50	do 2	60
II	>50<80	do 4	120
III	>80	do 6	180

Tabela 5: Potrebne minimalne količine dovedenega zraka

Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT59.htm, dne 3.12.2011

Odvedene količine zraka po DIN 1946 za prostore brez oken

Prostor	Količina zraka (m3/h) 12 h/d	Količina zraka (m3/h) 12 h in več
kuhinja	40	60
kopalnica	40	60
WC	20	30

Tabela 6: Odvedene količine zraka

Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT59.htm, dne 3.12.2011

3.2.2.3 Dimenzije zračnih kanalov

Dimenzije kanalov so odvisne od pretoka zraka in jih lahko odčitamo iz tabele št. 7 Za stanovanjske hiše s površino od 100 do 500 m2 se ponavadi uporabljajo cevi premera od 90 do 160 mm. Za zgradbe pod 100 m2 se uporabljajo cevi premera od 60 do 100 mm.

Pretok zraka (m3/h)	DN (mm)	hitrost (m/s)	Padec tlaka(Pa/m)
do 60	80	3,2	2
do 90	100	3,2	2
do 160	125	3,6	3
do 200	140	3,6	4
do 300	160	4,1	5

Tabela 7: Dimenzije prezračevalnih kanalov

Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT59.htm, dne 5.12.2011

3.2.3 Tipi toplotnih izmenjevalcev

Na izbiro rekuperatorja vplivajo, razen energetskih zahtev (količina razpoložljive energije, učinek vračanja toplote, vračanje vlage), še dimenzijske zahteve, želena čistost zraka, zanesljivost obratovanja in tudi cena. Ločimo različne tipe rekuperatorjev:

- križni ploščni rekuperatorji
- rotacijski rekuperator,
- lamelni rekuperator,
- toplotna cev.

(http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT144.htm, dne 5.12.2011)

3.2.3.1 Križni ploščni prenosnik toplote

Ploščni rekuperator je najbolj razširjena naprava za vračanje toplote in se uporablja tudi pri posrednem hlapilnem hlajenju. Prednosti pred ostalimi tipi rekuperatorjev so predvsem visoka zanesljivost obratovanja, tesnost med obema masnima tokovoma (odtočnim in svežim trakom) ter enostavno vzdrževanje. Med slabostmi lahko omenimo možnost zaledenitve in velike dimenzije pri večjih enotah. Ploščni prenosnik je sestavljen iz valovitih plošč, postavljenih po plasteh ena čez drugo, ki omogočajo križni tok masnih tokov.



Slika 10: Križni ploščni prenosnik toplote

Vir: http://www.ving.si/rekuperator_prenosniki_krizni.html, dne 22.11.2011

3.2.3.2 Rotacijski prenosnik toplote

Med rekuperatorje prištevamo tudi tako imenovane regeneratorje - regenerativne prenosnike toplote (stabilna ali rotacijska rekuperacijska enota, ki ima higroskopsko površino), ki imajo lastnost, da se poleg toplote med tokovoma vrača tudi vlaga. V zimskem času se lahko vrača od 70 do 80 % vlage, zato je potrebno minimalno dodatno vlaženje. Skozi rekuperator na eni strani teče odtočni, na drugi strani pa sveži zrak. Rekuperator je lahko izveden tako s higroskopsko površino kot tudi z nehigroskopsko površino in v odvisnosti od tega se vrši izmenjava samo senzibilne ali latentne toplote. V primeru, da imamo higroskopsko površino rotacijskega prenosnika toplote, se izmenjava vrši z absorpcijo, adsorpcijo in s kondenzacijo. Za rotacijske rekuperatorje je značilna visoka stopnja učinkovitosti - vračanja toplote odtočnega zraka, ki znaša med 75 in 98 %.

3.2.3.3 Lamelni prenosnik toplote

Uporablja se za čiste prostore ter vnetljive in strupene masne tokove. Slaba stran lamelnih rekuperatorjev je nizka učinkovitost (40 do 45 %) in dodatne instalacije za povezavo.

3.2.3.4 Toplotna cev

V toplotnih ceveh se pretaka tekočina, ki se pri normalni temperaturi uparja in pri nižji kondenzira. Uporabljajo se predvsem v industriji (livarne, sušilnice). Prednosti so dobro tesnjenje, slabosti pa so regulacija in zmrzovanje, poleti ne obratujejo. Učinkovitost je med 50 in 60 %. (http://zerox.si/sl/nase-storitve/prezracevanje/tipi-rekuperatorjev, dne 3.12.2011)

3.2.4 Elementi centralnega prezračevalnega sistema

Elementi prezračevalnega sistema se razlikujejo od proizvajalca do proizvajalca. Glavni element je prezračevalna naprava s toplotnim izmenjevalcem, ki je lahko v napravi ali izven nje. K sistemu spadajo še prezračevalni kanali, prehodni elementi, kolena, objemke, fleksibilni spoji in podobno. Za medsebojno povezavo elementov uporabljamo: dušilnike

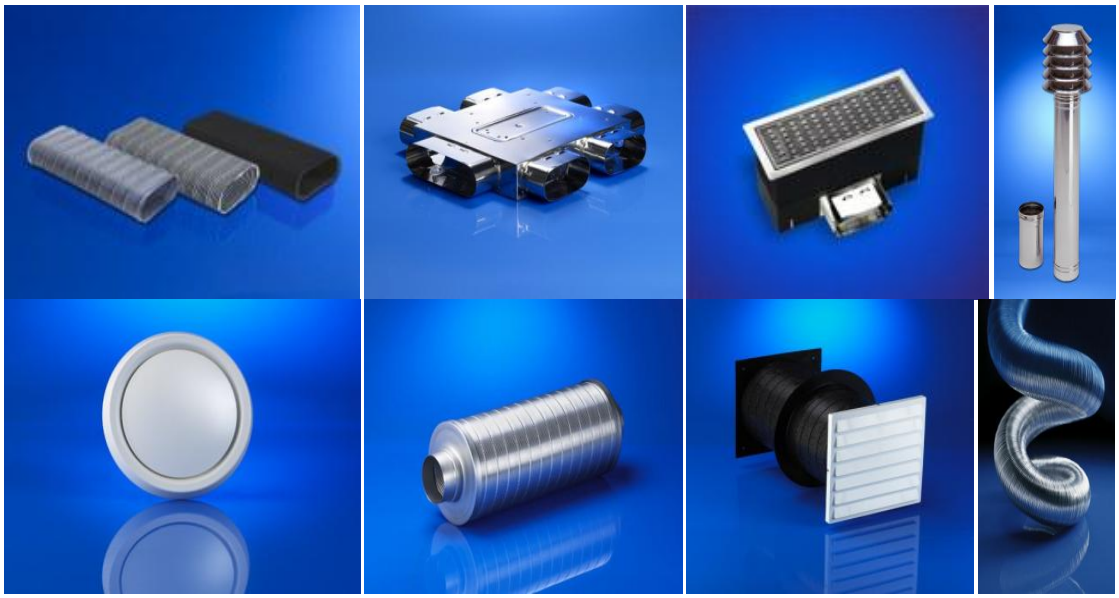
zvoka, nepovratne kanalske lopute in lopute z motornim pogonom, kanalske vodne grelnike in hladilnike z regulacijskimi ventili. Cevi ali kanali so iz PVC, katere so lahko okrogle ali pravokotne oblike, ali iz pocinkane pločevine, ki so prav tako okrogle ali pravokotne oblike. Pocinkane cevi so fleksibilne in so večjih dolžin, zato ti elementi ne potrebujejo toliko veznih elementov kot PVC, saj se lahko cevi zvijejo brez poškodb ali zmanjšanja preseka cevi.



Slika 11: Prezračevalna naprava z rekuperatorjem

Vir: http://www.agregat.si, dne 16.11.2011

Za zaključek prezračevalnega sistema se uporabljajo difuzorji, kateri so spet, odvisno od proizvajalca, različnih oblik. Na te predpripravljene difuzorje se za zaključek namestijo rešetke za dovodni sistem. Za odvodni sistem, kateri je najpogosteje okrogle oblike, uporabimo zaključke ki so namenjeni prav za to.

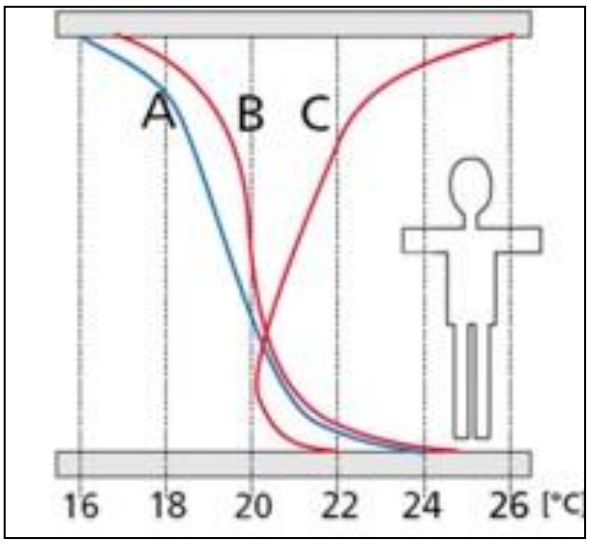


Slika 12: Elementi kanalskega prezračevanja, pocinkana pločevina

Vir: http://www.westaflex.com/produkte/luft-und-klimatechnik/rohrsysteme/westerflex, dne 15.1.2012

4 TALNO OGREVANJE

Talno ogrevanje je najstarejši poznan sistem centralnega ogrevanja prostorov. Tak način ogrevanja (Hipokaust) je znan še iz rimskih časov, kjer je bil prenosnik toplote zrak oziroma dimni plini, ki so krožili po kanalih pod hišo. Talno ogrevanje spada v t.i. skupino ploskovnih ogrevanj, kjer najdemo še stensko in stropno ogrevanje. Cevi so položene v tla in toplota ogrete vode se prenaša od cevi na talno konstrukcijo in od tod na zrak v prostoru v obliki sevanja in konvekcije. Pri tleh so temperature najvišje in proti stropu padajo, temperaturni profil po višini prostora pa je najbližji idealnemu. Stara modrost pravi: » Tople noge, hladna glava.«



Slika 13:Temperaturne krivulje ploskovnih ogrevanj

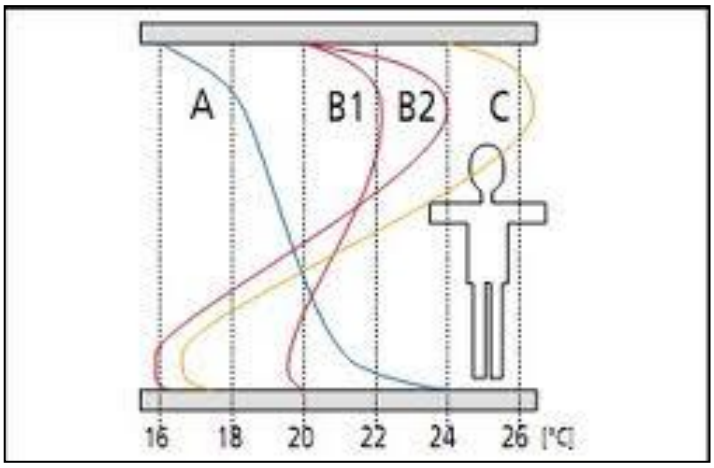
Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 7.12.2011

Temperaturni profili sistemov ploskovnih ogrevanj:

(A) idealno,

(B) talno,

(C) stropno



Slika 14:Temperaturne krivulje sistemov ogrevanj

Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 7.12.2011

Temperaturni profili sistemov ogrevanj:

(A) idealno,

(B1) radiatorsko - ogrevalo ob zunanjem zidu,

(B2) radiatorsko - ogrevalo ob notranjem zidu,

(C) toplozračno

Sodobno talno ogrevanje se je razvilo pred drugo svetovno vojno, vendar zaradi težav pri montaži, predvsem zaradi uporabe jeklenih cevi, ni doživelo širše uporabe. V zadnjem času pa doživlja veliko popularnost in širšo uporabo.

Razlogi zato so:

- hitra montaža in manjši stroški zaradi uporabe plastičnih cevi,
- izboljšana toplotna zaščita zgradb in s tem manjša potrebna instalirana moč naprav za ogrevanje, omogoča izkoriščanje talne površine za ogrevanje,
- zaradi nižje temperature ogrevalnega medija (40 - 60°C) je mogoče uporabiti toplotne črpalke in energijo sonca kot vir energije,

- proizvajalci so s pripravo podatkov in pripomočkov za projektiranje omogočili enostavnejše in natančnejše dimenzioniranje talnega ogrevanja.

Pri pravilno načrtovanem sistemu talnega ogrevanja so njegove prednosti:

- večje toplotno ugodje, saj so temperature sevanja nižje kot pri ogrevanju z radiatorji,
- zaradi ugodnega temperaturnega profila v prostoru je lahko temperatura zraka v prostoru nižja za 1 do 2°C, kar pomeni od 6 do 12 % prihranka pri energiji,
- kroženje prahu v prostoru je manjše zaradi manj intenzivnega kroženja zraka.

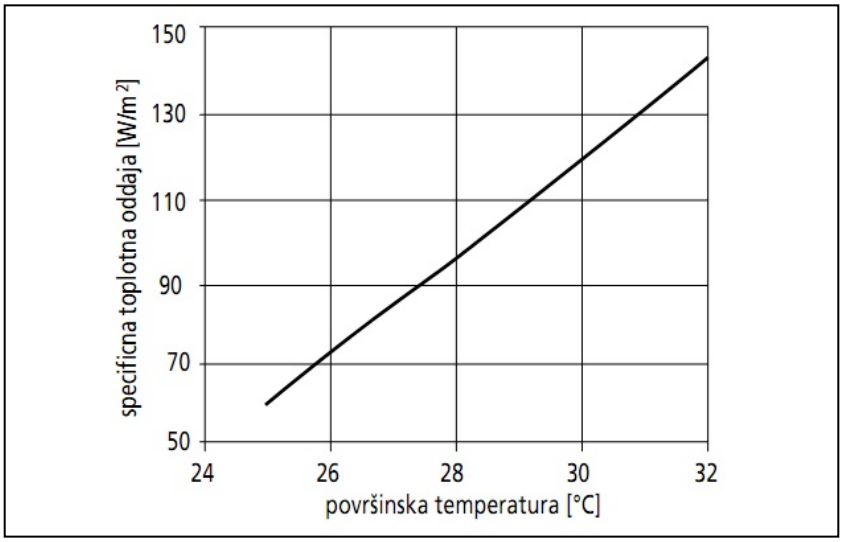
Zaradi medicinsko-fizioloških pogojev je površinska temperatura tal omejena. Za znano toplotno obremenitev prostora in temperaturo zraka v tem prostoru je potrebna dovolj visoka temperatura površine tal. Temperatura ogrevnega medija ne more biti poljubno visoka in je odvisna tudi od načina polaganja cevi talnega ogrevanja. Ta omejitev predstavlja večkrat težavo, saj mora biti razpoložljiva prosta površina tal, glede na toplotno obremenitev prostora, dovolj velika.

Priporočljive temperature površine tal glede na namembnost prostora so:

- 26 - 28°C v prostorih, kjer se zadržujemo dalj časa (bivalni prostori npr. dnevne in delovne sobe, pisarne itd),
- 28 - 32°C robne cone ob oknih in zunanjih stenah,
- 30°C v prostorih kjer se zadržujemo občasno (hodniki, WC),
- 32 - 35°C v kopalnicah, pokritih plavalnih bazenih in kopališčih.

(http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 10.12.2011)

Za približno oceno velikost potrebne površine tal lahko služi naslednji diagram:



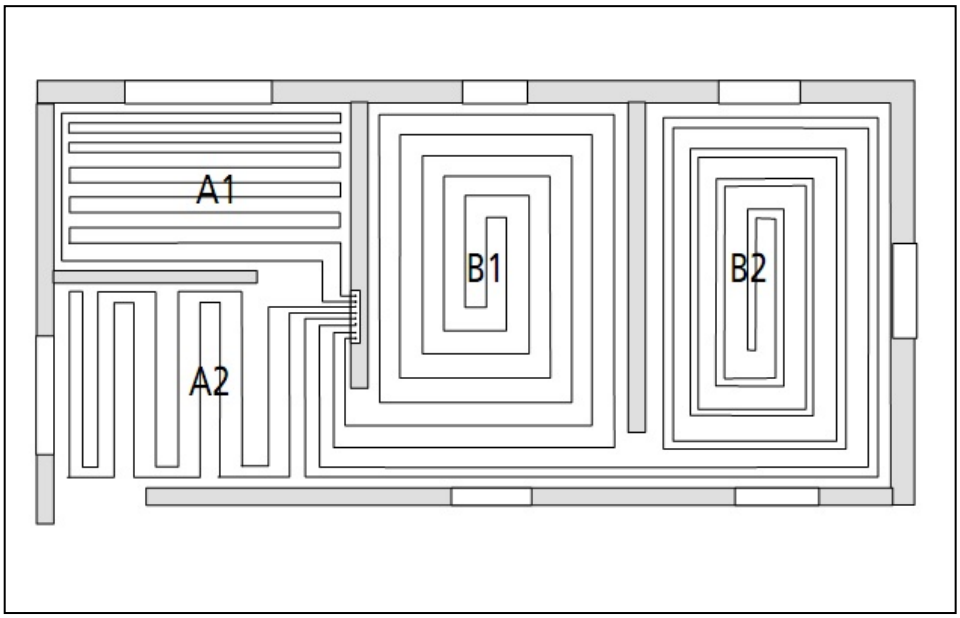
Slika 15: Diagram: Specifična toplotna oddaja talno ogrevane površine v odvisnosti od površinske temperature poda (pri temperaturi zraka v prostoru 20°C)

Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 10.12.2011

Pri novogradnjah ter saniranih starejših objektih, ki so ustrezno toplotno zaščiteni, toplotne izgube objekta ne presegajo 100 W na enoto ogrevane površine. S sistemom talnega ogrevanja lahko v celoti pokrijemo toplotne izgube objekta, pri tem pa ne presežemo priporočljivih vrednosti površinskih temperatur.

4.1 Načini vgradnje

Predhodniki današnjih modernih talnih ogrevalnih sistemov so bili grajeni izključno iz jeklenih cevi, redkeje iz bakrenih, ki so bile položene pod zaključni talni sloj. Položene so bile v plast suhega peska ali v votle gradbene elemente z lamelami za izboljšanje prevodnosti toplote. Zaradi njihove visoke cene so jih običajno vgrajevali v prostore s posebnimi zahtevami. Načini vgradnje se danes v načelu niso veliko spremenili, le uporaba plastičnih cevi je nekatere postopke poenostavila. Poznamo dva osnovna načina vgradnje ogrevalnih cevi: mokri in suhi način vgradnje.



Slika 16: Načini polaganja cevi talnega ogrevanja

Vir: http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 16.12.2011

Načini polaganja cevi:

(A1) ploskovno z ojačano robno cono,

(A2) ploskovno – dvojno,

(B1) v obliki prstana,

(B2) v obliki prstana – dvojno

4.1.1 Mokri način vgradnje

Cevi talnega ogrevanja so položene na plast toplotne in zvočne zaščite, pritrjene na različne nosilne elemente in po preizkusu tesnosti zalite običajno z betonom. Debelina toplotne izolacije znaša okvirno za sistem, položen v tlak proti zemlji ali nad neogrevanimi prostori, min. 30 mm in za tlake med etažami min. 20 mm. Nosilni elementi za pritrjevanje cevi so lahko, pri enostavnih izvedbah, armaturne mreže, na katere pritrdimo cevi ali pa so to tovarniško izdelane plošče, ki so obenem tudi toplotna izolacija. Pred betoniranjem je potrebno cevi napolniti z vodo in pregledati ali cevi povsod tesnijo. Voda in tlak morata biti v ceveh ves čas zalivanja z betonom.

Pri velikih površinah prostora je potrebno poskrbeti za dilatacijo estriha. Velja priporočilo, da v enem kosu pokrijemo z estrihom največ do 30 m2 površine. Estriha ne smemo sušiti z ogrevanjem s pomočjo sistema talnega ogrevanja. Za končno talno oblogo lahko uporabimo vse vrste kamnitih, keramičnih, tekstilnih ali lesenih oblog. Pri tem moramo upoštevati toplotno upornost talne obloge. (http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 16.11.2011)

4.1.2 Suhi način vgradnje

Sistemi talnega ogrevanja za suhi način vgradnje se odlikujejo po majhni teži in manjši višini potrebni za montažo. Zato so primerni za uporabo pri obnovi obstoječih stanovanj ali pri velikih površinah z majhno obremenitvijo tal. Velika prednost je v tem, da lahko uporabimo tovarniško izdelane elemente izolacijskih plošč, kamor enostavno polagamo plastične cevi.

Posebni sistemi, ki so pri nas redko uporabljeni, so namenjeni uporabi višjih temperatur ogrevalnega medija (med 60° in 90°C). Ti uporabljajo mehke jeklene ali bakrene cevi, ki jih polagamo z večjimi razmiki. Različno oblikovane lamele za izboljšanje prenosa toplote omogočajo enakomernejšo porazdelitev toplote. Taki sistemi so primerni za uporabo v direktni kombinaciji z radiatorskim ogrevanjem.

(http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 16.11.2011)

4.1.3 Materiali za talno ogrevanje

Uporaba plastičnih cevi za talno ogrevanje ima veliko prednosti pred jeklenimi ali bakrenimi. Manjše so težave zaradi raztezanja cevi, krivljenja cevi in samega načina polaganja. Za proizvodnjo najpogosteje uporabljajo cevi polipropilen (P), polietilen (PE) ali polibuten (PB). Pomembno je vedeti, da imata pri plastičnih ceveh velik vpliv na njihovo življenjsko dobo notranji tlak in UV žarki. Praviloma velja, da je pri nižjih temperaturah ogrevne vode njihova življenjska doba daljša, vpliv UV žarkov pa zmanjšujejo različni dodatki pri izdelavi cevi. Opozoriti velja na vpliv difuzije kisika pri plastičnih ceveh. Kisik iz okolice prodira v notranjost cevi, se veže na ogrevalno vodo in nato izloča na kovinskih delih instalacije (kotli, razdelilniki itd), kjer povzroča korozijo. Večina proizvajalcev je našla rešitev z vgradnjo

posebnih, za kisik nepropustnih, ovir v steno cevi. To so lahko aluminijeve folije ali pa po posebnem postopku izdelane večplastne stene cevi. Temu vplivu se lahko izognemo tudi z dodajanjem različnih kemičnih dodatkov v vodo ali fizično delitvijo sistema talnega ogrevanja od priprave ogrevalne vode z izmenjevalniki.

(http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 16.12.2011)

4.1.4 Regulacija talnega ogrevanja

Prvi pogoj za uporabo talnega ogrevanja je dobra toplotna izolacija objekta. Glede na njegovo veliko vztrajnost izberemo centralni način reguliranja temperature v prostoru v odvisnosti od spreminjanja zunanje temperature.

Možni so naslednji načini regulacije:

- stalni pretok ogrevalne vode in spreminjanje temperaturne razlike,
- stalna temperaturna razlika in spreminjanje pretoka,
- spreminjanje temperaturne razlike in pretoka z uporabo tri- ali štiripotnega mešalnega ventila.

Navkljub velikim zakasnitvam pri regulaciji sistema talnega ogrevanja pa regulativnost izboljšuje učinek samoregulacije. Učinek nastopi, ko se zaradi višanja temperature zraka v prostoru zmanjša temperaturna razlika med površino tal in zrakom, s tem pa tudi specifična toplotna oddaja tal. Tako se oddaja toplote v primeru površinske temperature tal 28°C ter temperature zraka prostora, ki naraste iz 18°C na 20°C, zmanjša kar za 20%. Zmanjšanje oddaje toplote nastopi zaradi zmanjšanja temperaturne razlike, katera se je iz 10°C znižala na 8°C.

Zelo pomembno je varovanje sistema pred previsoko temperaturo. Ena od največkrat uporabljenih možnosti je uporaba magnetnega ali termostatskega ventila, ki zapre dovod vode v sistem in izklopi obtočno črpalko v primeru, ko temperatura preseže dovoljeno vrednost. Sistem lahko varujemo tudi s tropotnim mešalnim ventilom.

(http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-13.htm, dne 19.12.2011)

5 IZVEDBA OGREVANJA S TOPLOTNO ČRPALKO IN PREZRAČEVANJA

5.1 Splošno o objektu

V diplomski nalogi vam predstavljam objekt, ki je bil prvotno projektiran po prejšnjih smernicah in zakonodaji, vendar sem investitorju osebno predlagal energijsko varčno gradnjo. V projektu je bilo prvotno načrtovano ogrevanje na kurilno olje in radiatorski sistem, zunanje stene z manj izolacije, ter okna s klasično zasteklitvijo. Dogovorili smo se za ogrevanje s toplotno črpalko zemlja/voda in ploskovno ogrevanje -talno ogrevanje, ter prezračevanje z rekuperacijo.

Sedaj objekt predstavlja nizkoenergijsko hišo, saj se je gradilo po vseh standardih, ki so za takšno hišo predpisani, zgrajena je klasično z opeko proizvajalca porotherm 38 cm, na objektu je 15 cm termoizolacije. Okna so troslojno zastekljena, s PVC okvirjem in aluminijasto zaščito z zunanje strani, ogrevanje s toplotno črpalko in talnim ogrevanjem, ter prezračevanje z rekuperacijo toplote. Streha je dvokapnica z 30 cm izolacije iz mineralne volne.

Ogrevanje je s toplotno črpalko proizvajalca IDM avstrijskega porekla in spada v sam vrh proizvajalcev toplotnih črpalk. Toplotna črpalka deluje skupaj z hranilnikom toplote IDM Hygienik in hranilnikom tople sanitarne vode.

Prezračevanje je z rekuperatorjem proizvajalca WESTAFLEX nemškega porekla.



Slika 17: Naš primer nizkoenergijske hiše

Vir: Lasten

5.2 Tehnični podatki naprav

TOPLOTNA ČRPALKA IDM TERRA 10 S/W

Ogrevalna moč pri S 0˚C/W35˚C	9,64 kW/h
Toplotna moč pri S 10˚C/W35˚C	12,4 kW/h
Poraba energije pri S 0˚C/W35˚C	2,20 kW/h
Poraba energije pri S 10˚C/W35˚C	2,30 kW/h
Moč učinka S 0˚C/W35˚C (COP)	4,38
Moč učinka S 10˚C/W35˚C (COP)	5,39
Omrežna napetost	400V/50Hz
Delovni medij (plin v TČ)	R 407C

Tabela 8: Tehnični podatki toplotne črpalke »IDM TERRA 10 S/W«

Vir: http://www.ths.si/UserFiles/File/IDM_prospekti/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, dne 5.1.2012



Slika 18: Toplotna črpalka IDM TERRA

Vir: http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011

ZALOGOVNIK IDM -Hygienik 500/25

Vsebina zbiralnika v litrih	500 l
Količina točenja	25 l/min
Enkratna količina točenja s 45˚ C	480 l
Značilna zmogljivost	6 oseb
Dimenzije (d x v) z izolacijo v cm	85 x 185 cm
Vgradna mera v cm	65 cm
Debelina izolacije	10 cm
Celotna teža, prazna	132 kg

Tabela 9: Tehnični podatki zalogovnika »IDM –Higienik 500/25«

Vir: http://www.ths.si/UserFiles/File/IDM_prospekti/IDM_Hygienik, dne 13.1.2012



Slika 19:Toplotni zalogovnik IDM Hygienik

Vir: http://www.ths.si/UserFiles/File/IDM_prospekti/IDM_Hygienik, dne 13.1.2012

PREZRAČEVALNA NAPRAVA WESTAFLEX WAC 300

Aluminijasti križni ploščni prenosnik toplote

Kapaciteta pretoka zraka	50 - 300 m³/h
Izgube pritiska pri pretoku 250 m³/h	220 Pa
Površina filtra	0,25 m²
Izkoristek	do 90 %
Aktivno delovanje zaščite proti zmrzovanju	-7 °C zunanje temperature
Notranja temperatura delovanja	+ 15 °C do+ 40 °C
Omrežna napetost	230 V / 50 Hz
Moč ventilatorja	od 25 W do 175 W
Priklop kondenza	½"

Tabela 10: Tehnični podatki prezračevalne naprave »Westaflex WAC 300«

Vir: http://www.westaflex.com/WAC 300, dne 15.1.2012



Slika 20: Prezračevalna naprava Westaflex WAC 300

Vir: http://www.westaflex.com/WAC 300, dne 15.1.2012

5.3 Izvedba zemeljskega kolektorja

Zemeljski kolektor je izveden na parceli investitorja, v velikosti 500m2. Z rovokopačem smo v zemljo izkopali jarke globine 100-120 cm. Cevi, katere smo položili v izkopane jarke, so med seboj odmaknjene 60-80 cm. Vsak jarek smo posebej izkopali, vanj položili cevi in nato zasuli. Za zemeljski kolektor smo uporabili cevi iz visoko zamreženega polietilena, dimenzije 16 mm, v vsak jarek smo položili dvojne cevi. Na primernem mestu smo vkopali jašek za razdelilnik, kamor smo speljali vse cevi zemeljskega kolektorja in jih povezali na razdelilnik. Razdelilnik je sestavljen in zvarjen iz kovinskih cevi in naknadno cinkan tako, da vremenski vplivi ne škodujejo razdelilniku. Na razdelilniku je polnilna pipa, avtomatski odzračevalnik, ventili za vsako vejo kolektorja ter glavni dovod in odvod do toplotne postaje. Jašek je okrogel, premera in globine 120cm in je iz PVC materiala proizvajalca RO-TO. Glavni cevi, dovodna in odvodna, dimenzije 32 mm, sestave alumplast (PE, aluminij, PE), sta položeni od jaška do toplotne postaje, kjer je toplotna črpalka. Ko smo položili vse cevi kolektorja, smo jih zasuli z izkopano zemljo in tako vrnili parcelo v prvotno stanje.



Slika 21: Potek izvedbe zemeljskega kolektorja

Vir: Lasten

5.4 Izvedba toplotne postaje

Toplotna postaja je prostor, kjer so glavne komponente celotnega sistema. Je glava in srce sistema. V našem objektu je v kotlovnici toplotna črpalka zemlja-voda, rekuperator, toplotni zalogovnik za ogrevanje, obtočne črpalke sistema in regulacija sistema.

Namestitev in priklop rekuperatorja: določili smo mesto prezračevalne naprave in mesto toplotnega izmenjevalca ter namestili konzole za napravi. Izdelali smo dva preboja zunanje stene za dovajanje svežega zraka in odvajanje umazanega, uporabljenega zraka. Ko so bila manjša gradbena dela končana, smo namestili napravi na nosilce in jih pritrdili. Nato smo povezali zunanje cevi na priključke rekuperatorja, kot je to predpisano, priklopili smo tudi cevi notranje razpeljave dovodne in odvodne cevi s fleksibilnimi cevmi ter vmesnimi členi, kateri so že pripravljeni za to. Do toplotnega izmenjevalca smo speljali cevi za dodatno ogrevanje in cevi položili do glavnega razdelilnika sistema ogrevanja.

Namestitev in priklop toplotne črpalke: toplotno črpalko smo namestili na svoje mesto, priklopili na cevi , ki so povezane na zemeljski kolektor (priklopili smo z fleksibilnimi zamreženimi cevmi). Nato smo naredili razdelilnik kotlovniškega sistema ogrevanja, ga povezali s toplotno črpalko ter posamezne veje oziroma naprave povezali z obtočnimi črpalkami in mešalnimi ventili tako, da je bil ves sistem med seboj povezan.

Ko je bil ves sistem povezan, zatesnjen in pregledan, smo začeli s polnjenjem sistema. Najprej smo napolnili zemeljski kolektor z mešanico glikola in vode (30% glikola in 70% vode), kar zadostuje do -15°C. Polnjenje zemeljskega kolektorja smo izvedli na mestu, kjer je jašek z razdelilnikom in polnilna pipa. Nato smo preko polnilnih pip napolnili in odzračili notranji sistem s talnim ogrevanjem. Po koncu polnjenja smo sistem pripravili za zagon.



Slika 22: Toplotna postaja

Vir: Lasten

5.5 Izvedba talnega ogrevanja

S talnim ogrevanjem se ogrevajo vsi prostori v objektu. Ogrevalni sistem je dimenzioniran tako, da pokrije 100 % toplotnih potreb.

Za izvedbo talnega gretja je potrebno najprej preveriti in izmeriti višino tlakov, da se lahko določi maksimalno višino termo izolacije in debelino samega tlaka. V projektni dokumentaciji je opredeljena vsaka podrobnost objekta. Zaradi različnih vplivov pride včasih do odstopanj in zato se določene podrobnosti dorečejo šele na objektu samem. Določene stvari je potrebno preveriti, oziroma jih skleniti na licu mesta z investitorjem. Višina tlakov se najlažje preveri pri balkonskih oziroma vhodnih vratih, katera so že vgrajena. Tlak namreč ne sme segati

preko te višine. Če je možno, je najlažje, da si višino tlaka določijo izvajalci tlakov. Ko se določi višina tlakov, se na osnovi tega določi višina izolacije in debelina betona, katera ne sme biti manjša od 5 cm. V pritličju je višina tlaka bila 21 cm, tako smo določili debelino izolacije 14cm in debelino betona 7cm. Štirinajst cm debelo izolacijo smo vgradili zaradi dobre termo izolacije talne plošče, saj ni bilo nobene izolacije pod temeljno ploščo. Ko smo imeli višino tlaka, smo določili mesto razdelilne omarice v vsaki etaži. Ta se nahaja na hodniku posamezne etaže (zaradi boljše razpeljave talnih cevi po etaži in posameznih prostorih). V mansardi je višina tlaka 14 cm, od tega je izolacije 8 cm in betona 6 cm. Ko je bila omarica vgrajena, se je vgradil razdelilnik talnega ogrevanja. Velikost razdelilnika je odvisna od števila vej talnega gretja, dolžina posamezne veje je lahko maksimalno 100-120m. Na razdelilniku se nahajajo zaporno-regulacijski ventili, termopogoni in termometri za vsak ogrevalni krog. Pred vsakim razdelilnikom se vgradijo zaporni in regulacijski elementi. Tako smo v vsako etažo vstavili razdelilnik z osmimi vejami, nato smo do razdelilnika povezali dovodne cevi, katere so povezane s toplotno postajo in so preseka 25mm. Pritrdili smo jih na tla in jih izolirali s cevno izolacijo. V pritličju, kjer je temeljna plošča, se je izvedla hidroizolacija z bitumenskimi trakovi tako, da je bila spojena med samimi trakovi in neprekinjena. Sledila je termo izolacija, najprej v višini 5cm, izvedena je bila z nasutjem stiropornih granul na mestih, kjer so inštalacije vodovoda, električni kabli, ter cevi prezračevanja. Sledila je izolacija v ploščah do višine 11 cm. S tem smo prišli do določene enakomerne višine, na katero pridejo položene "stirotacker" izolacijske plošče debeline 3 cm. Te plošče se med seboj stikajo in so med seboj spojene z aluminjasto zamreženo folijo. Ko je ta del zaključen, je vse pripravljeno za polaganje cevi talnega gretja. Talni razvod (ogrevalni krogi) se izvede s cevmi iz visoko zamreženega polietilena, dimenzije 16 mm. Nato se pred polaganjem cevi skupno količino cevi razdeli na število vej glede na razdelilnik in razpored prostorov, v našem primeru 8 vej, nato se pregleda in izračuna dolžino posamezne veje. Polaganje cevi izvajamo v večini primerov spiralno, to pomeni, da se cevi položijo v obliki spirale. Najprej se en konec veje priklopi na razdelilnik, razvije se ga po prostoru tako, da se pušča prostor med cevmi za povratek. Ko se pride do sredine prostora, se tam obrne in se med prejšnjima dvema cevema vrača proti razdelilniku in tam drugi konec veje priklopi na razdelilnik. Tako se izvede za vsako vejo talnega ogrevanja, med razvijanjem cevi se cevi pritrjujejo s plastičnimi kavlji ali pritrjevalnimi objemkami v toplotno izolacijo tako, da so cevi pritrjene na samo izolacijo in držijo določeno linijo, kot je položeno. Plastični kavlji se

fiksirajo v ravnih delih od 1 do 1,5 m, v radijih pa bolj gosto oziroma po potrebi, lahko tudi vsakih 20 cm. Na mestih, kjer je veliko steklenih površin, zmanjšamo razmik med cevmi z namenom, da na tem mestu dobimo večje oddajanje toplote. S tem preprečimo rosenje steklenih površin.

V podjetju je praksa, da izvedemo ogrevanje kopalnic ločeno, oziroma ustvarimo svoj ogrevalni krog z radiatorskim in talnim ogrevanjem. V praksi se je to izkazalo. Takšen način omogoča ločeno ogrevanje kopalnice v prehodnem obdobju. Čeprav predstavlja tak način dodatno investicijo, so investitorji s takšnim načinom ogrevanja zelo zadovoljni.



Slika 23: Izvedba termoizolacije in talnega ogrevanja

Vir : Lasten

5.6 Izvedba prezračevalnega sistema

V tej fazi smo po tleh objekta položili pocinkane cevi za prezračevanje, v vse bivalne prostore smo položili dovodne cevi (dnevna soba, spalnica, otroške sobe, kabinet). V nebivalne prostore smo naredili odsesavanje zraka, cevi so enake kot pri dovodu (kopalnice, WC-ji, kuhinja , pralnica). Cevi so v tleh spojene s t- kosi. Tako sta dovodna in odvodna cev speljani v kotlovnico, kjer je rekuperator.

Pri razpeljavi cevi uporabljamo pocinkane, fleksibilne kovinske cevi pravokotnih oblik dimenzij 129x52, 158x70 in 192x80mm. Vertikalne cevi imajo večje preseke. Nato do vsakega bivalnega prostora dovedemo cevi preseka 129x52 in pod oknom ali balkonskimi vrati s talnim ali stenskim izpustom zaključimo vsako vejo z difuzorjem. Ker so te cevi položene v tlaku, jih posebej ni potrebno izolirati, saj se pred tlakom izvede termoizolacija. Sistem odsesavanja zraka se izvede podobno, vendar se te cevi namestijo z zajemom zraka iz stropa etaže. Tako je funkcionalnost pretoka zraka pravilna in zrak potuje od tal bivalnih prostorov do prostorov, kjer je odsesavanje pod stropom, ter tako zajema ves zrak in vonjave iz prostorov.



Slika 24: Prezračevalni sistem z rekuperacijo

Vir: Lasten

6 TERMINSKI IN STROŠKOVNI PLAN

6.1 Terminski plan

Pri tem projektu, kot tudi pri vseh ostalih projektih, ni bilo točno določenega datuma začetka in dokončanja projekta. Naša dela se prekrivajo oziroma so odvisna tudi od drugih izvajalcev, ki sodelujejo pri projektu. Gradbena in obrtniška dela si sledijo po določenem zaporedju in morajo biti končana po predvidenem gradbenem vrstnem redu.

Pri gradnji smo sodelovali že pri pripravi temeljne plošče, v katero smo vgradili odtočne cevi in predpripravili cevi za dovod sanitarne vode. Ko je bil objekt zgrajen do tretje gradbene faze, smo izvedli odtočno in vodovodno razpeljavo po objektu vse do kotlovnice in vgradili omarice za talno ogrevanje. Sledilo je delo električarjev in nato notranji ometi. Za ometi je sledil razvod cevi za prezračevanje dovodnih in odvodnih cevi. Sledilo je polaganje hidro in termo izolacije in nato polaganje cevi talnega ogrevanja. Naredili smo preizkus tesnosti cevi, tako je bilo pripravljeno za izvedbo tlaka. Ko so bile položene talne obloge in opleski, smo izvedli priklop toplotne črpalke, hranilnika toplote, rekuperatorja in izvedli zagon sistema. Na projektu smo sodelovali 20 delovnih dni, to zajema čas od pregleda dokumentacije, meritev, nabave materiala in vgradnja materiala ter zagon. Povprečno je na objektu delala ena skupina s tremi oziroma štirimi delavci.

6.2 Stroškovni plan projekta

	STROŠKI PROJEKTA PO FAZAH	
	Vrsta del- specifikacija	**Vrednost**
1.	**Vodovodna inštalacija:** • TECE flex cevi v zaščitni cevi dimenzij 16, 20, 25mm, • mesing spojni elementi in zaključne stenske plošče 1/2", • 2x TECE WC vgradni box, • 1x TECE bide vgradni box, • Izdelava vodovoda, pritrjevanje cevi in preizkus tesnenja	**1.850,00 €**
2.	**Odtočna inštalacija:** • PP cevi dimenzij 50 in 110 • vezni elementi dimenzij 50 in 110 • izdelava odtokov (priprava utorov, prebojev in pritrjevanje)	**700,00 €**
3.	**Zemeljski kolektor:** • TECE flex 800m PE cevi 16 mm, • razdelilni jašek z razdelilnki, • TECE flex univerzalne dovodne cevi 32 mm, • Vezni elementi za priklop cevi • Obtočna črpalka GRUNDFOSS za zunanji obtok • Izkop, polaganje cevi in zasip	**3.000,00 €**
4.	**Prezračevanje:** • Prezračevalna naprava Westaflex • fasadne rešetke,	**8.300,00 €**

	• izmenjevalec voda/zrak za dogrevanje oz. hlajenje zraka • kanalski razvod; dovod iz tal, odvod z stropa • razdelilniki zraka v tlaku • priklop in zagonom prezračevanja	
5.	**Talno ogrevanje:** • cevi TECE MDXc 16mm s 100% difuzijsko zaporo • 2x razdelilna omarica z razdelilnikom 8 ogrevalnih krogov • TACKER podlogo (3 cm stiropor z armirano Al-folijo nosilnosti 3,5 kN/m2), PVC pritrjevala • Polaganje • 2x ogrevalni krog kopalnice izTECE univerzalne cevi 16mm v zaščitni cevi, zaključni krom loki, • regulacija talnega ogrevanja kopalnice • predpriprava za kopalmiški radiator	**5.400,00 €**
6.	**Toplotna postaja:** • toplotna črpalka IDM zemlja/voda 10 S/W (10kW), • avtomatika za 2x ogrevalni krog • IDM HYGIENIK - zalogovnik 500 l • IDM postaja toplotnega izmenjevalnika za pripravo sanitarne vode s kapaciteto 25 l/min • 2x ogrevalni krog z obtočno črpalko GRUNDFOSS, • motorni preklopni ventili SELTRON, • zaporni ventili KOVINA, • varnostni sistem ogrevanja,	**10.000,00 €**

	• povezovalne cevi z veznimi elementi • izdelava kurilnice • zagon; električni priklop ter zagon toplotne črpalke, • meritev uparjanja temperatur TČ	
7.	**Skupaj**	**29.100,00 €**

Tabela 11: Finančni plan projekta

Vir: Lasten

Ker družina že več kot leto dni biva v tej hiši, sem preveril in preračunal porabo električne energije za ogrevanje. Električni prispevek se plačuje za tri varovalke moči 25 amperov. V objektu so v gospodinjskem delu vsi aparati A energijskega razreda, to so: pečica, indukcijska keramična plošča, kombiniran hladilnik z zamrzovalnikom, pralni stroj, sušilni stroj ter vsi ostali aparati manjše porabe energije. Ker imajo v družini dva majhna otroka, je bivalna temperatura višja, tudi do 23°C, kar poveča porabo energije tudi do 12%. Mesečni strošek porabe električne energije znaša med 60 in 65 evri. Glede na skupni znesek, ki znaša od 720-750 evrov letno, lahko ocenimo, da se za ogrevanje porabi med 300 in 400 Evri letno. V hiši, kjer je 187m^2 ogrevane površine, lahko ugotovimo, da je poraba električne energije okrog 2€/m^2 letno.

7 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi je opisan primer oskrbe nizkoenergijske hiše z energijo, potrebno za ogrevanje. Geotermalni način pridobivanja toplote je najugodnejši vir energije, saj je skozi celotno ogrevalno sezono na razpolago dovolj energije za ogrevanje. Toplotna črpalka zemlja/ voda s horizontalnim zemeljskim kolektorjem je najbolj racionalna naložba, saj v primerjavi z vloženo energijo in dobljeno energijo dobimo največ. Ker je začetna investicija dokaj visoka, je izbira kvalitetne toplotne črpalke velikega pomena, saj se dolgoročno obrestuje z manjšimi obratovalnimi stroški. Toplotna črpalka je zelo primerna tudi za poletne dni saj ima dodatno možnost hlajenja. Z majhnimi stroški se vgradi v toplotno črpalko dodatna regulacija z avtomatiko hlajenja. Ker je objekt energetsko varčno zgrajen, ni bilo potrebno dodatnega hlajenja v poletnih časih. Za hlajenje je primerno stensko ali stropno ogrevanje saj hladnejši zrak pada k tlom in je v tem primeru manj primerna talna izvedba. Ker je v objekt vgrajena prezračevalna naprava z vračanjem toplote in je dodatno ogrevanje oziroma hlajenje preko toplotne črpalke povezano z toplotnim izmenjevalcem, lahko prezračevanje do določene temperature tudi ohlaja.

Na objekt bi lahko vgradili še sončne sprejemnike toplote za ogrevanje sanitarne vode. S tem ukrepom bi lahko v poletnem času izklopili toplotno črpalko in s tem privarčevali z energijo. Koristno bi bilo tudi, če bi prišlo do pregretja sončnih sprejemnikov in bi tako lahko odvečno energijo shranjevali v zemljo preko zemeljskega kolektorja te jo pozimi koristili za ogrevanje. Vendar je težava spet v začetni investiciji. Pri takšnih projektih bi država morala veliko več sredstev nameniti za tovrstne rešitve.

Ker je tovrstna gradnja marsikomu težko dostopna oziroma nedostopna mislim, da bi država morala spodbujati k obnovi obstoječih potratnih objektov. S tem bi se več odločali za prenovo obstoječih objektov kot pa za gradnje novih. S takšnim ukrepom bi ohranjali tudi več narave in kmetijskih zemljišč, katera so namenjena za druge dejavnosti. Potrebno je poudariti, da z majhnimi finančnimi vložki lahko na takšnih objektih pridemo do zelo dobrih rezultatov.

Pri zasnovi vsake hiše bi morali investitorji s pomočjo projektantov in svetovalcev določiti strategijo, ali graditi poceni in v prihodnosti plačevati dražje stroške, ali v hišo ob izgradnji investirati več in v prihodnosti plačevati manjše stroške ogrevanja in vzdrževanja objekta.

Sodobno gradnjo z nizko energijsko bilanco so strokovnjaki ocenili kot racionalno. Predvsem gre tu za vložene stroške izgradnje objekta kot so: dokumentacija, prispevki in gradnja objekta, to znaša okoli 40% stroškov življenske dobe objekta. 60% stroškov znaša uporaba in vzdrževanje objekta. Pomembno je, da že v zasnovi objekta damo poudarek na varčnost, čeprav se investicija sicer poveča, se pa posledično znižajo stroški uporabe in to nam na daljši rok prinaša prihranke. To za investitorja ne bi smela biti težava saj se hiša gradi za daljši rok, celo za dve ali tri generacije.

Pri pisanju in nastajanju diplomske naloge sem ugotovil, da je takšen način gradnje najprimernejši predvsem z energetskega vidika objekta. Izgradnja nizkoenergijske hiše in oskrba energije s pomočjo toplotnih črpalk je po mojem mnenju minimum za trenutne standarde. Če hočemo izdelati hišo za daljno prihodnost, je treba upoštevati standarde pasivne hiše, ki je energetsko precej varčnejša. Pri izgradnji pasivne hiše je zraven standardov nizkoenergijske hiše potrebno dati poudarke na detajle, ki jih zanemarjamo pri nizkoenergijski hiši. Poraba energije 15kW/m^2 ali manj je želja vsakega investitorja vendar v teh primerih brez strokovne pomoči ni mogoča.

8 SEZNAM UPORABLJENE LITARATURE IN VIROV

8.1 Literatura

1. *Novi ogrevalni sistemi*, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2008.
2. Pistohl, W.: *Handbuch der Gebäudetechnik*, Band 2, Wolters Kluwer Deutschland GmbH, Köln, 2007.
3. Zbašnik Senegačnik, M.: *Pasivna hiša*, Univerza v Ljubljani Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana, 2007.

8.2 Viri

1. Energetski zakon (EZ): (Ur.l. RS, št. 79/1999)
2. Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES): (Ur. l. RS, št. 52/2010)
3. Zakon o graditvi objektov (ZGO): (Ur.l. RS, št. 20/2011)

8.3 Internetni viri

1. http://gcs.gi-zrmk.si/, dne 10.- 20. 12. 2011
2. http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Clanki.htm, december 2011, januar 2012
3. http://zerox.si/sl/nase-storitve/prezracevanje/tipi-rekuperatorjev; dne 3.12.2011
4. http://www.agregat.si; dne 16.11.2011
5. http://www.agregat.si/sl/ponudba/rekuperatorji_in_ostala_oprema_za_prezracevanje_pasivnih_in_varcnih_his; dne 28.11.2011
6. http://www.energijadoma.si/znanje/strokovnjak-svetuje/kvalitetnejse-bivanje-s-primerno-prezracevalno-napravo; dne 2.12.2011
7. http://www.ambientonline.net/revija/ogrevanje_klima/radiatorji.htm, dne 4.11.2011
8. http://www.biotherm.si/cms/node/92, dne 8.11.2011

9. http://www.e-m.si/media/eges/casopis/2010/5/19.pdf, dne 17.11.2011
10. http://www.energetika.net, dne 9.11.2011
11. http://www.gradim.si/instalacije-ogrevanje-in-hlajenje/toplotna-crpalka.html/, dne 4.12.2011
12. http://www.idm-energie.com, dne 23.11.2011
13. http://www.inventer.si/technology; dne 24.11.2011
14. http://www.ths.si/toplotne_crpalke, dne 11.12.2011
15. http://www.ths.si/UserFiles/File/IDM_prospekti/IDM_Hygienik, dne 13.1.2012
16. http://www.ths.si/UserFiles/File/IDM_prospekti/Prirocnik_za_toplotno_crpalko.pdf, oktober, november 2011
17. http://www.varcna-gradnja.si/rekuperacija.html, dne 27.11.2011
18. http://www.ving.si/rekuperator_prenosniki_krizni.html, dne 22.11.2011
19. http://www.westaflex.com/produkte, dne 16.1.2012
20. http://www.westaflex.com/WAC 300, dne 15.1.2012
21. http://www.westaflex.com/produkte/wohnungslueftung/leitungen-verbindungen/grundpaket-wac; dne 28.11.2011