

IZRADA STUDIJE IZVODLJIVOSTI ZA NOVU BOLNICU

Isporuka 8: Analiza korištenja obnovljivih izvora energije i održive gradnje



OPĆA BOLNICA
Šibensko-kninske
županije



lipanj, 2024



SADRŽAJ

1.	Analiza održivosti gradnje bolnice	3
1.1.	Uvod	3
1.2.	Održiva gradnja	3
1.3.	Ušteda energije	4
1.4.	Poboljšane kvalitete zraka	5
1.5.	Brži oporavak	6
1.6.	Niže emisije.....	6
1.7.	Zakonodavstvo Republike Hrvatske	7
1.8.	Primjer uspješne zelene gradnje u RH	7
1.9.	Smjernice za planiranje projektiranja i gradnje Opće bolnice Šibensko-kninske županije u cilju postizanja održivosti projekta	9
2.	ANALIZA KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE.....	10
2.1.	Analiza postojećeg stanja, korištenja obnovljivih izvora energije, ograničenja i smjernica za buduću građevinu	10
2.2.	Analiza mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije.....	11
2.2.1.	Analiza korištenja energije tla	11
2.2.2.	Analiza korištenja energije podzemnih voda	12
2.2.3.	Analiza korištenja energije zraka	13
2.2.4.	Analiza korištenja opadne energije	13
2.2.5.	Analiza optimalnog fotonaponskog sustava u svrhu opskrbe električnom energijom te optimalnog solarnog termalnog sustava za pripremu potrošne vode.....	14
2.3.	Prijedlog optimalnog tehničkog rješenja za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode, proizvodnju tehnološke pare i dr.	16
2.4.	Analiza kapaciteta postojeće komunalne infrastrukture	25
2.5.	Procjena potrošnje	25
2.6.	Procjena troška investicije i operativnih troškova	29
2.7.	ZAKLJUČAK	29
2.8.	Fotonaponska elektrana.....	30

POPIS SLIKA

Slika 1.1 Simbolični prikaz kružne ekonomije	4
Slika 1.2 Primjer zelenog krova i uštede energije.....	5
Slika 1.3 BC dječja bolnica.....	6
Slika 1.4 Poslovna zgrada Jukićeva-Jagićeva u Zagrebu	8
Slika 1.5 Poslovno-stambena zgrada u Veslačkoj ulici u Zagrebu	8
Slika 2.1 Objekt sa fotonaponskim panelima.....	30

KRATICE

FNP	Fotonaponski paneli
HVAC	heating, ventilation, and air conditioning / grijanje, klimatizacija, hlađenje
OIE	Obnovljivi izvori energije
PTV	Potrošnja tople vode

1. Analiza održivosti gradnje bolnice

1.1. Uvod

Zelena ili održiva gradnja predstavlja važan segment doprinosa održivom rastu na nacionalnoj i globalnoj razini. Označava odabir odgovarajućeg građevinskog materijala, izbor tehnologije i sustava za HVAC (engl. *heating, ventilation, air conditioning* / grijanje, klimatizacija, hlađenje) vodne resurse kao i uređenje interijera i eksterijera.

Implementacija zelene gradnje ima pozitivne učinke na život pojedinaca (estetika, kvaliteta života, udobnost, zdravlje, povećanje produktivnosti na radnom mjestu ili školi) kao i financijsku računicu u vidu smanjenje operativnih troškova (energenata za grijanje, hlađenje) te u konačnici ostvaruje pozitivne efekte za okolišu u vidu smanjenje emisije CO₂, sitnih čestica i buke. Nedavna istraživanja pokazuju da zelene zgrade također mogu poboljšati zdravlje i produktivnost onih koji žive ili rade u njima. U nekim slučajevima zelene zgrade mogu imati iste koristi kao i provođenje vremena u prirodi, što može koristiti ljudima koji žive u hladnoj klimi¹.

Zelena gradnja je proces kojim se pristupa već u fazi planiranja građevine. U toj početnoj fazi razmatraju se mogućnosti smanjenja potrošnje energije, najoptimalniji izvori obnovljivih izvora energije (OIE), efikasno upravljanje vodnim resursima, smanjenje otpada i njegova reciklaža. Navedeno je detaljnije analizirano u nastavku ovog dokumenta.

Izgradnja zelene zgrade košta 5 do 10% više od konvencionalne zgrade. U uvjetima ograničenih financijskih sredstava to može izazvati zabrinutost zbog dodatnih troškova, no detaljne analize pokazuju da mali porast troškova gradnje ima značajne ekonomske koristi u vidu zdravlja i dobrobit onih koji rade ili žive unutar zgrade - ili u blizini.

1.2. Održiva gradnja

Održivo projektiranje, izgradnja i korištenje objekata temelje se na procjeni učinaka na okoliš, društvene aspekte što uključuje i zdravlje i dobrobit korisnika građevina, udobnost i druge društvene koristi, kao i ekonomske aspekte te ukupne životne troškove građevine.

Pojam održivosti i održivog razvoja uvijek sadrži sve tri navedene komponente, a sama definicija održivog razvoja vezana je uz često citiran Brutlandov izvještaj kako je to razvoj koji zadovoljava potrebe današnjih generacija bez da kompromitira buduće generacije u ostvarivanju svojih potreba (WCDE, 1987).

Zelena gradnja uključuje:

a) inteligentno korištenje energije, b) očuvanje vodnih resursa, c) korištenje održivih materijala i resursa, d) smanjeno stvaranje otpada i ponovnu upotrebu tzv. princip „od koljevke do koljevke“, e) zdravlje i dobrobit korisnika, f) financijske aspekte održivosti (ukupne životne troškove/vrijednost za novac).

Kad spominjemo ukupne životne troškove (engl. *whole life cost-WLC*) valja spomenuti da životni vijek građevine započinje u ranoj fazi planiranja i projektiranja, gradnje, upravljanja građevinom (koji uključuje održavanje i uporabu građevine, te ponovnu upotrebu za neku drugu namjenu), kao i uklanjanje na kraju životnog vijeka gdje postojeće građevina u „*cradle to cradle* principu“ postaje izvor sirovina za novu gradnju.

Sušтина je prepoznati zelenu gradnju kao dio nove, kružne ekonomije (*Circular economy*), te da se ne radi o novom načinu recikliranja nego novom načinu promišljanja! (*Fundamental rethinking instead (new) recycling*).

¹ Izvor: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1420326X18783042>



Slika 1.1 Simbolični prikaz kružne ekonomije

Izvor: World Economic Forum

Najbolji primjer je „pasivna kuća“ koja štedi energiju, nasuprot „aktivnoj kući“, koja uz to i proizvodi energiju (fotonaponski paneli npr.): aktivna kuća je u izgradnji skuplja, ali kroz cjelokupni životni vijek građevine ukupno proizvede više energije nego je utrošeno na gradnju.

Proizvodnja fotonaponskih panela (FNP) i sustava nije „zelena“, radi se zapravo o „prljavoj industriji“, no prema studijama proizvedena energija poništi ugrađenu za manje od 2,5 godine.

1.3. Ušteda energije

Zgrade sa zelenim krovovima, zelenim zidovima, zelenim unutarnjim uređenjem ili one okružene zelenom infrastrukturom smatraju se zelenim zgradama. Ove zgrade obično sadrže alge, travu, bilje, povrće ili druge lisnate zelene biljke na svojim unutarnjim ili vanjskim površinama.

Prednosti uštede energije zelenih zgrada postala je opće prepoznata. To su zgrade koje troše manje vode, energije i drugih prirodnih resursa. U nekim slučajevima mogu i povećati biološku raznolikost, proizvesti vlastitu energiju i smanjiti učinak urbanog toplinskog otoka.

Pokrivanjem krova neizolirane zgrade zelenim površinama smanjuje se količina energije koja se zimi koristi u grijanju do 5%, a energija hlađenja ljeti za čak 33%, što dugoročno donosi znatne uštede. Također smanjuje dnevne fluktuacije temperature u zatvorenom prostoru uz smanjeno korištenje klimatizacijskih uređaja. Osim ušteda u energije, zeleni krovovi mogu filtrirati oborinske vode.



Slika 1.2 Primjer zelenog krova i uštede energije

Gradovi često imaju veće temperature zraka od ruralnih okolnih područja jer njihove asfaltirane i betonske površine apsorbiraju sunčeve zrake i zrače toplinom. Zelene zgrade mogu pomoći u smanjenju ovog efekta urbanog toplinskog otoka.

Računalno modeliranje pokazalo je da se ljetne temperature mogu smanjiti za 2°C ako je 7% urbanog krova zeleno. Čak i u relativno hladnijim gradovima poput Toronta ili New Yorka, pokrivanje 50% krova biljkama moglo bi smanjiti lokalnu temperaturu za oko 1°C ljeti.

Ovaj pad temperature donosi brojne prednosti. Studije pokazuju da ljudi koji rade ili žive u područjima s visokim udjelom zelenih krovova imaju bolje mentalno zdravlje, brže se liječe nakon bolesti i produktivniji su na poslu.

1.4. Poboljšane kvalitete zraka

Zagađenje zraka u zatvorenim prostorima jedan je od pet glavnih rizika za okoliš za javno zdravlje, prema američkoj Agenciji za zaštitu okoliša. Visoke razine sumpornog dioksida, dušikovog dioksida, PM₁₀ (čestice promjera 10 mikrona ili manje) i mikroba u zraku mogu pridonijeti ozbiljnim respiratornim bolestima.

Primjer iz Toronta pokazuje da bi povećanje površine zelenih krovova i zidova u središtu grada za 20% moglo značajno smanjiti razinu zraka dušikovog dioksida, ozona, sumpornog dioksida i PM₁₀, te generirati uštedu od 190.000 američkih dolara godišnje u smislu uklanjanja zagađenja.

Jedno je istraživanje pokazalo da je bilo manje spora plijesni i mikroba u prostoriji u kojoj su sobne biljke pokrivala trećinu podne površine u usporedbi sa prostorijom bez kućnih biljaka. Biljke također povećavaju razinu vlage u zatvorenom prostoru u suhoj klimi, smanjujući vjerojatnost suhih očiju, svrbeža ili grebanja grla ili ispućalih usana.

1.5. Brži oporavak

Nedavna istraživanja također su pokazala da biljke mogu pomoći hospitaliziranim pacijentima da brže ozdrave.

Izvrješće australskog Vijeća za zelenu gradnju pokazalo je da su bolnice sa zelenom infrastrukturom, poput ukrasnog zelenog zida, biljaka na svakom balkonu i velikim stablima oko zgrade, smanjile prosječni boravak u bolnicama za 8,5%, ubrzale vrijeme oporavka za 15%, smanjile stopu sekundarnih infekcija za 11% i smanjile potrebu za lijekovima protiv bolova za 22%.

Ne samo da zgrade s biljkama pomažu pacijentima da brže ozdrave, već također ispunjavaju energijom liječnike, medicinske sestre i drugo osoblje koje tamo radi, pružajući estetske, akustične i kvalitetne prednosti kakvoće zraka.



Slika 1.3 BC dječja bolnica

Izvor: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mental_Health_Building_\(BC_Children%27s_Hospital\)_%2829892142941%29.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mental_Health_Building_(BC_Children%27s_Hospital)_%2829892142941%29.jpg)

1.6. Niže emisije

Unutarnji prostori sa zelenim zidovima, vertikalnim vrtovima ili sobnim biljkama mogu smanjiti razinu buke, što pomaže stanarima da se koncentriraju na svoj rad. Vanjske propusne površine, kao što su tlo, kamena vuna i vermikulit, te biljke na krovovima i dvorištima zgrada smanjuju odjeke, odnosno apsorbiraju buku.

Zelena radna mjesta zadovoljavaju sve kriterije "trostrukog dna", sažetog kao "ljudi, planet i dobit". Oni poboljšavaju zdravlje i dobrobit ljudi, poboljšavaju energetska učinkovitost i povećavaju produktivnost.

Zelena infrastruktura također donosi jasne klimatske koristi. Studija australskog Vijeća za zelenu gradnju pokazala je da dodavanjem zelenih zidova, krovova i drugih niskoenergetskih intervencija, poput korištenja LED svjetala, dodavanja više prozora za povećanje količine dnevne svjetlosti i modificiranja ventilacijskih sustava za oporabu topline umjesto da je izbacuje van, zelena certificirana zgrada proizvodi 62% manje emisija stakleničkih plinova od prosječne australske zgrade.

1.7. Zakonodavstvo Republike Hrvatske

Važeći Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) Republike Hrvatske sadrži u temeljnim zahtjevima za građevinu čak 4 elementa direktno vezana uz zelenu gradnju:

Članak 8.

Temeljni zahtjevi za građevinu su:

1. mehanička otpornost i stabilnost
2. sigurnost u slučaju požara
- 3. higijena, zdravlje i okoliš**
4. sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe
- 5. zaštita od buke**
- 6. gospodarenje energijom i očuvanje topline**
- 7. održiva uporaba prirodnih izvora.**

S druge strane, kao punopravna članica EU, Hrvatska preuzima i obveze proizašle iz članstva.

EU je u fazi klimatske tranzicije, što pretpostavlja umanjenje utjecaja na okoliš u svim područjima, a naročito u gradnji i rekonstrukciji objekata.

EU se obvezala do 2027. godine uspostaviti nultu potrošnju energije, a do 2050. godine biti klimatski neutralna, odnosno ciljana je nulta emisija stakleničkih plinova.

Provedbeno tijelo za usklađivanje sa EU regulativom u državi je Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine², a relevantni dokument Program razvoja zelene infrastrukture u urbanim područjima za razdoblje 2021. do 2030. godine³.

Hrvatska se ne može uspoređivati sa ekonomski razvijenim zemljama u opsegu i dinamici uspostave standarda zelene gradnje, no ima velike prirodne potencijale i povijesno uvjetovane prednosti– nisku gustoću naseljenosti, velika područja nacionalnih parkova i zaštićenih parkova prirode, relativno malo velikih zagađivača zbog nerazvijene teške industrije, te mogućnost korištenja EU fondova namijenjenih ekološkim projektima što uključuje i zelenu gradnju.

1.8. Primjer uspješne zelene gradnje u RH

Primjer uspješne zelene gradnje je poslovna zgrada Jukićeva-Jagićeva u Zagrebu, kao prva zgradu u Hrvatskoj sa LEED certifikatom.

Certifikat LEED označava 'vodstvo u ekološkom i energetskom projektiranju' (engl. *leadership in enviromental and energy design*). Uvelo ga je i dodjeljuje Američko vijeće za zelenu gradnju (AGBC), a njime se propisuje način i promišljanje kako se zgrada projektira, gradi, koristi i održava diljem svijeta. Pri tome se također promatra njezin sveukupan utjecaj na okoliš i ljude tijekom cijelog procesa izbora lokacije te njezinog projektiranja, izvođenja i korištenja. Konačno, njime se promiče i pomaže da se energenti učinkovito koriste, odabiru ekološki materijali i poboljšavaju unutarnji uvjeti za rad, sigurnost i zdravlje zaposlenika.

² Više informacija na: <https://mpqi.gov.hr/zelena-tranzicija-i-energetska-obnova-zgrada/11673>

³ Program je u nacrtu, dostupno na: <https://esavjetovanja.gov.hr/ECon/MainScreen?entityId=16907>



Slika 1.4 Poslovna zgrada Jukićeva-Jagićeva u Zagrebu

Izvor: <http://www.energetika-net.com/specijali/projekt-prica/prva-zgrada-u-hrvatskoj-s-certifikatom-leed-17628>

Drugi primjer - princip zelene gradnje primijenjen na arhitekturi poslovno-stambene zgrade u Veslačkoj ulici u Zagrebu.



Slika 1.5 Poslovno-stambena zgrada u Veslačkoj ulici u Zagrebu

Izvor: <https://www.journal.hr/lifestyle/interijeri-i-arhitektura/stambeno-poslovna-zgrada-veslacka-hrvatski-arhitekti/>

1.9. Smjernice za planiranje projektiranja i gradnje Opće bolnice Šibensko-kninske županije u cilju postizanja održivosti projekta

Svrha procjene održivosti je prikupiti i izvijestiti o informacijama za donošenje odluka tijekom različitih faza gradnje, projektiranja i uporabe građevine.

Ciljevi koji se mogu naći u nekoliko metoda procjena održive gradnje:

- optimizacija potencijala gradilišta,
- očuvanje regionalnog i kulturnog identiteta,
- smanjivanje potrošnje energije,
- zaštita i očuvanje vodnih resursa,
- korištenje ekološki prihvatljivih materijala i proizvoda,
- zdrava i optimalna klima u zatvorenim prostorima,
- optimizirane operativne prakse i prakse održavanja,
- udobnost,
- ukupni životni troškovi.

Posebnu pažnju treba posvetiti određivanju vijeka trajanja građevine za određivanje stvarne analize održivosti projekta.

Izuzetno velik utjecaj ima izbor materijala pri gradnji.

Poželjna je uporaba materijala koji se mogu reciklirati ili ponovo upotrijebiti nakon isteka vijeka trajanja građevine (gipsane ploče, opeka, staklo, drvo); na kraju životnog ciklusa zgrade se trebaju tretirati kao banka materijala.

Treba pažljivo birati materijale koji se ugrađuju, sinergijski, odnosno po više kriterija. Naime, neki sintetski proizvedeni materijali npr. za termoizolaciju imaju izrazito negativan utjecaj na okoliš, ali često i prirodni materijali kod pripreme i obrade za pretvaranje u termo-panele zapravo imaju negativan utjecaj na okoliš odnosno emisiju CO₂ i uništavanje ozonskog omotača.

Za razliku od uobičajenog mišljenja, beton ima po kilogramu malu emisiju kod proizvodnje, no korištenje armiranog betona za nosive dijelove konstrukcije rezultira velikom ukupnom masom, dok s druge strane drvo, čak i iz šuma kojima se ekološki odgovorno upravlja, kod proizvodnje po kilogramu ima veliku emisiju (osobito laminirani nosači sa sintetskim ljepilima) ali je ukupna masa u konstrukciji daleko manja, pa ukupni utjecaj na okoliš može biti znatno manji - ovisi od slučaja do slučaja.

Preporuka je birati materijale za gradnju koji imaju pozitivan ili minimalan utjecaj na okoliš ali po svim relevantnim kriterijima. Kod gradnje je preporuka koristiti materijale sa EPD (*Environmental Product Declaration*) Izjavom o utjecaju na okoliš (pri tome je moguće koristiti baze podataka sa EPD deklaracijom, npr. <https://www.eco-platform.org/epd-data.html>).

Preporuka za Opću bolnicu šibensko-kninske županije je uspostaviti sustav održivog planiranja, projektiranja i gradnje koji će pratiti i po potrebi korigirati sve navedene faze u cilju postizanja održivosti projekta, a u konačnici rezultirati i dobivanjem certifikata (npr. DGNB sustav certificiranja, koji je najviše zastupljen u Hrvatskoj⁴).

PREPORUKA: Uključiti stručnjake iz ovog područja u fazi planiranja i projektiranja! Kod izbora arhitekata i projektanata (npr. javno nadmetanje) uključiti kao uvjet i stručnjake-eksperte za područje zelene gradnje i održivosti projekta

Za uspostavu i provedbu sustava održive gradnje potreban je integrirani pristup i uporaba raznih struka (sinergija – multidisciplinarni pristup) - ozelenjivanje radnog prostora i okoliša, smanjivanje građevinskog otpada pri gradnji, izbor materijala za gradnju, ušteda vode kod projektiranja, procjena mogućnosti korištenje filtriranih oborinskih voda za sanitarnu uporabu (npr. WC), optimizacija

⁴ Više o certifikatu na: <https://www.dgnb-system.de/en/certification/certification-process/>

termoizolacije, sustava izmjene zraka te sustava grijanja i hlađenja sa analizom proizvodnje energije, tretiranje oborinskih voda prije upuštanja u recipijent i sl.

Preporuka je istražiti mogućnosti korištenje dodatnih sredstava za ovaj projekt iz fondova EU koji su iz područja ekologije, čime direktno podržavaju zelenu gradnju, i drugih izvora. Detaljnije o projektima u zelenoj gradnji i mogućnostima sufinanciranja dostupno na: <https://gbccroatia.org/projekti>.

2. ANALIZA KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

2.1. Analiza postojećeg stanja, korištenja obnovljivih izvora energije, ograničenja i smjernica za buduću građevinu

Zona obuhvata je sada zapuštena i obrasla makijom, prijašnja namjena je bila vojna s vjerojatno izgrađenom infrastrukturnom energetsom mrežom koja danas nije u funkciji.

Dostupni izvori primarne energije za HVAC sustave uz lokaciju buduće bolnice su električna energija i prirodni plin.

Kada će biti poznate stvarne potrebe za primarnom energijom moći će se zatražiti Energetski uvjeti priključenja kod ovlaštenih distributera.

Korištenje obnovljivih izvora energije i smanjenje emisije stakleničkih plinova danas je postala obveza sukladno zakonskoj i podzakonskoj regulativi RH te Direktivama (EU) ErP 2018 i 2023/2413.

Općenito – dizalice topline

Dizalica topline preuzima toplinu od izvora topline niže temperature i diže je na višu energetska razinu koristeći dodatnu energiju kompresije te je predaje ponoru više temperature.

Dizalice topline su učinkoviti izvor toplinske i rashladne energije u sustavima grijanja, hlađenja, pripremi PTV-a, klimatizacije i dr.

Sustav dizalica topline se sastoji od tri glavne cjeline:

1. Izmjenjivača topline koji preuzima energiju od izvora toplinske energije – krug izvora toplinske energije. Mogući izvori toplinske energije: zrak, podzemne i nadzemne vode, tlo, sunce, otpadna toplina.
2. dizalice topline koja prenosi energiju prikupljenu pomoću izmjenjivača topline i pretvara ju u korisnu ogrjevnu i/ili rashladnu energiju – krug radne tvari. Radne tvari s različitim karakteristikama i načinom rada odabrane sukladno karakteristika izvora toplinske energije i
3. distribucijske ogrjevne i/ili rashladne energije – krug ogrjevne i/ili rashladne vode.

Mogući izvori toplinske energije:

- tlo,
- podzemne vode,
- zrak,
- sunce,
- otpadna toplina.

Učinkovitost dizalica topline iskazuje se kroz:

- SCOP – sezonski koeficijent učinkovitosti u režimu grijanja, odnosi se određivanje efikasnosti dizalica topline tijekom sezone potrošnje električne energije u režimu grijanja,

- SEER - sezonski koeficijent učinkovitosti u režimu hlađenja, odnosi se određivanje efikasnosti dizalice topline tijekom sezone potrošnje električne energije u režimu hlađenja.

Veći SCOP i SEER znače manje utrošene električne energije i bolje performanse uređaja.

Svaki proizvođač dizalica topline mora na istoj istaknuti naljepnicu na kojoj su iskazani energetske razredi za SCOP i SEER, potrošnju električne energije te razinu buke.

2.2. Analiza mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije

2.2.1. Analiza korištenja energije tla

Toplina tla se može koristiti kao izvor energije. Tlo ima mali raspon temperature od +8°C do +12°C na određenoj dubini, što omogućava dizalicama topline konstantniji i bolji SCOP i SEER u radu.

Moguća su dva načina preuzimanja topline iz tla:

- podzemnim kolektorima,
- dubinskom sondom.

Podzemni kolektori

Podzemni kolektori postavljaju se u obliku zavojnica na određenu dubinu ispod dubine zamrzavanja tla (dubina veća od 1,5m) na udaljenosti od 0,3-0,7m.

Kod vode potrebna je dosta velika površina, omjer površine prostora i površine je 1:2,5.

Što znači da je samo za pokrivanje toplinskih gubitaka i dobitaka topline buduće OB Šibenik površine 55.000m² potrebno postaviti cca. 137.500m² cijevi u tlo. Kroz te cijevi cirkulira rasolina (npr. smjesa etilenglikola i vode). Rasolina prolaskom kroz cjevovod u tlu dolazi na isparivač gdje podiže temperaturu radne tvari koja nakon stlačivanja i dodatnog podizanja temperature u kompresoru odlazi na kondenzator. Kondenzator pri tome zagrijava drugu vodu koja kruži drugim sustavom, koji se nalazi unutar prostora koji želimo zagrijati. obrnuti vrijedi sa sustav hlađenja.

Rasolinu koja kruži kroz zemlju i kroz unutarnje instalacije tjeraju klasične vodene crpke.

Količina topline koja se tako može dobiti ovisi o mnogim čimbenicima, a među najvažnijima su osunčanost zemljišta i specifični toplinski kapacitet tla.

Na mogućnost izvlačenja energije iz zemlje jako utječe kvaliteta tla, što je tlo vlažnije i nalik glini to će mogućnost izvlačenja biti veća u odnosu na suša i tla manje gustoće.

Prednosti	Nedostaci
visoka učinkovitost	profil tla na lokaciji – tlo kategorije A (stijene i slične formacije, plitak sloj mekanog materijala na površini)
niska emisija štetnih i stakleničkih plinova po kWh isporučene toplinske energije	pokrivanje velika površine tla (omjer površine prostora i površine tla je 1:2,5)
vrlo tih rad sustava	visoki inicijalni troškovi uspostave sustava – duže vremensko razdoblje za isplativost investicije
dugotrajnost sustava	iako mala, postoji opasnost toplinskog iscrpljivanja izvora
minimalna promjena krajolika	slijeganje tla
otvaranje novih radnih mjesta	promjene u podzemlju uslijed klizišta, potresa i sl.
	otežano održavanje

Dubinska sonda

Dubinske sonde se koriste na područjima koja nemaju mogućnost polaganja podzemnih kolektora zbog njihove površine ili lošeg tla (kamen). Ukapaju se na dubine više od 30m pod zemljom, koje se nakon postavljanja zaliju betonom.

Dubinske sonde se postavljaju u obliku dvostruke U-cijevi. Kroz jedan krak ulazi ohlađena rasolina, a kroz drugi se vraća ugrijana.

Dubinske sonde se mogu postaviti i kao koaksijalne cijevi, pri čemu je unutarnja od PE materijala i kroz nju struji hladna rasolina, dok je vanjska metalna i kroz nju prema dizalici topline struji ugrijana rasolina.

Dubinska sonda je izvor trajne jednakosti temperature jer što je više ukopana u zemlju, to manje na nju imaju utjecaja klimatski uvjeti na površini.

Ovisno o sastavu i karakteristikama tla, može se ostvariti prosječni toplinski učin od 50 – 100W/m duljine sonde. Ako u tlu ima toplih podzemnih voda, moguće su i veće vrijednosti.

Procjena je da će samo za pokrivanje toplinskih gubitaka i dobitaka topline za buduću OB Šibenik trebati cca. 5,00MW toplinske energije što znači da bi trebalo ukopati 50.000 – 100.000,00m sondi.

Prednosti	Nedostaci
visoka učinkovitost	profil tla na lokaciji – tlo kategorije A (stijene i slične formacije, plitak sloj mekanog materijala na površini)
niska emisija štetnih i stakleničkih plinova po kWh isporučene toplinske energije	investicijski i tehnički zahtjevno izvesti više desetaka tisuća metara bušotina
vrlo tih rad sustava	pronalaženje pozicija bušotina
dugotrajnost sustava	visoki inicijalni troškovi uspostave sustava – duže vremensko razdoblje za isplativost investicije
minimalna promjena krajolika	iako mala, postoji opasnost toplinskog iscrpljivanja izvora
otvaranje novih radnih mjesta	slijeganje tla
	promjene u podzemlju uslijed klizišta, potresa i sl.
	otežano održavanje

2.2.2. Analiza korištenja energije podzemnih voda

Kao toplinski izvor za dizalice topline se može koristiti i toplina podzemnih voda, pri čemu je sustav po svojoj izvedbi vrlo sličan geotermalnim toplanama. Osnovni je preduvjet takvog rješenja raspoloživost podzemnih voda u većim količinama. Pri tome su također potrebne dvije bušotine (bunari) na udaljenosti najmanje 20,0m. Iz jedne od njih se crpi podzemna voda prosječne temperature 10°C i uvodi u isparivač dizalice topline u kojem se hladi predajući toplinu radnoj tvari te se potom, kroz drugu bušotinu, ohlađena vraća natrag u podzemlje. Pri tome se velika pozornost treba obratiti na kvalitetu i sastav podzemne vode i tla jer razne nečistoće mogu uzrokovati smetnje i začepljenje cjevovoda. Isparivač toplinske crpke također se treba izvesti od korozijski postojanih materijala (npr. nehrđajućih čelika) zbog mogućih udjela korozivnih tvari.

Na predmetnoj zoni obuhvata nove bolnice Šibenik nisu rađena mjerenja podzemnih voda. Zbog krškog vapnenačkog tla očekuje se nivo podzemnih voda $\pm 0,5$ m od nadmorske visine, kao i određeni stupanj saliniteta, koji će varirati o količini oborina. Zona obuhvata je na nadmorskoj visini oko 13,0m.

Za pokrivanje toplinskih gubitaka i dobitaka topline za buduću OB Šibenik trebati će, kao što je navedeno, cca. 3,00MW toplinske energije što uz promjenu temperature od $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$ izvora ukazuje da izdašnost podzemnog izvora vode mora biti cca. 150l/s.

Prednosti	Nedostaci
visoka učinkovitost	profil tla na lokaciji – tlo kategorije A (stijene i slične formacije, plitak sloj mekanog materijala na površini)
niska emisija štetnih i stakleničkih plinova po kWh isporučene toplinske energije	pronalaženje pozicija bušotina
vrlo tih rad sustava	visoki inicijalni troškovi uspostave sustava – duže vremensko razdoblje za isplativost investicije
dugotrajnost sustava	iako mala, postoji opasnost toplinskog iscrpljivanja izvora
minimalna promjena krajolika	slijeganje tla
otvaranje novih radnih mjesta	promjene u podzemlju uslijed klizišta, potresa i sl.
	otežano održavanje
	sastav i nečistoće podzemnih voda mogu uzrokovati začepjenja i oštećenja cjevovoda

2.2.3. Analiza korištenja energije zraka

Dizalice topline zrak-voda, koriste vanjski zrak kao izvor topline. Sustavi koji koriste zrak ne zahtijevaju dodatni radni medij, a kako bi se pospješila izmjena topline konvekcijom između zraka i isparivačkih površina, isparivač redovito ima ugrađen ventilator. Kako toplinski učin ovisi o vanjskoj temperaturi koja se značajno mijenja čak i tijekom kraćih razdoblja (dana), nužna je odgovarajuća regulacija učina. U slučaju hlađenja, proces je okrenut, jer rashladni medij unutar zgrade preuzima na sebe toplinu iz zraka unutar zgrade, te ju preko radne tvari u dizalici topline, predaje vanjskom zraku. Tim procesima dolazi do hlađenja unutarnjeg prostora.

Suvremene dizalice topline zrak-voda mogu, bez znatnijeg utjecaja na učinkovitost, grijati prostorije buduće bolnice pri temperaturi -6°C što je projektna vrijednost prema Tehničkom propisu za Šibenik.

Prednosti	Nedostaci
dostupnost, relativno brza i lagana izgradnja sustava	viša razina buke
visoka učinkovitost	uglavnom su smješteni na vanjskim prostorima uz negativan vizualni utjecaj
niska emisija štetnih i stakleničkih plinova po kWh isporučene toplinske energije	učinkovitost ovisi o vanjskim klimatskim uvjetima
dugotrajnost sustava	
minimalna promjena krajolika	
otvaranje novih radnih mjesta	
mali troškovi održavanja	

2.2.4. Analiza korištenja opadne energije

Dostupni izvor otpadne energije je:

- toplinska energija otpadnog zraka.

Procjenjuje se da će se sustavima djelomične klimatizacije, klimatizacije i ventilacije u novoj OB Šibenik vršiti izmjena više od 500.000m³/h zraka.

Temperatura otpadnog zraka iz sustava djelomične klimatizacije, klimatizacije i ventilacije biti će između 20-28°C.

Toplinski potencijal otpadnog zraka iznosi:

$$Q_z = V_z \times c_z \times \rho_z \times (T_2 - T_1)$$

V_z – volumen otpadnog zraka (m^3/h), $V_z = 500.000 m^3/h$
 c_z – specifični toplinski kapacitet zraka (W/kgK), $c_z = 0,28055 W/kgK$
 ρ_z – gustoća zraka pri temperature od $20^\circ C$ i tlaku od $1atm$, $\rho_z = 1,2 kg/m^3$
 $(T_2 - T_1)$ – razlika temperature zraka od $1K$

$$Q_z \approx 170.000 W/K$$

Znači, promjenom temperature zraka volumena $500.000 m^3/h$ od $1K$ može se dobiti približno $170kW$ toplinskog učina otpadnog zraka.

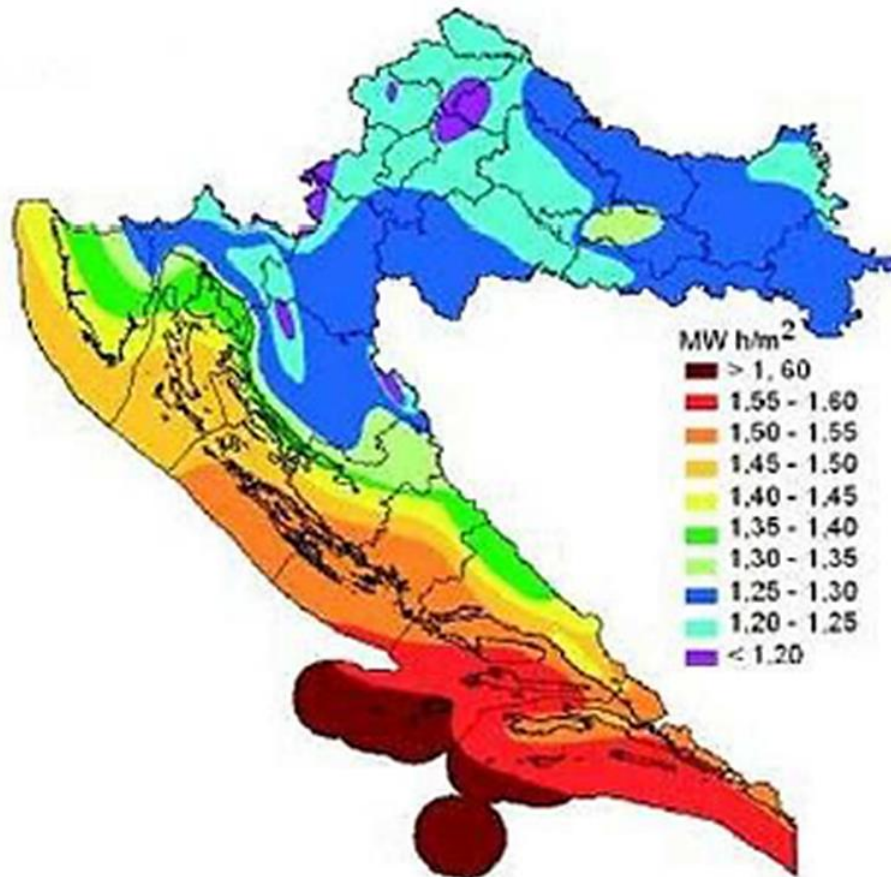
Veći dio tog toplinskog učina može se iskoristiti kroz sustav povrata topline u klima komorama a ostatak korištenjem struje otpadnog zraka koja može nasmrujavati na zasebne izmjenjivače topline i/ili na dizalice topline zrak-voda i time im povećati učinkovitost.

Prednosti	Nedostaci
korištenje toplinskih resursa otpadnih komponenti građevine	visoko startno investicijsko ulaganje
niska emisija štetnih i stakleničkih plinova po kWh isporučene toplinske energije	složenost projektnog rješenja
otvaranje novih radnih mjesta	
racionalno zbrinjavanje medicinskog otpada	

2.2.5. Analiza optimalnog fotonaponskog sustava u svrhu opskrbe električnom energijom te optimalnog solarnog termalnog sustava za pripremu potrošne vode

Dozračena sunčeva energija na području grada Šibenika, na optimalno nagnutu plohu u godišnjem prosjeku, iznosi $1,50 - 1,55 MWh/m^2$. Iznos srednje godišnje ozračenosti dokaz je značajnog potencijala kojeg je moguće iskoristiti, osim pasivnim solarnim sustavima, primjenom sunčevih kolektora i fotonaponskih sustava.

Prosječna godišnja dozračena Sunčeva energija na području RH:



Značajno povoljniji insolacijski i klimatski uvjeti lokacije grada Šibenika od srednje i sjeverne Europe, naročito u zimskom razdoblju, garantiraju veliki tehnički potencijal.

Primjenom pasivnih solarnih sustava, povoljnom orijentacijom građevine te dobrom toplinskom izolacijom vanjske ovojnice građevine postižu se značajne uštede u energentima kako zimi tako i ljeti.

Sunčeve toplinske tehnologije mogu se aktivno upotrijebiti za pripremu PTV-a, grijanje prostora, dobivanje električne energije.

Solarni toplovodni sustavi za pripremu PTV-a i grijanje prostora sastoje se od solarnih kolektora, akumulacijskog spremnika topline, cirkulacijske pumpe te regulacijskog seta koji upravlja cijelim sustavom.

Solarni toplovodni sustavi rade tako da solarna tekućina, koja cirkulira unutar sustava, preuzima toplinu sunčevih zraka te je preko izmjenjivača topline predaje akumulacijskom spremniku tople vode. Uporabom ovakvih sustava moguće je u kontinentalnom dijelu Hrvatske prikupiti > 800 kWh/m²a.

Fotonaponski solarni sustavi opširnije su opisani u zasebnom poglavlju.

Za solarnu industriju je također karakterističan napredak u tehnologiji, te konstantne inovacije koje doprinose boljoj i efikasnijoj upotrebi solarne energije. Inovacije u oblasti nanotehnologije i kvantne fizike imaju potencijal utrostručiti količinu energije koju proizvode solarni paneli.

Prednosti	Nedostaci
Ušteda energije kroz pasivno i aktivno korištenje	visoka investicijska ulaganja
niska emisija štetnih i stakleničkih plinova po kWh isporučene toplinske energije	performanse solarnih sustava smanjuju se pri određenim atmosferskim uvjetima, odnosno godišnjim dobima
pouzdanost sustava	

mali troškovi održavanja	
otvaranje novih radnih mjesta	

2.3. Prijedlog optimalnog tehničkog rješenja za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode, proizvodnju tehnološke pare i dr.

Optimalno tehničko rješenje HVAC sustava mora minimalno zadovoljiti:

- higijenske zahtjeve – prema DIN 1946-4:2018-06 (ili jednakovrijedno)
- zahtjeve energetske učinkovitosti - u skladu s važećom zakonskom i podzakonskom regulativom RH, Direktivama (EU) 2018/2001, 2023/2413, ErP 2018
- sigurnosne zahtjeve – u skladu s Zakonom o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22) i Zakonom o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)

Higijenski zahtjevi

Prema higijensko – mikrobiološkim zahtjevima koji se moraju ostvariti u bolničkim prostorima razlikuju se dvije klase čistih prostorija (prema DIN 1946-4:2018-06 ili jednakovrijedno) – prostorije klase I, podjeljene na Ia i Ib, dok sve ostalo čine ne zahtjevni prostori – prostorije klase II:

▪ Klasa prostorija Ia.

Odnosi se na najzahtjevnije prostore (invazivni operacijski zahvati – OP dvorane, kao npr. ortopedska kirurgija, neurokirurgija, ginekologija, opća kirurgija, kardiovaskularna kirurgija, transplatacije, operacije s dugim vremenskim trajanjem).

Posebni zahtjevi za prostorije klase Ia:

- Moraju se strogo pridržavati određenih zahtjeva za učestalost izmjene zraka, vlažnost zraka i čistoću.
- Temperatura u prostoru mora biti između 19 - 26°C.
- Relativna vlažnost zraka treba biti 40 - 60%.
- Volumni protok tlačnog zraka: 900m³/h m² štíćene površine (usvojeno 3,00 x 3,00 m) + 10% rezerve.
- Udio svježeg zraka: 1.200m³/h.
- Potrebno osigurati nisko turbulentno strujanje zraka u štíćenom prostoru (strujanje zraka koje ima intenzitet turbulencije < 5%).
- Spriječiti nastajanje zračnih čepova (dijelova prostora gdje zrak ne struji) .
- Održavanje predtlaka od 5-12Pa u odnosu na okolne manje zahtjevne prostorije.
- Zrak koji se dovodi praktično mora biti sterilan (predvidjeti trostupanjsku filtraciju F5 + (F7-F9) + H14).
- Obvezno se pridržavati ostalih smjernica određenih normom DIN 1946-4:2018-06 (ili jednakovrijedno).
- Održavanje zadanih parametara temperature i vlažnosti zraka.
- Primarno grijanje i hlađenje mora se predvidjeti isključivo sustavom klimatizacije. Važna je činjenica da temperatura dovodnog zraka može odstupati od sobne temperaturu maksimalno za 5°C.
- Klima komore su higijenske izvedbe koji omogućuju lagano čišćenje i dezinfekciju (u skladu s normom VDI 6022 ili jednakovrijedno).

▪ Klasa prostorija Ib.

Odnosi se na nešto manje zahtjevne prostore (manje invazivni zahvati, kao npr. endoskopski pregledi sterilnog dijela tijela, umetanje manjih implantata, invazivna angiografija).

Posebni zahtjevi za prostorije klase Ib:

- Moraju se strogo pridržavati određenih zahtjeva za učestalost izmjene zraka, vlažnost zraka i čistoću.
- Temperatura u prostoru mora biti između 19 - 26°C.
- Relativna vlažnost zraka treba biti 35 - 65%.
- Potrebno osigurati nisko turbulentno strujanje zraka u štíćenom prostoru (strujanje zraka koje ima intenzitet turbulencije < 20%).

- Volumni protok tlačnog zraka: 60m³/h m² radne površine poda.
- Udio svježeg zraka: 1.200m³/h.
- Održavanje predtlaka od 5-12Pa u odnosu na okolne manje zahtjevne prostorije.
- Zrak koji se dovodi praktično mora biti sterilan (predvidjeti trostupanjnsku filtraciju F5 + (F7-F9) + H13).
- Obvezno se pridržavati ostalih smjernica određenih normom DIN 1946-4:2018-06 (ili jednakovrijedno).
- Održavanje zadanih parametara temperature i vlažnosti zraka.
- Primarno grijanje i hlađenje mora se predvidjeti isključivo sustavom klimatizacije. Važna je činjenica da temperatura dovodnog zraka može odstupati od sobne temperaturu maksimalno za 5°C.
- U izuzetnim slučajevima, ako se klimatizacijom ne mogu postići projektni uvjeti grijanja, moguće je ugraditi radijatori s plohama koje se lako održavaju čistim.
- Klima komore su higijenske izvedbe koji omogućuju lagano čišćenje i dezinfekciju (u skladu s normom VDI 6022 ili jednakovrijedno).

▪ *Klasa prostora II.*

Prostorije II klase su sve sobe, hodnici i ostale prostorije za medicinsku uporabu koji ne spadaju u klasu soba Ia ili Ib.

Posebni zahtjevi za prostorije klase II:

- Moraju se strogo pridržavati određenih zahtjeva za učestalost izmjene zraka, vlažnost zraka i čistoću.
- Temperatura u prostoru mora biti između 20 - 26°C.
- Relativna vlažnost zraka treba biti 30 - 65%.
- Zrak koji se dovodi praktično mora biti sterilan (predvidjeti dvostupanjsku filtraciju F5 + (F7-F9)).
- Održavanje zadanih parametara temperature i vlažnosti zraka.
- Primarno grijanje i hlađenje mora se predvidjeti isključivo sustavom klimatizacije. Važna je činjenica da temperatura dovodnog zraka može odstupati od sobne temperaturu maksimalno za 7°C.
- Klima komore su klasične izvedbe koji omogućuju lagano čišćenje i dezinfekciju.
- Za temeljno grijanje/hlađenje koriste se aktivne rashladne grede, ventilokonvektori ili radijatori za prostorije koje se samo griju. Ogrjevno/rashladna tijela moraju biti izvedbe koja omogućuje lagano čišćenje i dezinfekciju (u skladu s normom VDI 6022).
- Dimenzioniranje klimatizacije računa se 40 m³/h po osobi ili > 100 m³/h po pacijentu (zavisno o namjeni prostorije).
- Obvezno se pridržavati ostalih smjernica određenih normom DIN 1946-4:2018-06 (ili jednakovrijedno).

Osnovni tehnički zahtjevi za klima komore, ogrjevna i rashladna tijela

Osnovni zahtjevi za konstrukciju klima komora za čiste prostore (prostori klase Ia i Ib):

- mora biti izrađena prema normama HRN EN13053 i HRN EN1886 (ili jednakovrijedno), te certificirana od strane EUROVENT-a (ili jednakovrijedno).
- Unakrsni pločasti ili glikolni rekuperator.
- Energetska učinkovitost: Energetska klasa: min. A
- Ekološki dizajn EU1253-2014/2018
- Nestambena ventilacijska jedinica ERP direktiva: bez izuzetaka ErP2018.
- Hladnjak i posuda za kondenzat od inox čelika.
- Ventilatori sa EC motorom.
- Kulisni prigušivač buke.
- Obvezna dvostruka filtracija na tlačnoj strani u klima komori (F5 + (F7-F9)), treći stupanj filtracije (H13-H14) po mogućnosti ugraditi na element distribucije tlačnog zraka.
- Obvezna filtracija (M5) na odsisnoj zračnoj strani.
- Za regulaciju treba koristiti regulatore visoke preciznosti s dinamičkim balansiranjem kako bi se također ostvarila visoka energetska učinkovitost i ušteda energije.

Osnovni zahtjevi za konstrukciju klima komora za čiste prostore (prostori klase Ia i Ib):

- mora biti izrađena prema normama HRN EN13053 i HRN EN1886 (ili jednakovrijedno), te certificirana od strane EUROVENT-a (ili jednakovrijedno).
- Unakrsni pločasti ili glikolni rekuperator.
- Energetska učinkovitost: Energetska klasa: min. A
- Ekološki dizajn EU1253-2014/2018
- Nestambena ventilacijska jedinica ERP direktiva: bez izuzetaka ErP2018.
- Hladnjak i posuda za kondenzat od inox čelika.
- Ventilatori sa EC motorom.
- Kulisni prigušivač buke.
- Obvezna dvostruka filtracija na tlačnoj strani u klima komori (F5 + (F7-F9)).
- Obvezna filtracija (M5) na odsisnoj zračnoj strani.
- Za regulaciju treba koristiti regulatore visoke preciznosti s dinamičkim balansiranjem kako bi se također ostvarila visoka energetska učinkovitost i ušteda energije.

Za požarnu zaštitu treba predvidjeti protupožarne zaklopke namjenjene automatskom zatvaranju požarnih zona u sustavima ventilacije i klimatizacije. Opremljene s termoosjetnikom (72°C) i elektromotornim pogonom (230V) s pripadajućim krajnim sklopkama za indicaciju položaja zaklopke (otvoreno/zatvoreno) i automatskim zatvaranjem pri prekidu napajanja. Ovisno o primjeni EI180 (ve,ho, i↔o) S, EI90 (ve i↔o) S ili EI 60 (ve i↔o). Ispitana na vatrootporna svojstva u skladu s EN 1366-2. Ispunjava sve zahtjeve norme EN 15650:2010 (EI TT). U skladu s normama ISO 10294-4, EN 600068-2-52. Propuštanje zraka zatvorene lopatice u skladu je s normom EN 1751, minimalna klasa 2. Propuštanje zraka u kućištu u skladu je s normom EN 1751, klasa B.

Preporuka

U prostorije klase II u kojima borave ljudi za temeljno grijanje i hlađenje ugraditi ventilokonvektore opremljene sa ECM elektronski upravljanim motorom ventilatora i prolaznim regulacijskim ventilom sa elektrotermičkim pogonom neosjetljivim na promjenu dinamičkog tlaka sustava sa funkcijom podešenja protoka za regulaciju na vodenoj strani. Regulaciju temperature u prostoriji sa ventilokonvektorom omogućiti primarno preko CNUS-a i sekundarno preko sobnog termostata ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ u odnosu na projektom određenu temperaturu).

Radijatorsko grijanje predvidjeti u pomoćnim prostorima kao što su sanitarni prostori, garderobe, i sl., te kao temeljno grijanje u prostorima koji su obuhvaćeni sustavom klimatizacije sa klima komorama, za klase prostora Ib (ako se klimatizacijom ne mogu pokriti, u potpunosti, gubici topline) i klase II.

Sva oprema u sustavu klimatizacije, grijanja i hlađenja mora biti u skladu s normom VDI 6022 (ili jednakovrijedno) jer je namijenjena prostorijama s visokim higijenskim standardima.

Za pokrivanje dobitaka topline u prostorijama s povećanom disipacijom kao što su prostorije UPS-a, servera, dijagnostičke opreme kao npr. MR te prostorije koje zbog tehnoloških zahtjeva moraju biti pothlađene predvidjeti zasebne sustave hlađenja u izvedbi dizalica topline. Sustavima hlađenja upravljati preko CNUS-a.

Primarno grijanje i hlađenje za prostore klase Ia mora se predvidjeti isključivo sustavom klimatizacije. Važna je činjenica da temperatura dovodnog zraka može premašiti sobnu temperaturu samo za 5°C.

Tehnička svojstva sustava moraju biti takva da tijekom trajanja zgrade u koju su ugrađeni, uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje sustava podnesu sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša tako da:

- se u slučaju požara spriječi širenje vatre i dima unutar zgrade, odnosno širenje vatre na susjedne građevine,

- se u zgradi zadovolje uvjeti kvalitete zraka te spriječi sakupljanje vlage u dijelovima zgrade ili na površinama unutar zgrade,
- se izbjegnu moguće ozljede korisnika zgrade,
- razina buke kao posljedica rada sustava bude na takvoj razini da ne ugrožava zdravlje i da se osigura noćni mir i zadovoljavajući uvjeti za odmor i rad te da se sustavima spriječi širenje buke između pojedinih prostora u zgradi.

Tehnička svojstva sustava moraju biti takva da tijekom trajanja zgrade u koju su ugrađeni podnesu sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša.

Ako posebnim propisom nije drukčije propisano, uporabni vijek sustava je najmanje 25 godina.

Klimatski profil – Šibenik

h: 77

φ : 43°43'41"

λ : 15°54'23"

Dnevne vrijednosti po mjesecima

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	GOD
θ_{mm} [°C]	7.1	7.5	10.4	13.8	19.0	23.0	25.7	25.3	20.4	16.4	11.9	8.1	15.8
θ_{msd} [°C]	3.5	3.7	3.5	3.0	3.0	3.3	2.5	2.7	2.9	3.4	3.9	3.9	7.4
θ_{minmm} [°C]	-3.3	-3.6	-2.4	2.4	8.7	14.2	18.0	15.6	11.9	5.9	-0.2	-5.7	-5.7
θ_{maxmm} [°C]	15.4	14.8	20.3	22.2	29.4	31.3	31.6	32.2	30.4	24.4	22.6	16.5	32.2
θ_{SWmm} [°C]	7.4	8.3	8.6	8.8	9.6	9.9	10.3	10.2	9.3	8.5	7.4	7.1	8.8
R_{mm} [mm]	2.2	1.7	1.9	2.3	1.6	1.7	0.8	1.3	2.6	2.2	3.8	3.2	2.1
φ_{mm} [%]	63	60	60	61	58	56	50	53	60	65	67	64	60

Projektne vrijednosti prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5

N	20
θ_{2d}^* [°C]	-1.6
θ_{2d}^{**} [°C]	-2.1
$\theta_{0.4\%}^*$ [°C]	30.2
θ_w^* [°C]	20.2
θ_d^* [°C]	15.0
$\varphi_{p0.4}^*$ [%]	91
$\varphi_{p99.6}^*$ [%]	26

Vrijednosti za projektiranje prema Tehničkom propisu

N	20
$\theta_{min,y,m}$ [°C]	-5.7
$\theta_{max,y,m}$ [°C]	32.2
θ_w^* [°C]	20.1
θ_d^* [°C]	14.0
$\theta_{SW,y,m}$ [°C]	9.9

Dnevne vrijednosti po mjesecima

- θ_{mm} srednja dnevna temperatura zraka, srednjak po mjesecima
- θ_{msd} standardna devijacija srednje dnevne temperature zraka, po mjesecima
- θ_{minmm} dnevna temperatura zraka, minimum po mjesecima
- θ_{maxmm} dnevna temperatura zraka, maksimum po mjesecima
- θ_{SWmm} dnevna amplituda temperature zraka, srednjak po mjesecima
- R_{mm} dnevna količina oborine, srednjak po mjesecima
- φ_{mm} [%] Srednja dnevna relativna vlažnost, po mjesecima

Projektne vrijednosti prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5:

- θ_{2d}^* vanjska projektna temperatura zraka (grijanje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 1-godišnji povratni period
- θ_{2d}^{**} vanjska projektna temperatura zraka (grijanje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 2-godišnji povratni period
- $\theta_{0.4\%}^*$ vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz srednje dnevne temperature zraka
- θ_w^* pripadajuća temperatura vlažnog termometra
- θ_d^* pripadajuća temperatura rosišta
- $\varphi_{p0.4}^*$ vanjska projektna relativna vlažnost, ljeto, premašena u 0.4% slučajeva
- $\varphi_{p99.6}^*$ vanjska projektna relativna vlažnost, zima, premašena u 99.6% slučajeva

Vrijednosti za projektiranje prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

- $\theta_{min,y,m}$ [°C] temperatura za projektiranje grijanja
- $\theta_{max,y,m}$ [°C] temperatura za projektiranje hlađenja
- θ_w^* pripadajuća temperatura vlažnog termometra za projektiranje hlađenja
- θ_d^* pripadajuća temperatura rosišta za projektiranje hlađenja
- $\theta_{SW,y,m}$ pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

Satne cjelogodišnje temperature za Šibenik:

Satne cjelogodišnje temperature za Šibenik - binovi			
BIN (razred)	Broj sati	Kumulativno sati	
0	od -14	0	0
1	od -14 do -13	0	0
2	od -13 do -12	0	0
3	od -12 do -11	0	0
4	od -11 do -10	0	0
5	od -10 do -9	0	0
6	od -9 do -8	0	0
7	od -8 do -7	0	0
8	od -7 do -6	0	0
9	od -6 do -5	0	0
10	od -5 do -4	0	0
11	od -4 do -3	1	1
12	od -3 do -2	15	16
13	od -2 do -1	28	44
14	od -1 do 0	47	91
15	od 0 do 1	56	147
16	od 1 do 2	58	205
17	od 2 do 3	123	328
18	od 3 do 4	159	487
19	od 4 do 5	255	742
20	od 5 do 6	255	997
21	od 6 do 7	290	1287
22	od 7 do 8	293	1580
23	od 8 do 9	281	1861
24	od 9 do 10	320	2181
25	od 10 do 11	354	2535
26	od 11 do 12	316	2851
27	od 12 do 13	384	3235
28	od 13 do 14	375	3610
29	od 14 do 15	399	4009
30	od 15 do 16	383	4392
31	od 16 do 17	350	4742
32	od 17 do 18	376	5118
33	od 18 do 19	367	5485
34	od 19 do 20	335	5820
35	od 20 do 21	329	6149
36	od 21 do 22	285	6434
37	od 22 do 23	312	6746
38	od 23 do 24	314	7060
39	od 24 do 25	326	7386
40	od 25 do 26	273	7659
41	od 26 do 27	240	7899
42	od 27 do 28	204	8103
43	od 28 do 29	179	8282
44	od 29 do 30	149	8431
45	od 30 do 31	106	8537
46	od 31 do 32	92	8629
47	od 32 do 33	64	8693
48	od 33 do 34	37	8730
49	od 34	31	8761

PODRUČJE GRIJANJA ISPOD +6°C
≈997 h/a

PODRUČJE SIMULTANOG GRIJANJA I HLAĐENJA OD +6°C DO +17°C
≈3745 h/a

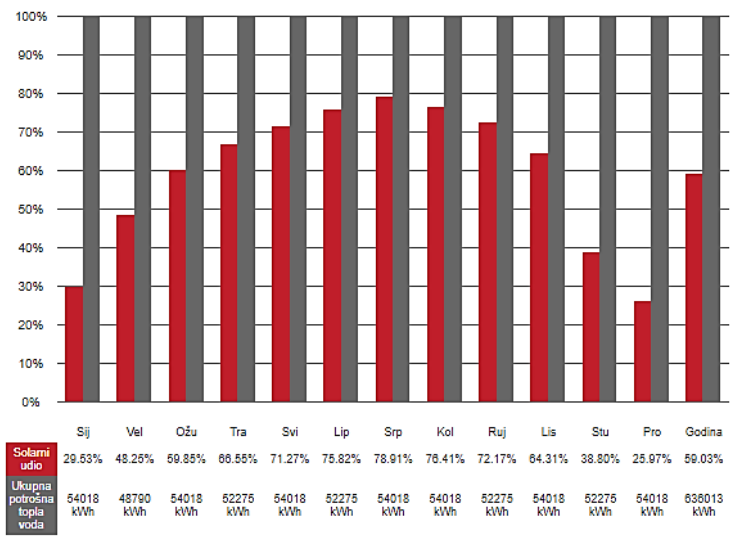
PODRUČJE HLAĐENJA IZNAD +17°C
≈4019 h/a

Podaci ukazuju da vremenski period simultanog grijanja i hlađenja čini ≈43,0% ukupnog godišnjeg broja sati. Taj period je idealan za korištenje sustava povrata topline (TER >7,0).

Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode (PTV) i proračun prema HRN EN 15316-4-3:2008

Dimenzioniranje solarnog sustava i izračun prema EN 15316-4-3:2008

Država	Croatia
Grad	Šibenik
Dužina	43.7273°
Širina	15.8699°
Primjena	Bolnica
Dnevna potrošnja tople vode	30,000 litara/dan
Temperatura vode	60°C
Cirkulacijski gubici	0%
Godišnja potrošnja energije za potrošnu toplu vodu (PTV)	636,013 kWh/godišnje
Tip kolektora	UltraSol® 2 vertikalni
Broj kolektora	230
Površina kolektora	581.9 m ²
Volumen spremnika	46,552 l
Ukupni godišnji prinos kolektorskog polja	375,416 kWh
Prinos kolektorskog polja prema bruto površini	645 kWh/m ² /year
Solarni udio	59.03 %
Maksimalna ušteda zemnog plina	44,300 m ³
Maksimalno smanjenje emisije CO ₂	101,142 kg.
d = minimalni razmak između redova kolektora	5,026.92 mm



Utjecaj na okoliš

Odabirom ovog rješenja sačuvat ćete 2,023 m² šume godišnje i preko 40,457 m² šume tijekom predviđenog životnog vijeka.



procjena očuvanja šuma

2,023 m²

godišnje



procjena očuvanja šuma

40,457 m²

tijekom životnog vijeka (20 godina)

Energetski razred grafički se prikazuje na energetsom certifikatu zgrade slovom (A+, A, B, C, D, E, F, G) s podatkom o specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji, E_{prim} izraženoj u kWh/m²a:

E_{prim} (kWh/m ² a)	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDSKA		OBRAZOVNA		BOLNICA		HOTEL I RESTORAN		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE	
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P
A+	≤ 80	≤ 50	≤ 45	≤ 35	≤ 35	≤ 25	≤ 55	≤ 55	≤ 250	≤ 250	≤ 90	≤ 70	≤ 210	≤ 150	≤ 170	≤ 150	≤ 80	≤ 50
A	> 80	> 50	> 45	> 35	> 35	> 25	> 55	> 55	> 250	> 250	> 90	> 70	> 210	> 150	> 170	> 150	> 80	> 50
B	≤ 100	≤ 75	≤ 80	≤ 55	≤ 55	≤ 50	≤ 60	≤ 58	≤ 275	≤ 275	≤ 110	≤ 75	≤ 305	≤ 160	≤ 310	≤ 210	≤ 115	≤ 75
C	> 100	> 75	> 80	> 55	> 55	> 50	> 60	> 58	> 275	> 275	> 110	> 75	> 305	> 160	> 310	> 210	> 115	> 75
D	≤ 120	≤ 90	≤ 115	≤ 70	≤ 70	≤ 70	≤ 65	≤ 60	≤ 300	≤ 300	≤ 130	≤ 80	≤ 400	≤ 170	≤ 450	≤ 280	≤ 150	≤ 100
E	> 120	> 90	> 115	> 70	> 70	> 70	> 65	> 60	> 300	> 300	> 130	> 80	> 400	> 170	> 450	> 280	> 150	> 100
F	≤ 265	≤ 220	≤ 280	≤ 230	≤ 100	≤ 90	≤ 125	≤ 120	≤ 345	≤ 325	≤ 160	≤ 95	≤ 465	≤ 225	≤ 475	≤ 290	≤ 280	≤ 225
G	> 265	> 220	> 280	> 230	> 100	> 90	> 125	> 120	> 345	> 325	> 160	> 95	> 465	> 225	> 475	> 290	> 280	> 225
H	≤ 410	≤ 350	≤ 445	≤ 385	≤ 125	≤ 110	≤ 175	≤ 175	≤ 395	≤ 350	≤ 190	≤ 110	≤ 530	≤ 280	≤ 495	≤ 340	≤ 410	≤ 350
I	> 410	> 350	> 445	> 385	> 125	> 110	> 175	> 175	> 395	> 350	> 190	> 110	> 530	> 280	> 495	> 340	> 410	> 350
J	≤ 515	≤ 435	≤ 560	≤ 485	≤ 155	≤ 140	≤ 220	≤ 220	≤ 495	≤ 440	≤ 240	≤ 140	≤ 665	≤ 350	≤ 620	≤ 425	≤ 515	≤ 435
K	> 515	> 435	> 560	> 485	> 155	> 140	> 220	> 220	> 495	> 440	> 240	> 140	> 665	> 350	> 620	> 425	> 515	> 435
L	≤ 615	≤ 520	≤ 670	≤ 580	≤ 190	≤ 165	≤ 265	≤ 265	≤ 590	≤ 525	≤ 290	≤ 165	≤ 795	≤ 415	≤ 745	≤ 510	≤ 615	≤ 520
M	> 615	> 520	> 670	> 580	> 190	> 165	> 265	> 265	> 590	> 525	> 290	> 165	> 795	> 415	> 745	> 510	> 615	> 520

K - kontinentalna Hrvatska;
P - primorska Hrvatska

Cilj je da specifična godišnja primarna energija $E_{prim} \leq 250$ kWh/m²a.

Ujedno se mora zadovoljiti uvjet da je najmanje 40% godišnje isporučene energije podmireno iz obnovljivih izvora energije.

Prijedlog optimalnog rješenja sustava pripreme ogrjevnog i rashladnog medija

Zahtjev je korištenje obnovljivih izvora energije na lokaciji nove bolnice i otpadne topline:

- energije zraka,
- energije sunca,
- energije podzemnih voda,
- energije tla,
- otpadne topline.

Zbog specifičnosti građevina kao što je bolnica, potrebno je osigurati redundanciju N+1 ili, ako se pokaže nužnim npr. zbog vršnih opterećenja, koristiti energetski izvor iz konvencionalnih sustava (prirodni plin).

Za zadovoljavanje potreba ogrjevnom i rashladnom energijom potrebno je dimenzionirati toplinsku i rashladnu stanicu sukladno tehničko-tehnološkim zahtjevima, pozitivnim propisima zaštite od požara, propisima zaštite na radu, dostupnosti servisnih radnji i uvjetima distributera energenata.

Koristiti dostupne primarne energente. U projektu napraviti odabir energenata koji će se koristiti uz dokaz opravdanosti kroz tehno-ekonomsko vrednovanje.

Od obnovljivih izvora energije optimalno je koristiti energiju zraka, energiju sunca i otpadnu energiju.

Korištenje energije podzemnih voda i energije tla vrlo je upitno s obzirom na dostupnost točnih podataka o izdašnosti izvora, toplinskim karakteristikama, kvaliteti i sastavu podzemnih voda za predmetnoj lokaciji kao i na nedovoljnu dostupnost točnih podataka o toplinskim karakteristikama, kvaliteti i sastavu tla.

Energiju sunca potrebno je prvenstveno koristiti kroz pasivno korištenje te kroz fotonaponsku elektranu što je najisplativije za korisnika tako da ostaje upitno koliki bi se i gdje mogao instalirati solarni sustav za zagrijavanje PTV-a i grijanje prostora.

Ostatak toplinske energije za temeljno grijanje i hlađenje, pokrivanje ventilacijskih gubitaka i dobitaka topline te za pripremu PTV-a dobivao bi se iz obnovljivog izvora topline – zraka.

Od otpadne topline koristila bi se toplina otpadnog zraka preko visokoučinkovitih rekuperatora topline klima komora.

Sustav bi činile dvocijevne dizalice topline, četverocijevne dizalice topline, visokotemperaturne dizalice topline i rashladnici vode.

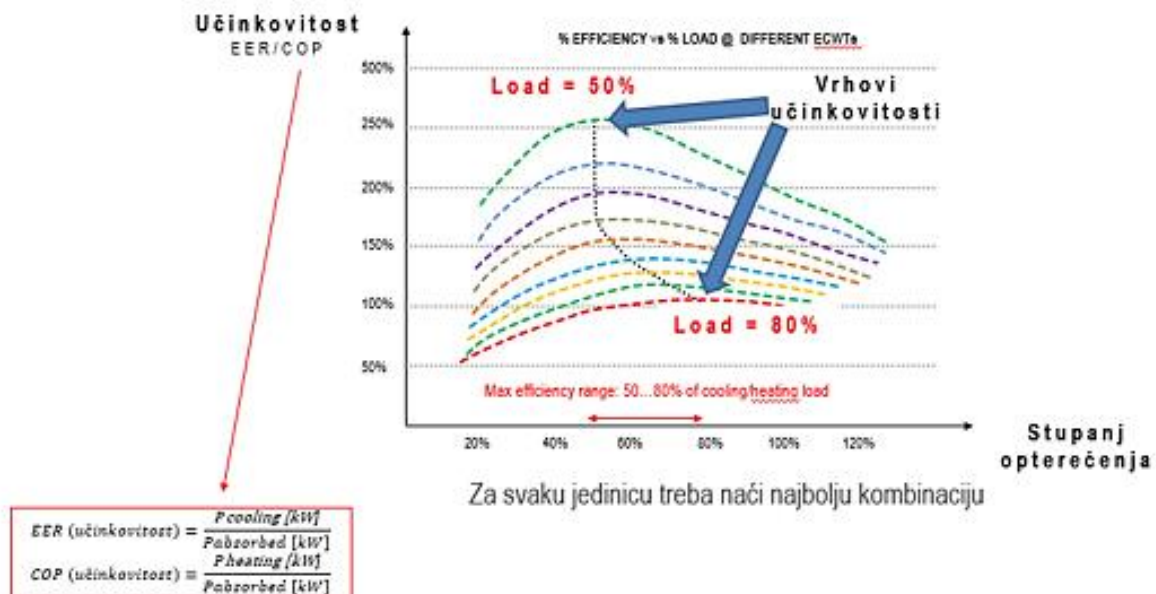
Posebna pozornost bi se posvetila prijelaznim klimatskim uvjetima u kojima će biti istovremena potreba za grijanjem i hlađenjem u građevini. Prijelazni klimatski uvjeti čine cca 1/3 godine u kojima je potrebna cca. 1/4 od ukupnog vršnog toplinskog učina za grijanje, hlađenje, djelomičnu klimatizaciju i klimatizaciju.

Dakle, dizalice topline koje čine cca. 1/4 od ukupnog vršnog nazivnog učina moraju imati sustav povrata topline kako bi se maksimalno povećala energetska učinkovitost sustava grijanja i hlađenja.

Unutarnje jedinice distribucije ogrjevne i rashladne energije kao i grijači i hladnjaci klima komora moraju se dimenzionirati na niskotemperaturne režime ogrjevne vode u periodu grijanju (polaz ogrjevne vode treba biti $\leq 50^{\circ}\text{C}$) odnosno visokotemperaturne režime rashladne vode u periodu hlađenja (polaz rashladne vode treba biti $\geq 9^{\circ}\text{C}$) kako bi se dodatno povećala energetska učinkovitost sustava.

U periodu hlađenja, visokotemperaturni režim ima prednost što se minimalizira stvaranje kondenzata a time i mogućnost stvaranja štetnih mikroorganizama - bakterija, gljivica, pljesni u razvodu kondenzata. Eventualni višak vlage u zraku rješavao bi se sustavima odvlaživanja u klima komorama.

Sva pojedinačna oprema u postrojenju mora biti visokoučinkovita kao i cjelokupno postrojenje u radu te je nužno predvidjeti sustav dinamičkog upravljanja koji će za svaku radnu točku tražiti energetski optimalan status rada za svaku pojedinačnu opremu.



Potrebno je predvidjeti visokoučinkoviti sustav inteligentnog upravljanja postrojenjem proizvodnje i distribucije rashladnog i ogrjevnog medija s funkcijama mjerenja, praćenja, upravljanja i optimizacije postrojenja.

Takav sustav mora imati izravan pristup svakom aktivnom elementu uključenom u proizvodnju i distribuciju tekućina koje se koriste za grijanje, hlađenje i sanitarnu vodu, uključujući rashladne uređaje, dizalice topline i 4-cijevne jedinice, pumpne grupe i disipacijske uređaje, kao što su rashladni tornjevi i suhi hladnjaci te koristi predvidljive dijagnostičke algoritme za utvrđivanje mogućih odstupanja od izvornih radnih uvjeta čime omogućuje prelazak s fiksnog rasporeda održavanja na održavanje temeljeno na stvarnim potrebama, automatsko upravljanje događajima, dinamički slijed uključivanja rashladnih i toplinskih uređaja prema profilu učinka, promjenu setpointa prema energetskej potražnji zgrade, procjenu razine performansi i upravljanje aktivnostima održavanja.

Sustav pripreme PTV-a projektirati sukladno propisima EU Direktive o kakvoći pitke vode koji su stupili na snagu u prosincu 2013. a sve s ciljem sprječavanja pojave bakterije legionele u sustavu potrošne tople vode.

Potrebno je predvidjeti dvije zasebne grane PTV-a 60°C i 45°C.

Izmjenjivač topline i spremnika PTV-a dimenzionirati prema zahtjevima bolnice.

Ako se projektira jedinstvena akumulacija PTV-a onda ona treba biti temperature 60°C a miješajućim ventilom s hladnom vodom.

Predvidjeti sustav recirkulacije koji se uključuje na indikaciju pada temperature u polaznom vodu PTV i tako omogućiti stalno prisutnu PTV željenog temperaturnog nivoa.

Projektom predvidjeti pripremu vode koja će se koristiti za potrebe adijabatskog ovlaživanja zraka u procesu klimatizacije prostora bolnice, sve u skladu s normom VDI 6022 (ili jednakovrijedno).

Za pripremu tehnološke pare mogu se isto koristiti dizalice topline, brzi generatori vodene pare i/ili plinski parni kotlovi.

Dimenzioniranje optimalnog sustava pripreme tehnološke pare učiniti će se kada se definiraju pripadajući tehnološki procesi.

Tehnička svojstva sustava grijanja i hlađenja moraju biti takva da tijekom trajanja zgrade u koju su ugrađeni, uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje sustava podnesu sve utjecaje uobičajene uporabe zgrade tako da:

- se u slučaju požara spriječi širenje vatre unutar zgrade odnosno susjednih zgrada,
- se u zgradi zadovolje zadani temperaturni uvjeti te da se sustavima spriječi ugrožavanje okoliša oslobađanjem opasnih plinova, para i drugih štetnih tvari kao i onečišćenja voda, zraka i tla
- se izbjegnu moguće ozljede korisnika zgrade koje mogu nastati uslijed opeklina, mehaničkih utjecaja i električnog udara,
- razina buke kao posljedica rada sustava bude na razini određenoj posebnim propisom koja ne ugrožava zdravlje i osigurava noćni mir i zadovoljavajuće uvjete za odmor i rad te spriječi širenje buke između pojedinih prostora u zgradi odnosno susjednih zgrada,
- sprječava prijenos vibracija sustava na zgradu,
- osiguravaju racionalno korištenje energije u odnosu na određene klimatske podatke kako bi potrošnja energije prilikom korištenja sustava za grijanje i hlađenje bila jednaka posebnim propisom određenoj veličini ili niža od nje, osiguravajući pri tome osobama koje borave u zgradi zadovoljavajuće temperaturne uvjete.

Projektiranjem sustava moraju se za izvođenje i uporabni vijek sustava i zgrade predvidjeti svi utjecaji na sustave koji proizlaze iz načina i redoslijeda izvođenja, zahtjeva uporabe zgrade te predvidivih utjecaja okoliša na sustave i zgradu.

Projektom sustava potrebno je, u skladu s ovim Propisom, dokazati da će zgrada tijekom izvođenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitne zahtjeve zaštite od požara; higijene, zdravlja i zaštite okoliša; sigurnosti u korištenju; zaštite od buke te uštede energije i toplinske zaštite zgrade, u odnosu na postizanje odgovarajućih temperatura i razine buke u prostorijama zgrade u odnosu na proces grijanja odnosno hlađenja.

Uporabni vijek HVAC sustava mora biti najmanje 25 godina.

2.4. Analiza kapaciteta postojeće komunalne infrastrukture

Sukladno prethodno iznesenoj analizi korištenja dizalica topline za temeljno grijanje, hlađenje, klimatizaciju te pripremu PTV-a, primarni energent za dizalice topline je električna energija.

Kao što je navedeno u Isporuci 6: **Analiza urbanističkih uvjeta, postojeće infrastrukture, prometnog sustava i instalacija** u blizini zone obuhvata buduće nove bolnice Šibenik nalazi se razvijena elektroenergetska mreža.

Procjena je da će za HVAC sustave vršno opterećenje elektroenergetskog sustava biti: 1.000,00 - 1.500,00kW. Ova gruba procjena će biti potvrđena/korigirana kada budu poznate stvarne energetske potrebe te definirano optimalno energetske rješenje temeljem kojeg će se tražiti energetske uvjete priključenja.

2.5. Procjena potrošnje

Procjena potrošnje ogrjevnog i rashladnog energije

Modeliranje godišnje potrošnje energije BIN metodom na temelju procjene vršne toplinske snage:

- za grijanje: 5,00MW
- za hlađenje: 5,00MW

Satne cjelogodišnje temperature za Šibenik - binovi			Potreba [kW]		Potrošnja [kW]	
BIN (razred)	Broj sati	Kumulativno sati	Grijanje [kW]	Hlađenje [kW]	Grijanje [kWh]	Hlađenje [kWh]
0	od -14	0			0,00	
1	od -14 do -13	0			0,00	
2	od -13 do -12	0			0,00	
3	od -12 do -11	0			0,00	
4	od -11 do -10	0			0,00	
5	od -10 do -9	0			0,00	
6	od -9 do -8	0			0,00	
7	od -8 do -7	0			0,00	
8	od -7 do -6	0			0,00	
9	od -6 do -5	0			0,00	
10	od -5 do -4	0			0,00	
11	od -4 do -3	1	5000,00		5000,00	
12	od -3 do -2	15	4807,69		72115,38	
13	od -2 do -1	28	4615,38		129230,77	
14	od -1 do 0	47	4423,08		207884,62	
15	od 0 do 1	56	4230,77		236923,08	
16	od 1 do 2	58	4038,46		234230,77	
17	od 2 do 3	123	3846,15		473076,92	
18	od 3 do 4	159	3653,85		580961,54	
19	od 4 do 5	255	3461,54		882692,31	
20	od 5 do 6	255	3269,23		833653,85	
21	od 6 do 7	290	3076,92	0,0	892307,69	0,0
22	od 7 do 8	293	2884,62	178,6	845192,31	52321,4
23	od 8 do 9	281	2692,31	357,1	756538,46	100357,1
24	od 9 do 10	320	2500,00	535,7	800000,00	171428,6
25	od 10 do 11	354	2307,69	714,3	816923,08	252857,1
26	od 11 do 12	316	2115,38	892,9	7620,23	282142,9
27	od 12 do 13	384	1923,08	1071,4	738461,54	411428,6
28	od 13 do 14	375	1730,77	1250,0	649038,46	468750,0
29	od 14 do 15	399	1538,46	1428,6	613846,15	570000,0
30	od 15 do 16	383	1346,15	1607,1	515576,92	615535,7
31	od 16 do 17	350	1153,85	1785,7	403846,15	625000,0
32	od 17 do 18	376	5118	1964,3	0,00	738571,4
33	od 18 do 19	367	5485	2142,9	0,00	786428,6
34	od 19 do 20	335	5820	2321,4	0,00	777678,6
35	od 20 do 21	329	6149	2500,0	0,00	822500,0
36	od 21 do 22	285	6434	2678,6	0,00	763392,9
37	od 22 do 23	312	6746	2857,1	0,00	891428,6
38	od 23 do 24	314	7060	3035,7	0,00	953214,3
39	od 24 do 25	326	7386	3214,3	0,00	1047857,1
40	od 25 do 26	273	7659	3392,9	0,00	926250,0
41	od 26 do 27	240	7899	3571,4	0,00	857142,9
42	od 27 do 28	204	8103	3750,0	0,00	765000,0
43	od 28 do 29	179	8282	3928,6	0,00	703214,3
44	od 29 do 30	149	8431	4107,1	0,00	611964,3
45	od 30 do 31	106	8537	4285,7	0,00	454285,7
46	od 31 do 32	92	8629	4464,3	0,00	410714,3
47	od 32 do 33	64	8693	4642,9	0,00	297142,9
48	od 33 do 34	37	8730	4821,4	0,00	178392,9
49	od 34	31	8761	5000,0	0,00	155000,0
UKUPNO [kWh]					10.695.120,23	15.059.464,29

Procjena godišnjih potreba za ogrjevnom i rashladnom energijom za novu OB Šibensko-kninske županije:

Grijanje: $Q_g = 10.695.120 \text{ kWh/a}$

Hlađenje: $Q_h = 15.059.464 \text{ kWh/a}$

Procjena uštede energije usporedbom modernog i klasičnog rješenja grijanja, hlađenja, pripreme PTV-a i klimatizacije

Energetski učinkovito rješenje

Očekivana potrošnja električne energije za opisano tehničko rješenje:

Očekivani SCOP postrojenja je 3,7

Očekivani SEER postrojenja 4,0

Potrošnja električne energije na godišnjoj razini:

$$N_{el} = \frac{10.695.120}{3,7} + \frac{15.059.464}{4,0} = 6.655.439kWh/a$$

Klasično rješenje

Korištenje sustava grijanja plinski kotlovima uz iskoristivost kotla od 91%:

$$N_{pl} = \frac{10.695.120}{0,91} = 11.752.879kWh/a$$

Korištenje rashladnika vode (SEER=4,0):

$$N_{el} = \frac{15.059.464}{4,0} = 3.764.866kWh/a$$

Usporedbom energetske učinkovitog i klasičnog rješenja vidljiva je ušteda kWh primarnog energenta, korištenjem obnovljivih izvora energije od cca. 57%.

Procjena smanjenja emisije stakleničkih plinova (CO₂)

Faktori primarne energije i faktori emisije CO₂

Energent		Faktor primarne energije				Emisija tCO ₂ /GWh kgCO ₂ /MWh
		Ukupno	Obnovljiva komponenta	Neobnovljiva komponenta	Uvozna komponenta	
Kameni ugljen		1,033	0,00002	1,033	0,00001	349,44
Mrki ugljen		1,050	0,00003	1,050	0,00002	359,35
Lignit		1,081	0,00004	1,081	0,00003	385,17
Ogrjevno drvo		1,106	1,0001	0,106	0,00004	28,09
Drveni briketi		1,183	1,0528	0,099	0,0307	27,84
Drveni peleti		1,173	1,0488	0,096	0,0284	26,80
Drvena sječka		1,183	1,0363	0,126	0,0211	34,45
Drveni ugljen		1,171	1,1301	0,041	0,0000	11,00
* Sunčeva energija		1,000	1,0000	0,000	0,0000	0,00
* Energija okoliša		1,000	1,0000	0,000	0,0000	0,00
Prirodni plin		1,059	0,001	1,057	0,001	213,64
UNP		1,128	0,002	1,124	0,001	255,19
Motorni benzin		1,130	0,002	1,126	0,001	280,09
Petrolej		1,021	0,00001	1,021	0,00001	264,31
Mlazno gorivo		1,151	0,003	1,147	0,002	295,13
Dizelsko gorivo		1,057	0,001	1,056	0,000	281,39
Ekstralako loživo ulje		1,137	0,003	1,133	0,001	300,36
Loživo ulje		1,113	0,002	1,110	0,001	307,41
**Električna energija		1,498	0,610	0,532	0,356	158,57
Daljinska toplina	Hrvatska – prosjek	1,571	0,291	1,265	0,014	275,30
	CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,555	0,022	1,520	0,013	332,74
	KO – prosjek za HR	1,514	0,008	1,502	0,004	337,10
	CTS ZG (kogeneracija)	1,522	0,022	1,487	0,013	325,93
	CTS OS (kogeneracija)	1,536	0,137	1,384	0,015	305,62
	CTS SK (kogeneracija)	1,526	0,083	1,430	0,014	308,24
	KO – prosjek za ZG	1,489	0,008	1,476	0,004	332,44
	KO – prosjek za OS	1,368	0,007	1,357	0,004	290,71
	KO – prosjek za RI	1,578	0,008	1,566	0,005	373,79
	KO – prosjek za SL Brod	1,336	0,007	1,324	0,004	283,71
	KO – prosjek za KA	1,448	0,008	1,436	0,004	314,54
	KO – prosjek za VZ	1,720	0,008	1,708	0,004	365,94
	KO – prosjek za Vinkovce	1,406	0,008	1,394	0,005	347,41
	KO – prosjek za Vukovar	1,311	0,007	1,300	0,004	282,32
	KO – drvena sječka	1,515	1,314	0,174	0,027	53,27
	KO – prirodni plin	1,311	0,007	1,300	0,004	278,52
	KO – loživo ulje	1,427	0,009	1,413	0,005	435,71
KO – ekstralako loživo ulje	1,431	0,009	1,416	0,005	426,89	

Kod energetski učinkovitog rješenja, korištenjem obnovljivih izvora energije, očekivana emisija stakleničkih plinova iznosi:

$$EmisijaCO_2e.u.r. = 6,655439 \times 158,57 = 1.055,35tCO_2/god$$

Kod klasičnog rješenja, grijanje preko daljinskog sustava i hlađenje klasičnim rashladnicima vode:

$$Emisija CO_2k.r = 11,752879 \times 213,64 + 3,764866 \times 158,57 = 3.107,88tCO_2/god$$

Korištenjem predloženog modernog rješenja u odnosu na klasično rješenje očekuje se smanjenje emisije CO₂ za 66%.

2.6. Procjena troška investicije i operativnih troškova

Procjena investicijskog ulaganja u sustav grijanja, hlađenja, djelomične klimatizacije, klimatizacije, ventilacije, pripreme PTV-a i pripremu tehnološke pare.

SUSTAV	PROCJENA ULAGANJA (bez PDV-a)
grijanje	7.000.000,00€
hlađenje	7.000.000,00€
djelomična klimatizacija, klimatizacija i ventilacija	8.000.000,00€
priprema PTV-a	2.000.000,00€
priprema tehnološke pare	2.000.000,00€
automatska regulacija i CNUS	2.000.000,00€
UKUPNO	28.000.000,00€

Napomena: ovaj iznos sadržan je u ukupnoj procjeni izgradnje bolnice 2.500,00 €/m²

Procjena operativnih troškova (održavanje, servis)

PERIOD KORIŠTENJA	PROCJENA (bez PDV-a)
0-5 GODINA KORIŠTENJA	50.000,00€/god
5-15 GODINA KORIŠTENJA	150.000,00€/god
15-25 GODINA KORIŠTENJA	300.000,00€/god

2.7. ZAKLJUČAK

Od obnovljivih izvora realno je koristiti prirodni plin za pripremu tehnološke pare ako se kroz tehnološku razradu pokaže isplativim. U tom slučaju, prirodni plin se može koristiti za pokrivanje vršnih toplinskih opterećenja i kao parcijalni backup dizalicama topline.

Od obnovljivih izvora energije najsigurnije i najisplativije je koristiti energiju zraka. Podzemne vode i tlo su nedovoljno ispitani na lokaciji nove bolnice te je ulaganje u korištenje energije podzemnih voda i tla nesigurno. Naravno ako se u predprojektom periodu provedu sva nužna ispitivanja te kvantitetom i kvalitetom podzemnih voda i tla dokaže da mogu biti kvalitetan i pouzdan izvor energije potrebno ih je uzeti u obzir.

Potrebna energija za grijanje i hlađenje dobila bi se iz energije zraka. Energija zraka je najdostupniji obnovljivi izvor energije korištenjem kojeg prvenstveno treba voditi računa o vanjskoj površini gdje smjestiti dizalice topline zrak-voda kako bi se maksimalno smanjio mogući negativni utjecaj buke uslijed rada te minimalizirao negativni vizualni utjecaj istih.

Solarnu energiju najisplativije je koristiti pasivno kroz građevinsko oblikovanje građevine OB Šibenik i odabir građevinskih materijala te kroz izgradnju fotonaponske elektrane. Korištenje solarne energije u sustavu grijanja vode je u koliziji sa fotonaponskim sustavom pa nije primjenljivo u ovom slučaju.

Otpadna energija (otpadni zrak) iskoristiva je ovim projektom rješenjem u sustavu grijanja i klimatizacije.

Prikazanom usporedbom korištenja obnovljivih izvora energije i klasičnih sustava vidljivo je da se može koristiti cca 57% potrebne energije za grijanje, hlađenje, pripremu PTV-a i klimatizaciju iz obnovljivih izvora energije što ujedno znači cca. 66% smanjenje emisije stakleničkih plinova.

Obnovljivi izvori energije čisti su i gotovo neiscrpnri resursi koje pruža priroda. Najbolji saveznici protiv klimatskih promjena i propadanja okoliša ne stvaranjem stakleničkih plinova, za razliku od fosilnih goriva. Posljednjih godina dobivaju veću ulogu zbog pogoršanje efekta staklenika i posljedično globalno zagrijavanje. Međutim, prednosti ove čiste energije nisu samo okolišne. Oni također doprinose socioekonomskom rastu zemlje smanjujući njezinu ovisnost i potrebu za uvozom fosilnih goriva. Obnovljivi izvori energije čine održivim rješenja kako u okolišu tako i u ekonomiji lokalne i državne

zajednice. Prema dostupnim studijama, korištenje obnovljivih izvori energije stvara do pet puta više radnih mjesta od neobnovljive energije.

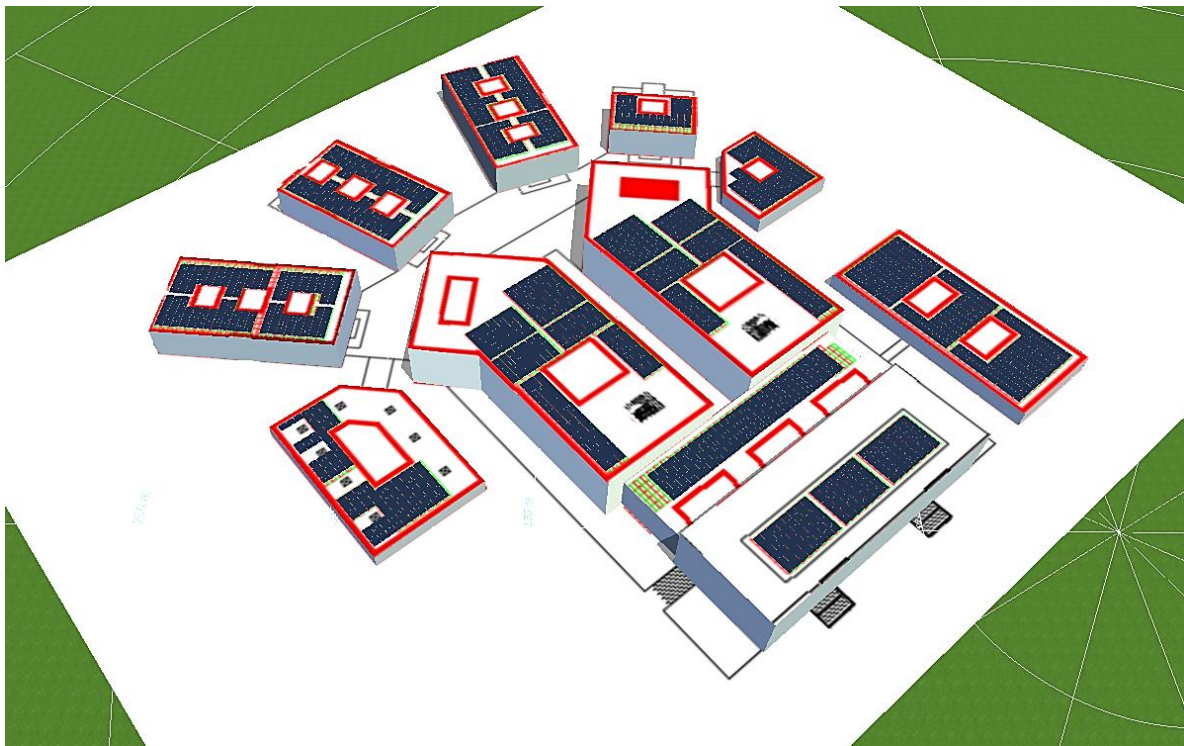
2.8. Fotonaponska elektrana

Među obnovljivim izvorima, energija Sunca je jedna od najperspektivnijih izvora energije. Fotonaponski sustavi najučinkovitije koriste sunčevu energiju te je izravno pretvaraju u električnu. Prema raspoloživim kapacitetima na krovovima se očekuje postavljanje fotonaponske elektrane koja će godišnje osigurati oko 2 MWh električne energije.

Fotonaponski moduli su izuzetno pouzdani, dugotrajni i tihi uređaji za proizvodnju električne energije. Tipičan fotonaponski modul ima učinkovitost od oko 22 posto što znači da može pretvoriti šestinu Sunčeve energije koja na nj padne u električnu energiju.

Fotonaponski sustavi ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu. Uzimajući u obzir i energiju utrošenu u proizvodnju fotonaponskih modula, oni proizvode nekoliko desetaka puta manje ugljičnog dioksida po jedinici proizvedene energije od tehnologija fosilnih goriva.

Glavni dijelovi sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu su fotonaponsko polje (sastoji se od FN panela povezanih u stringove), noseća podkonstrukcija na koju se direktno instaliraju paneli, DC/AC izmjenjivači, spojni kabeli, niskonaponska sklopna oprema i pripadni ormari.



Slika 2.1 Objekt sa fotonaponskim panelima

Klimatski podaci	Šibanik, HRV (1991 - 2010)
Izvor podataka	Meteonorm 7.2(i)c3
Snaga FN generatora	1874,74 kWp
Površina FN generatora	8.256,51 m ²
Isporuca energije korisniku	2.156.276 kWh/godina

Godišnja proizvodnja	
	kWh
Siječanj	65.173,20
Veljača	89.088,90
Ožujak	183.171,70
Travanj	225.668,80
Svibanj	284.244,90
Lipanj	305.652,70
Srpanj	311.437,20
Kolovoz	265.049,40
Rujan	188.297,70
Listopad	126.002,10
Studen	64.075,40
Prosinac	48.414,00
Ukupno	2.156.276,00

Procjena investicije: 850€/kwp = 1.593.529,00 €

Prednosti	Nedostaci
Ekonomske	Požarno opterećenje objekta
Nema potrebe za znatnim održavanjem	
Jednostavan sustav nadzora u realnom vremenu	
Visoka iskoristivost	