



PRIROČNIK ZA IZVEDBO ŠTUDIJE IZVEDLJIVOSTI ALTERNATIVNIH ENERGETSKIH SISTEMOV

November 2008


SENTRO Sustainable Energy systems in New buildings

Energetsko učinkoviti sistemi za proizvodnjo energije v novih stavbah – tržna predstavitev študije izvedljivosti, kot jo predvideva Direktiva o energetske učinkovitosti stavb

Poročilo št.: SENTRO/D4/2008/WP4

EC-pogodba: EIE/06/102/SI2.445679

www.sentro.eu

Intelligent Energy  Europe

**Avtor:**

Åsa Wahlström, SP, Švedska

Soavtorji:

Suzanne Joosen in Fieke Geurts,
Ecofys, Utrecht, Nizozemska ;
Onno Kleefkens, SenterNovem,
Nizozemska;
Marjana Šijanec Zavrl, GI ZRMK,
Ljubljana, Slovenija;
Klaus Hansen, SBI, Danska;
Egidijus Norvaisa, LEI, Litva;
Natalia Makowska, Ecofys, Poljska;
Hubert Despretz, Ademe, Francija;
Svein Ruud, SP, Švedska

Poglavje o stanju v Sloveniji:

Marjana Šijanec Zavrl, GI ZRMK

Prevod:

Jerneja Kolšek, GI ZRMK

Datum:

November 2008

Poročilo št.:

SENTRO/D4/2008/WP4

EC pogodba:


EIE/06/102/SI2.445679

Koordinator projekta:

Ecofys Netherlands BV
Utrecht, Nizozemska

Suzanne Joosen
S.Joosen@ecofys.nl

**Projekt je finančno podprt iz programa Inteligentna
energija za Evropo**

Intelligent Energy  **Europe**

Odgovornost za vsebino tega dokumenta je v celoti na strani avtorjev. Vsebine v njem ne predstavljajo mnenja Evropske skupnosti. Evropska komisija ni odgovorna za kakršnokoli rabo podanih informacij.

Opis projekta

Stavbe so odgovorne za 40% potreb po energiji v EU. Ocene kažejo, da je v sektorju stavb do leta 2010 mogoče prihraniti eno petino sedanje rabe energije. Da bi ocenjene potencialne prihranke tudi udejanjili v praksi je Direktiva EU o energetske učinkovitosti stavb (EPBD) (2002/91/EC) predpisala vrsto spodbujevalnih aktivnosti za izboljšanje energijskih lastnosti stavb. Pomemben vidik (zapisan v 5. členu) direktive EPBD je, da morajo vse države članice EU zagotoviti, da se pri novih stavbah velikosti nad 1000 m² skozi gradbeno zakonodajo preveri izvedljivosti alternativnih energetskih sistemov (AES).

Izvedbo alternativnih energetskih sistemov sedaj ovirajo visoki i stroški, pomanjkanje znanja, izkušenj in zaupanja v nove sisteme. Če naj ima 5. člen EPBD znaten učinek, morajo biti študije izvedljivosti za AES dobro umeščene v načrtovanje stavb.

Namen projekta SENTRO je razvoj in promocija „optimalnega“ pristopa za učinkovito umestitev študije izvedljivosti za alternativne energetske sisteme (čl.5 EPBD) v vsakodnevno gradbeno prakso.

Uvodne aktivnosti projekta so obsegale pregled stanja prenosa zahteve direktive po vključevanju študije izvedljivosti za AES v proces načrtovanja stavb po državah članicah. Pregled stanja je obsegal analizo pristopov po državah za aktivno vključitev zahteve v pravni red. Nadalje je sedem partnerskih držav v projektu SENTRO (Danska, Francija, Litva, Poljska, Slovenija, Švedske in Nizozemska) izdelalo pregled postopkov pri graditvi in možnih ovir pri uporabi alternativnih energetskih sistemov in študij izvedljivosti. Sledil je razvoj podpornih orodij za zgodnje ocenjevanje alternativnih energetskih sistemov, z željo da bi le ti postali sesatni del celotnega postopka načrtovanja novih stavb. Jedro projekta je predstavljalo testiranje orodij na primerih načrtovanih stavb v sodelujočih državah. Proti koncu projekta je potekalo razširjanje izkušenj v okviru nacionalnih delavnic in konferenc za dejavnike odločanja in ključne akterje procesa graditve.

Rezultati projekta (izročki) SENTRO obsegajo:

- Informacijo o statusu vloge študije izvedljivosti kot obveznosti iz EPBD v vseh EU-27 državah članicah
- Vpogled v ovire, ki ovirajo uporabo alternativnih energetskih sistemov in vpogled v možne oblike odprave ovir
- Podpora metodam in kontrolnim seznamom za umestitev študije izvedljivosti v splošno gradbeno prakso
- Pregled pridobljenih izkušenj iz preskusne uporabe SENTRO orodij in evalvacija tega elementa EPBD

Partnerji na projektu

<p>Ecofys Netherlands BV, Nizozemska</p>	
<p>SenterNovem, Nizozemska</p>	
<p>Gradbeni inštitut ZRMK, Slovenija</p>	
<p>Danski inštitut za raziskave stavb, Aalborg University Danska</p>	
<p>Litvanski energetska inštitut, Litva</p>	
<p>Ecofys Poland Sp. Z.o.o., Poljska</p>	
<p>Francoska agencija za okolje in energetska management (Ademe), Francija</p>	
<p>SP švedski tehnični raziskovalni inštitut, Švedska</p>	

Povzetek

Direktiva o energetske učinkovitosti stavb (EPBD) je predpisala obvezno presojo tehnične, okoljske in ekonomske izvedljivosti alternativnih energetskih sistemov (AES) v velikih novih stavbah. Večina držav je zahtevo prenesla v svoj pravni red na zakonski ravni, vendar izvedbena zakonodaja, tehnična navodila in orodja za podporo študijam izvedljivosti še niso v celoti pripravljena. Cilj projekta SENTRO (<http://www.sentro.eu/>) je razviti prostop za učinkovito umestitev obvezne študije izvedljivosti AES v splošen proces graditve stavb.

Del SENTRO podpornih orodij predstavlja pričujoči priročnik, ki je mišljen kot vodnik za izdelavo študije izvedljivosti in kot pomoč akterjem graditve pri uspešni umestitvi študije izvedljivosti v celotni proces načrtovanja oz. graditve stavbe. Najprej je predstavljen kontrolni seznam vidikov, ki jih je treba preveriti v zgodnjih fazah presoje različnih AES, ko potekajo razgovori med dejavniki odločanja (investitor) in med drugimi akterji vključenimi v načrtovanje stavbe. Kontrolni seznam – Excel-ova preglednica – je namenjena za zgodnje faze načrtovanja, da bi tako določili najbolj obetavne AES. Zanje (dva ali več) se v kasnejših fazah izdelava podrobnejša študija izvedljivosti. Ta priročnik pokriva tehnične, ekonomske, okoljske in organizacijske vidike, da bi tako obravnavali celotni spekter možnih ovir za uporabo AES.

Kot podpora za dvig ozaveščenosti so v dodatku B priročnika predstavljeni nekateri primeri dobre prakse pri študijah izvedljivosti, kot so bili izdelani v sodelujočih državah do sedaj. V dodatku E priročnik prinaša seznam programskih orodij, ki so nam lahko v pomoč pri izvajanju študij izvedljivosti.

Kazalo vsebine

Opis projekta	iii	
Partnerji na projektu	iv	
Povzetek	v	
1 Predstavitev problematike	1	
1.1	5. člen direktive EPBD	1
1.2	Cilj projekta SENTRO	2
1.3	Priročnik	2
1.4	Pregled orodij (razvitih v okviru projekta SENTRO) v podporo študiji izvedljivosti	5
2 Prenos študije izvedljivosti alternativnih energetskih sistemov v običajno gradbeno prakso	7	
2.1	Ovire in začetna izhodišča razvitega pristopa	7
2.2	Kdaj (oz. v kateri fazi v celotnem procesu gradnje) izvesti študijo izvedljivosti AES?	8
2.3	Akterji, vpleteni v študijo izvedljivosti	12
2.3	Akterji, vpleteni v študijo izvedljivosti	13
3 Seznam kontrol, ki jih je potrebno izvesti v okviru študije izvedljivosti	15	
3.1	Namen	15
3.2	Opis metode	16
3.3	Kako uporabiti seznam potrebnih kontrol?	17

4	Kako preučiti tehnični vidik problema v študiji izvedljivosti?	19
4.1	Tehnični parametri	20
4.2	Simulacije porabe energije za različne alternative energetskega sistema objekta	21
4.3	Spremembe v prostoru, ki ga zahteva inštalacija potrebne opreme pri določenem energetskega sistemu, in druge gradbene zahteve	21
5	Kako preučiti finančni vidik problema v študiji izvedljivosti?	22
5.1	Računske metode za oceno finančnih vplivov	22
5.2	Možnosti financiranja	26
6	Kako preučiti organizacijski vidik problema v študiji izvedljivosti?	27
6.1	Terminsko planiranje in planiranje prioritet	27
6.2	Zagotavljanje ustreznega znanja oz. ustrezno usposobljenega osebja	28
6.3	Dolgoročna projektna organizacija	29
6.4	Tržne prednosti energetske učinkovitih stavb	30
7	Kako preučiti okoljski vidik problema v študiji izvedljivosti?	31
7.1	Vpliv različnih vrst energentov na varovanje okolja	31
7.2	Letna poraba energije v odvisnosti od vrste energenta	31
7.3	Učinek emisij proučevanih energetskega sistemov na naravno okolje	34
7.4	Lokalne prepovedi in omejitve glede izpusta emisij	35
7.5	Izračun primarne rabe energije	35
8	Zakonodaja o študijah izvedljivosti AES v Sloveniji	37
8.1	Podlaga v Energetskem zakonu	37
8.2	Kaj določa slovenski pravilnik	38
8.3	Metodologija študije izvedljivosti	38
8.4	Študije izvedljivosti in PURES 2008	39

9 Viri	40
Dodatek A: Predstavitev študije izvedljivosti na praktičnem primeru	42
A.1 Predstavitev problema	42
A.2 Prva izbira AES z uporabo seznama kontrol za predoceno izvedljivosti energetskega sistema	42
A.3 Proučitev problema s tehničnega vidika	44
A.4 Proučitev problema z organizacijskega vidika	45
A.5 Proučitev problema s finančnega vidika	45
A.6 Proučitev problema z vidika varovanja okolja	47
A.7 Priporočen seznam indikatorjev, ki naj bi se uporabil pri pripravi študije izvedljivosti	50
Dodatek B: Primeri dobre prakse	53
B.1 Švedski primer	53
B.2 Nizozemski primer	58
B.3 Francoski primer	61
B.4 Slovenski primer	64
B.5 Litvanski primer	71
Dodatek C: Opis alternativnih energetskega sistemov	75
Dodatek D: Odgovori na najbolj pogosta vprašanja	84
Dodatek E: Primeri orodij in metod, uporabnih pri izvedbi študije izvedljivosti	87

1 Predstavitev problematike

V Direktivi o energetske učinkovitosti stavb (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD) predpisuje EU svojim državam članicam sledeče zahteve:

- › priprava enotne metodologije izračuna energetske učinkovitosti stavb;
- › določitev minimalnih zahtev energetske učinkovitosti pri gradnji novih in prenovah velikih obstoječih stavb;
- › vpeljava obvezne študije izvedljivosti alternativnih energetskih sistemov (AES) pri gradnji novih stavb z več kot 1000 m² uporabne površine (tehnična, okoljska in ekonomska proučitev možnosti vgradnje AES, kot npr. obnovljivi viri energije, sistemi za soproizvodnjo toplote in elektrike, daljinsko ali skupinsko ogrevanje/hlajenje, toplotne črpalke...);
- › certificiranje energetske učinkovitosti stavb in
- › redno pregledovanje kurilnih naprav in klimatizacijskih sistemov v stavbah ter poleg tega tudi ocenjevanje ogrevalnih sistemov, katerih kurilne naprave so starejše od 15 let.

Te zahteve naj bi do 4. januarja 2006 izpolnile vse države članice EU. Le za zadnji dve zahtevi (certificiranje in pregledovanje) so lahko te, zaradi pomanjkanja kvalificiranih in/ali pooblaščenih strokovnjakov, izkoristile obdobje dodatnih treh let (do januarja 2009).

Doslej se je bistveno več pozornosti namenjalo metodologijam izračuna energetske učinkovitosti in certificiranja stavb, manj pa študiji izvedljivosti AES. Zato se priročnik, ki je pred vami, posveča prav temu: podana bosta torej opis in razlaga študije izvedljivosti, kot jo zahteva direktiva EPBD.

1.1 5. člen direktive EPBD

Zahteve glede študije izvedljivosti AES zajema 5. člen direktive EPBD.

5. Člen direktive EPBD: Študija izvedljivosti AES (2002/91/EG)

Za nove stavbe z nad 1000 m² uporabne površine je potrebno pred pričetkom gradnje tehnično, okoljsko in ekonomsko preučiti možnosti uporabe alternativnih sistemov, kot npr.:

- decentralizirane energetske-oskrbovalne sisteme, ki temeljijo na obnovljivih virih energije,
- sistemi za soproizvodnjo toplote in elektrike,
- daljinsko ali skupinsko ogrevanje/hlajenje, če je le-to na voljo,
- toplotne črpalke pod določenimi pogoji.



Ozadje evropske zakonodaje

Namen zahtev študije izvedljivosti v 5. členu EPBD je predvsem promocija prihrankov, ki jih je mogoče doseči pri energetske-učinkovitih sistemih in sistemih, ki izkoriščajo obnovljive vire energije, saj se v običajni gradbeni praksi danes priložnosti za uporabo tovrstnih sistemov večinoma ne proučujejo, vsaj v polni meri ne. Ukrepi, ki znižujejo potrebo stavbe po energiji (npr. toplotna izolacija), so podrobneje povzeti in obravnavani v drugih členih direktive.

V okviru splošnega načela o vključitvi študije izvedljivosti v nacionalno zakonodajo lahko vsaka država članica sama presodi in določi ukrepe, kako to izvesti, in sicer tako kot to najbolj ustreza njeni konkretni individualni situaciji (podporno načelo). Tako so se nekatere države odločile za splošno nacionalno študijo lokalnega tržišča (pogojev, omejitev in možnosti), katere rezultat je bil seznam energetske varčnih ukrepov, ki v splošnem izkazujejo potencial ekonomske upravičenosti. Na Portugalskem in v Španiji je to tako npr. vodilo do zahtev po solarnih toplotnih sistemih. Kljub vsemu so izkušnje vodilnih držav (kot npr. Nizozemske, Danske, Švedske) pokazale, da je za doseganje optimalnega energetskega koncepta vedno potrebna ne le proučitev lokalnih pogojev tržišča, ampak tudi proučitev karakteristik vsake posamezne stavbe. Zato se študija izvedljivosti AES priporoča za vsak objekt posebej. So pa takšne (prej omenjene) splošne študije tržišča kljub vsemu koristne. Na Nizozemskem se je tako npr. na tej osnovi razvila baza za standard o minimalnih zahtevah energetske učinkovitosti pri gradnji novih in prenovah velikih obstoječih stavb.

1.2 Cilj projekta SENTRO

SENTRO je evropski projekt v okviru programa Inteligentna energija za Evropo (IEE). Ime SENTRO je v resnici kratica angleškega naziva projekta "Sustainable Energy systems in New buildings - market introduction of feasibility studies under the Directive on Energy Performance of Buildings" (*slovensko*: "Trajnostni energetske sistemi v novih stavbah – uveljavitev študije izvedljivosti po Direktivi o energetske učinkovitosti stavb"). Glavni namen projekta je razvoj in promocija najbolj optimalnega pristopa za učinkovito umeščanje študije izvedljivosti v proces graditve (izdelava SENTRO kontrolne liste v obliki tabele za vrednotenje variant energetske sistemov s točkovanjem ter brošure z napotki za investitorja s primeri). Tudi ta priročnik je eden izmed produktov projekta.

1.3 Priročnik

Namen priročnika je podati glavna vodila, kako izvesti študijo izvedljivosti in kako jo vključiti v celostni proces načrtovanja in graditve, kar je nujen ukrep za karseda optimalni učinek zahtev direktive EPBD po učinkoviti rasti držav članic EU na področju uporabe AES. Ravno natančna in dobra komunikacija glede tehničnih, ekonomskih, okoljskih in organizacijskih zahtev in priložnosti je namreč ključni element uspešne implementacije tovrstnih sistemov. Prav tako je cilj tega priročnika identifikacija ovir in

potencialov pri izvedbi študije izvedljivosti, da bi ovire v praksi lažje premagovali, potenciale pa čim učinkoviteje izkoriščali.

Komu je priročnik namenjen?

Priročnik je strukturiran tako, da sledi korakom, po katerih naj bi se študija izvedljivosti izvajala v praksi, in je v prvi vrsti namenjen dvema ciljnim skupinama: *akterjem*, *ključnim pri sprejemanju raznoranih odločitev v procesu graditve*, in *svetovalcem*.

Pregled pristopov za vključevanje študije izvedljivosti v proces graditve je namenjen predvsem **vsem akterjem, ključnim pri sprejemanju odločitev v tem procesu** (občinske uprave, investitorji in projektanti, izvajalci ...). Njim sta namenjeni predvsem poglavji 2 in 3 ter dodatka B in D.

Poglavja 4 – 7 podajajo podrobnejše informacije o tem, kako izvesti študijo izvedljivosti, in so primarno namenjena **svetovalcem**, ki bodo zahtevano študijo tudi izvajali. Prav tako so jim namenjeni tudi dodatki A, C in E, ki naj bi jim bili v pomoč pri njihovem delu na zahtevah 5. člena EPBD.

In podrobnejša vsebina priročnika?

Kot smo že omenili, je glavni namen projekta SENTRO, razviti in testirati pristop učinkovite izvedbe in prenosa študije izvedljivosti AES v proces graditve. Vendarle pa projekt ne bo podal odgovora na vprašanje, kaj je *učinkovito* in kaj ne. Tako bo ostajala ocena učinkovitosti obravnavanega sistema subjektivne narave in bo seveda odvisna od osebnih ambicij ključnih akterjev pri sprejemanju končne odločitve “za” ali “proti” sistemu (ocena investitorja bo verjetno nekoliko drugačna od ocene investitorjev in načrtovalcev stavbe, spet svoje stališče bodo zagovarjali projektanti in inštalaterji...).

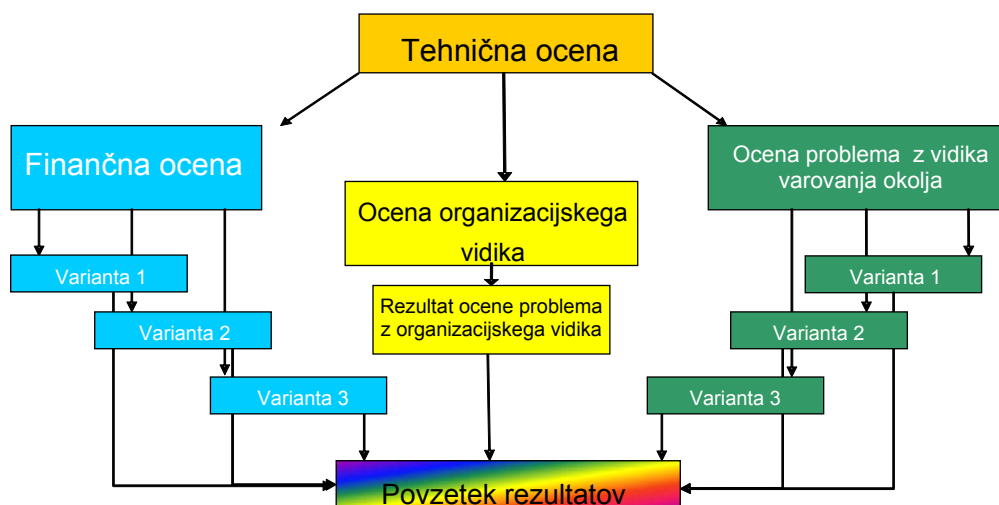
Predlagan pristop k izvedbi AES študije izvedljivosti sestoji iz seznama kontrol za grobo predoceno učinkovitosti obravnavanih variant ter metode za bolj detajlne analize tistih variant, ki izkazujejo večji potencial učinkovitosti.

S pomočjo seznama kontrol za grobo predoceno se najprej izločijo tiste izpostavljene opcije AES, ki so nerealne ali manj realne, nato pa izpostavijo preostale (vsaj dve) glede na lokalne pogoje in stavbne karakteristike in s stališča učinkovitosti zanimive rešitve. Rezultati se predstavijo še pred sklenitvijo končne odločitve (najpogosteje v fazi projektiranja). Omenjeni seznam bo natančneje opisan v naslednjem poglavju.

5. člen direktive EPBD (2002/91/EC) zahteva premislek o tehnični, okoljski in ekonomski plati obravnavanega AES. Tesno povezan s tehničnim in ekonomskim vidikom je tudi organizacijski vidik, ki ga je zato ravno tako potrebno vključiti v analize. Tako se posledično detajlna študija izvedljivosti vrši v štirih korakih: tehničnem, ekonomskem, okoljskem in organizacijskem.

- Najprej je potrebno izvesti tehnično oceno problema, s katero opredelimo, ali je vgradnja AES z nižjim vplivom na onesnaževanje okolja v primerjavi s konvencionlanimi sistemi sploh smiselna. To vključuje določitev potrebnih kapacitet AES in velikosti za to potrebnega prostora ter napora pri vgradnji zaradi inštalacijskih zahtev. Glede na karakteristike sistema se izračuna še zahteva stavbe po energiji v fazi njenega obratovanja v primeru vgradnje obravnavanega sistema. Rezultat tehnične ocene se uporabi za izvedbo okoljske in ekonomske ocene upravičenosti sistema.
- Finančna ocena problema obravnava več scenarijev *investicijskih* (sama nabava opreme, pa tudi strošek dela pri inštalaciji in projektiranju) *in obratovalnih stroškov* (strošek obratovanja pri različnih scenarijih rasti/padanja cene energenta in diskontne stopnje ter strošek vzdrževanja). Prav tako mora biti podan vpogled v možne oblike financiranja (Poglavje 5).
- Organizacijski vidik ocene sistema predvidi aktivnosti, ki bodo potrebne za njegovo implementacijo in uspešno obratovanje. Tu se tako npr. premisli, ali razpoložljive kapacitete zaposlenih in njihove usposobljenosti ustrezajo zahtevam obravnavanega sistema itd. (Poglavje 6).
- Okoljska ocena se navadno izvede za različne možne kombinacije porabe elektrike in drugih energentov. Prav tako se tu obravnava več različnih možnih scenarijev prihodnjega prehoda na drug energent, kot npr. pri daljinskem ogrevanju (Poglavje 7).

Vsi zbrani in izračunani rezultati morajo prispevati k učinkoviti izbiri za objekt in okolico najoptimalnejšega AES (glej odstavek 1.1 v dodatku A).



Slika 1.1 Diagram poteka študije izvedljivosti po posameznih fazah.

Definicije v priročniku najpogosteje uporabljenih pojmov:

- Pojem **“pristop”** se nanaša na splošno metodo za vključevanje študije izvedljivosti v proces graditve. Nanaša se na seznam potrebnih kontrol za grobo predoceno in priročnik za podrobnejšo analizo kot dve podporni orodji (Tabeli 2.1 in 2.2).
- Pojem **„seznam kontrol”** se nanaša na grobo predoceno učinkovitosti nekega AES.
- Pojem **„študija izvedljivosti”** se nanaša na detajlno tehnično, okoljsko, ekonomsko in organizacijsko analizo učinkovitosti in ustreznosti nekega AES.
- Pojem **“alternativni energetski sistem (AES)”**, kot je definiran v 5. členu direktive EPBD, se nanaša bodisi na energetsko učinkovit sistem ali pa na sistem, ki temelji na obnovljivih virih energije.

1.4 Pregled orodij (razvitih v okviru projekta SENTRO) v podporo študiji izvedljivosti

V okviru projekta SENTRO je bilo razvitih več orodij v podporo študiji izvedljivosti. Tabela 1.1 ponuja pregled nad razvitimi orodji, prav tako pa navaja tudi ciljne skupine, katerim je posamezno orodje namenjeno.

Tabela 1.1 Pregled nad razvitimi SENTRO-orodji

SENTRO orodje	Komu namenjeno?	Kdaj se uporabi?	Kje v priročniku je opisano?
Dokumentacija za zviševanje ozaveščenosti - Primeri dobre prakse - FAQs	Politični akterji, investitorji	Faza planiranja	Dodatek B in Dodatek D
Seznam kontrol za grobo predceno – Izločitev neustreznih (nerealnih) rešitev	Vsi ključni akterji, vključeni v proces graditve	Faza izbiranja najustrežnejše rešitve	Poglavje 3 in spletna stran projekta www.sentro.eu
Priročnik za izvajanje študije izvedljivosti	1. Akterji, ključni pri sprejemanju odločitev v procesu graditve (občinske uprave, investitorji in načrtovalci pri projektih nepremičnin, izvajalci instalacij in projektanti...) 2. Svetovalci	1. Faza planiranja, kjer se najprej pojavi potreba po študiji izvedljivosti 2. Faza izbiranja najustrežnejše rešitve in faza projektiranja (PGD), kjer se študija izvedljivosti tudi v resnici izvede	1. Poglavji 2 in 3 2. Poglavja 4 - 7
Metode za izračun – Pregled nad orodji za izvedbo študije izvedljivosti	Svetovalci	Faza izbiranja najustrežnejše rešitve in faza projektiranja (PGD)	Dodatek E in spletna stran projekta www.sentro.eu

2 Prenos študije izvedljivosti alternativnih energetskih sistemov v običajno gradbeno prakso

2.1 Ovire in začetna izhodišča razvitega pristopa

Projekt SENTRO je začel s pregledom (1) stanja in pristopov, ki jih članice EU-27 uporabljajo pri prenosu 5. člena EPBD v njihove nacionalne zakonodaje ter (2) ovir ter možnih rešitev zanje pri uvajanju študij izvedljivosti AES v njihov tradicionalni proces graditve. Rezultati so pokazali na najbolj optimalen način za vpeljavo in uveljavitev študije v ta proces; pristop prikazujeta tabeli 2.1 in 2.2.

Razlikujemo lahko med tremi različnimi situacijami, kjer je študija izvedljivosti nujna:

- 1) nove velike individualne javne ali stanovanjske stavbe,
- 2) nove stanovanjske soseske in
- 3) prenove obstoječih stavb.

Prav tako so možne kombinacije teh treh osnovnih situacij. Ker se 5. člen EPBD osredotoča na nove stavbe, je tudi pristop, opisan v tem priročniku, skoncentriran na prvi dve izmed zgoraj naštetih možnosti, medtem ko je tretja z izjemo primerov, ko je stavba popolnoma prenovljena in lahko praktično govorimo o novi stavbi, izvzeta.

Za prva dva primera je pristop zelo podoben, razlikuje pa se po svoji kompleksnosti. Priročnik pojasni pristop in orodja za nove individualne stavbe. Za razliko od razvoja slednjih se razvoj celotnega stanovanjskega območja razlikuje zlasti po tem, da so možnosti za energetski sistem in energetsko infrastrukturo bistveno obsežnejše, posledično pa je študija izvedljivosti bolj kompleksna in mora biti izvedena že na samem začetku procesa graditve. Tako se že na samem začetku npr. Izvede odločitev glede energetske infrastrukture.

Ozadje evropske zakonodaje

Namen zahtev študije izvedljivosti v 5. členu EPBD je predvsem promocija prihrankov, ki jih je mogoče doseči pri energetsko-učinkovitih sistemih in sistemih, ki izkoriščajo obnovljive vire energije, saj se v običajni gradbeni praksi danes priložnosti za uporabo tovrstnih sistemov večinoma ne proučujejo, vsaj v polni meri ne. Ukrepi, ki znižujejo potrebo stavbe po energiji (npr. toplotna izolacija), so podrobneje povzeti in obravnavani v drugih členih direktive.

To je tudi razlog, zakaj se pristop, razvit v okviru projekta SENTRO, prav tako osredotoča na AES, čeprav istočasno upošteva tudi, da morajo biti s stavbo povezani ukrepi, kot so izolacija, prezračevanje in uporaba dnevne svetlobe, vedno vključeni v skupni energetske koncept. Modularna/prilagodljiva struktura seznama kontrol za grobo predoceno ustreznosti AES zato omogoča tudi upoštevanje teh vidikov.

Pomen dobro zasnovanega celostnega koncepta

Namen zahtev študije izvedljivosti v 5. členu EPBD je predvsem promocija prihrankov, ki jih je mogoče doseči pri energetsko-učinkovitih sistemih in sistemih, ki izkoriščajo obnovljive vire energije. Kljub vsemu morajo biti AES povezani skladno z drugimi s stavbo povezanimi ukrepi (izolacija, uporaba dnevne svetlobe...) v skupen in učinkovit energetski koncept.

2.2 Kdaj (oz. v kateri fazi v celotnem procesu gradnje) izvesti študijo izvedljivosti AES?

V splošnem obsega proces graditve naslednjih šest faz:

- Faza planiranja (zasnova)
- Faza zbiranja različnih možnih rešitev in izločanja manj primernih (programska faza)
- Faza izbiranja najustreznejše rešitve
- Faza projektiranja
- Faza fizične gradnje
- Faza obratovanja

Pomni: Faze procesa graditve se seveda razlikujejo od države do države, vendar je v splošnem te faze povsod mogoče razdeliti v zgornjih 6 kategorij.

Naštete faze shematično prikazuje tabela 2.1., kjer so istočasno prikazani tudi izsledki raziskave, prav tako izvedene v okviru projekta SENTRO, ki kažejo na ukrepe, ki so nujni za implementacijo študije izvedljivosti (Hansen, 2007). Tabela prav tako vključuje priporočila, kdaj uporabiti določen del tega priročnika.

Znotraj projekta SENTRO je bilo ugotovljeno (Hansen, 2007), da so pri izbiri za objekt najustreznejšega energetskega sistema odločilnega pomena prve tri faze od zgoraj naštetih: *faza planiranja, faza izbiranja najustreznejše rešitve in faza priprave projektne dokumentacije*. Prav tako ključnega pomena je seveda *faza zbiranja različnih možnih rešitev in izločanja manj primernih (programska faza)*, saj se tu ponuja priložnost za predstavitev alternativnih energetskega sistemov. Prav tako zaključki projekta izpostavljajo, da mora biti premislek o izvedljivosti AES vključen že v samih zgodnjih fazah procesa graditve, najbolje že v sami fazi planiranja, saj se lahko “za” ali “proti” določenemu AES odločimo že na podlagi odločitev urbanističnega planiranja. Tako naj bi se študija izvedljivosti izvajala postopno, tekom posameznih faz gradbenega

procesa, s čimer naj bi postajala vse bolj detajlna. Omenjeni proces bo opisan na koncu poglavja.

Verjetnost doseganja visoko kakovostnih in stroškovno optimalnih stavb glede na čas vključitve študije izvedljivosti v proces graditve

Verjetnost, da bi našli ustrezen rešitev za uresničitev optimalnega energetskega koncepta v zgradbi, se tekom procesa graditve zmanjšuje »po obliki lijaka« (glej zeleno polje v tabeli 2.1). To pomeni, da imamo npr. v primeru, da se razmislek o AES vključi šele v fazi priprave projektne dokumentacije, bistveno manj možnosti za uspešno rešitev problema kot v primeru, ko se ta razmislek vključi že v fazi planiranja. Seveda je verjetnost doseganja visoke kakovosti objekta, o kateri govorimo, tesno povezana tudi s stroški projekta. Večja kot je ta verjetnost, nižje stroške lahko pričakujemo, in obratno. (Prins, 2006; WBCSD, 2007)

Vključevanje razmisleka o AES v najzgodnejših fazah projekta je mogoče doseči tako, da zagotovimo, da dobi ta tema svoje mesto na urniku projektних sestankov. V podporo in pomoč pri zviševanju zavedanja o AES, se lahko uporabi osnovne opise najpogostejših AES kot tudi nacionalne primere dobre prakse v dodatkih B in C. Dodatek D podaja odgovore oz. komentarje na najpogostejše očitke oz. predsodke, ki nasprotujejo uporabi AES.

Glede na to, kakšni ukrepi se na nacionalni ravni države trenutno izvajajo za izpolnjevanje zahtev 5. člena direktive EPBD, obstajajo 3 možne nadaljnje poti za zviševanje zavedanja o pomenu AES:

- 1) Kjer je študija izvedljivosti že obvezna po državnih pravilnikih in zakonih, je potrebno zagotoviti ustrezen nadzor nad izpolnjevanjem teh zahtev s strani vseh ključnih akterjev.
- 2) Kjer je študija izvedljivosti v državnih pravilnikih in zakonih zahtevana le implicitno, torej je sicer vsebovana, ni pa točno določena, je treba ves nadaljnji napor usmeriti v vzbujanje zavedanja o pomembnosti vključitve razmisleka o AES v energetske izračune ter natančni določitvi postopka študije izvedljivosti AES.
- 3) Kjer v državnih pravilnikih in zakonih (še) ne obstaja niti implicitna zahteva po študiji izvedljivosti, je potrebno v naslednjem koraku zagotoviti neke vrste "obvezo" gradbenega sektorja, da se bo možnost izvedljivosti AES v gradbenem procesu kljub temu proučevala.

Faza planiranja

V prvi fazi procesa graditve (faza načrtovanja oz. planiranja) se sklepajo osnovne odločitve o objektu glede na možnosti energetske infrastrukture področja, kjer se bo leta gradil. Občinski načrti preskrbe območja s toplotno energijo lahko imajo odločilen vpliv na dejansko možnost vključitve AES. Če se tako npr. občina odloči razširiti mrežo daljinskega ogrevanja do novih območij gradenj in v kolikor se toplota za daljinsko

mrežo zagotavlja npr. s pomočjo toplote odpadkov, biomase, toplotnih črpalk ali geotermalne energije, se lahko s tem izboljša situacija na področju uporabe in zavedanja o pomenu AES v občini. Faza planiranja naj bi tako vsebovala študijo izvedljivosti AES na nivoju lokalnih možnosti in s tem v zvezi možnosti in potreb stavbe.

Faza zbiranja različnih možnih rešitev in izločanja manj primernih

Na tem nivoju planer ob sodelovanju z investitorjem specificira posebne potrebe in zahteve lastnika oz. bodočega uporabnika objekta. Prav tako se na tej stopnji prične zbiranje informacij o možnih oblikah AES (ki bodo morda predmet podrobnejše obravnave v sledečih fazah) glede na možnosti energetske infrastrukture, določene v predhodni fazi. Na tej stopnji lahko projektni partnerji uporabijo kontrolni seznam za izločitev najbolj obetavnih variant (vsaj dveh), ki se bodo nato podrobneje raziskale na naslednji stopnji gradbenega procesa.

Faza izbora najustreznejše rešitve

V tej fazi se ob sodelovanju z investitorjem določijo estetske in funkcionalne zahteve objekta, opredelita se tehnična in finančna plat projekta, prav tako pa se izpostavijo tudi principi obratovanja, vzdrževanja in financiranja. Optimizira se energetska bilanca stavbe (izračunajo in optimizirajo se toplotne izgube in dobitki ter istočasno optimizira stavbni ovoj). Proučijo se tudi izbrane alternativne variante objekta (skupaj z okoljsko, ekonomsko, organizacijsko in tehnično oceno možnosti uporabe izpostavljenih AES), pri čemer si planerji lahko pomagajo s tem priročnikom in drugimi orodji, dostopnimi na tržišču.

Faza projektiranja

V fazi projektiranja se dokončno izbere energetska sistem, ki bo vgrajen v objekt. Rezultat projektne dela na tej stopnji je končno poročilo finalizirane študije izvedljivosti, ki ga je potrebno priložiti k vlogi za pridobitev gradbenega dovoljenja skupaj z ostalo projektno dokumentacijo.

Tabela 2.1 Shematični diagram poteka procesa graditve z opisi posameznih faz in izpostavljenimi ključnimi akterji po posameznih fazah ¹.

Gradbeni proces	Ključni akterji	Opis
Planiranje	<ul style="list-style-type: none"> - Občina - Dobavitelji energije - investitorji 	<p>Urbanistično planiranje z upoštevanjem obstoječe energetske infrastrukture in občinskih načrtov zagotavljanja toplotne energije</p> <p>Določitev ovir glede števila, velikosti in uporabe stavb v tem območju</p>
Faza zbiranja različnih možnih rešitev in izločanja manj primernih	<ul style="list-style-type: none"> - Investitor ali razvojniki projekta - Svetovalci 	<p>Definicija posebnih potreb in zahtev lastnika oz. bodočega uporabnika objekta</p> <p>Zbiranje informacij o možnih oblikah AES glede na možnosti energetske infrastrukture, določene v predhodni fazi</p> <p>Določitev estetskih in funkcionalnih zahtev objekta</p>
Faza izbora najustreznejše rešitve	<ul style="list-style-type: none"> - Investitor ali razvojniki projekta - Arhitekt - Svetovalci 	<p>Opredelitev tehnične in finančne plati projekta ter principov obratovanja, vzdrževanja in financiranja</p> <p>Optimizacija energetske bilance stavbe</p> <p>Proučitev izbranih alternativnih variant objekta (skupaj z AES)</p> <p>Izbere se optimalna izmed alternativnih rešitev, ki so bile proučevane v predhodni fazi</p>
Faza projektiranja	<ul style="list-style-type: none"> - Investitor ali razvojniki projekta - Arhitekt - Inženirji - Svetovalci 	<p>Na tej osnovi se projekt konkretizira</p> <p>Prilagoditev projektna dokumentacija kot osnova za pridobitev gradbenega dovoljenja, za razpis in kasneje za sklepanje podizvajalskih pogodb</p>
Gradnja	<ul style="list-style-type: none"> - Podizvajalci - Inštalaterji 	<p>GOI dela (gradbena, obrtniška in inštalaterska dela) vse do izdaje dovoljenja za uporabo</p>
Obratovanje	<ul style="list-style-type: none"> - Lastniki - Uporabniki - Inštalaterji 	<p>Objekt v uporabi (obratovanje, vzdrževanje, renovacija)</p>

1) Pomni: Faze, navedene v tabeli zgoraj, se seveda razlikujejo od države do države, vendar je v splošnem te faze povsod mogoče opredeliti tako, kot navaja tabela (razen nekaterih podobnosti).



Verjetnost doseganja visoko kakovostnih in stroškovno optimalnih stavb glede na čas vključitve študije izvedljivosti v proces graditve

Tabela 2.2 Aktivnosti vključevanja študije izvedljivosti v proces graditve in podpora orodja zanje

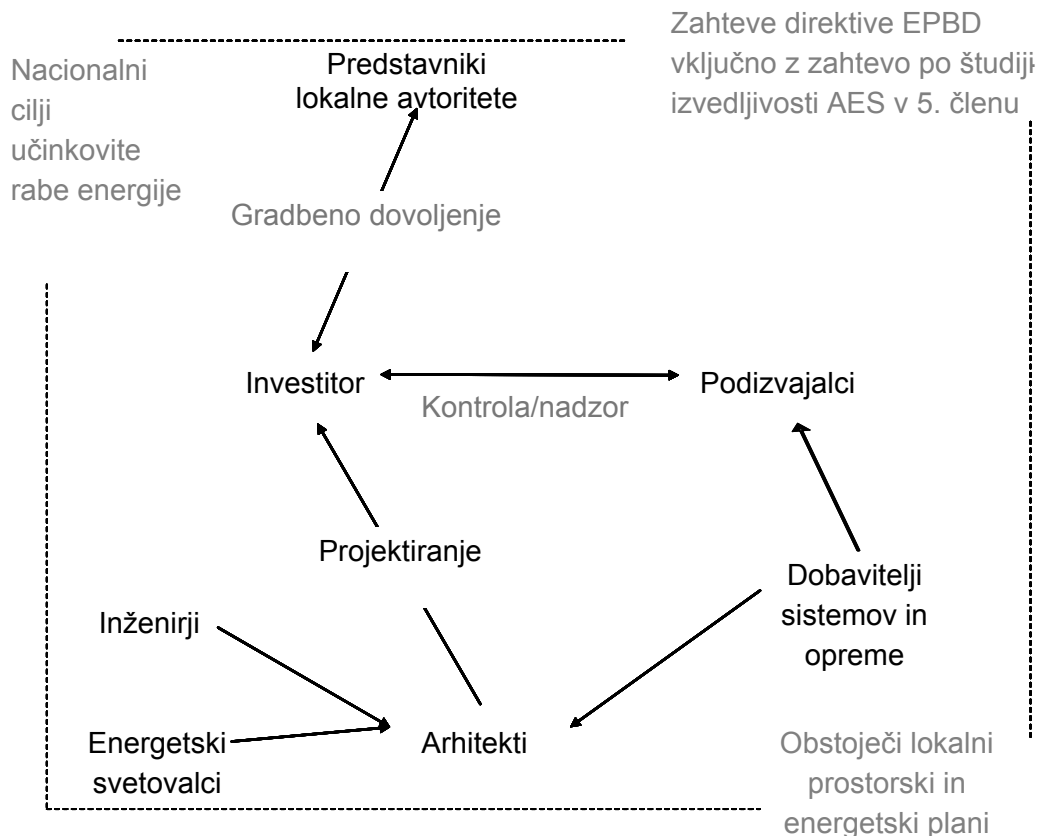
Gradbeni proces	Aktivnosti vključevanja študije izvedljivosti AES	
Planiranje *	<ul style="list-style-type: none"> - Priprava izhodišč - Spodbujanje zavedanja o AES - Vpogled v potencialno možne AES na možnosti in pogoje lokacije in stavbe same - Zahteva po študiji izvedljivosti 	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> SENTRO Primeri dobre prakse Ozaveščanje Primere dobre prakse FAO </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;"> SENTRO Priročnik – Študija izvedljivosti, zahtevane specifikacije </div>
Faza zbiranja različnih možnih rešitev in izločanja manj primernih	<ul style="list-style-type: none"> - Določitev energetskega zahtev - Izločitev neprimernih rešitev 	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> SENTRO Kontrolni seznam </div>
Faza izbora najustrežnejše rešitve	<ul style="list-style-type: none"> - Iskanje razlogov “za” in “proti” vsaki izmed izpostavljenih rešitev, ki so potencialno možne (vsaj 2), s pomočjo detajlne študije izvedljivosti 	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> SENTRO Priročnik – priročnik za izvedbo študije izvedljivosti s priporočili za programsko opremo, ki naj bi jo pri tem uporabili </div>
Faza projektiranja	<ul style="list-style-type: none"> - Izbira optimalnega koncepta stavbe in optimalnega energetskega sistema - Specifikacija energetskega koncepta 	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> Metodologija za izračun – različni nacionalni in mednarodni softveri </div>
Gradnja	<ul style="list-style-type: none"> - Izbor podizvajalcev in inštalaterjev 	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> <i>Gradbeno dovoljenje</i> </div>
Obratovanje	<ul style="list-style-type: none"> - Integracija elementov izbranega energetskega koncepta - Spremljanje dejanske energetske bilance stavbe 	<p>*V posameznem primeru stavbe, se lahko aktivnosti faze planiranja izvedejo tudi v fazi zbiranja različnih možnih rešitev</p>



Verjetnost doseganja visoko kakovostnih in stroškovno optimalnih stavb glede na čas vključitve študije

Akterji, vpleteni v študijo izvedljivosti

V okviru projekta SENTRO je prav tako bila izvedena raziskava, kako se posamezne države članice soočajo z zahtevo direktive EPBD po študiji izvedljivosti (Sijanec Zavrl, 2007). Identificirani so bili akterji, ključni na področju implementacije 5. člena EPBD in integracije študije izvedljivosti v proces graditve, pa tudi akterji, ključni pri spodbujanju (finančnem...) odločitev za AES. Rezultate prikazuje Tabela 2.2.



Slika 2.1 Akterji, ključni na področju predstavitev/promocije študije izvedljivosti AES, skupaj z robnimi pogoji, o katerih je prav tako potrebno premisliti (primer).

Tako lahko govorimo o več skupinah ključnih akterjev:

(1) Ker je njihova primarna odgovornost preučiti različne možne variante in izbrati optimalno zasnovo objekta, ki bo odgovarjala tako potrebam in željam investitorja kot lokalnim in nacionalnim zahtevam, imajo pri implementaciji študije izvedljivosti pomembno vlogo *arhitekti*.

(2) Za izčrpno tehnično, okoljsko in ekonomsko analizo izvedljivosti AES je potrebno ustrezno usposobljeno strokovno osebje (*inženirji, svetovalci...*), ki mora imeti na razpolago tudi primerno orodje.

(3) EPBD metodologija za izračun se bo sproti posodabljala s podatki, ki jih bodo zagotovili *dobavitelji opreme*.

(4) *Predstavniki lokalnih oblasti* bodo preverjali in nadzirali vključevanje študije izvedljivosti AES v procese graditve.

(5) V fazi gradnje (izvedbeni fazi) sodelujejo *podizvajalska podjetja, dobavitelji opreme in gradbeni inšpektorji*, zato lahko trdimo, da se ravno v delu teh akterjev odraža odziv tržišča na prizadevanja vršilcev zahtev direktive EPBD glede nizkoemisijskih energetske tehnologij.

(6) Zaradi splošnega problema glede ekonomičnosti AES je jasno, da bodo nacionalni in lokalni cilji racionalne rabe energije in večje rabe obnovljivih energetske virov, podprti s finančnimi spodbudami za izbrane programe energetske tehnologij, igrali ključno vlogo pri doseganju ciljev 5. člena direktive EPBD. Tu bodo zopet pomembni *predstavniki lokalnih in državne oblasti*.

(7) Integrirano načrtovanje objektov postaja vse pogostejše, zlasti če govorimo o nizkoenergetskih objektih. V tem primeru lahko ključni akterji sodelujejo v t.i. "partnerstvu" (glej poglavje 6.3), kar pomeni, da bodo *energetski svetovalci* igrali večjo vlogo v okviru študije izvedljivosti. To prikazuje slika 2.1.

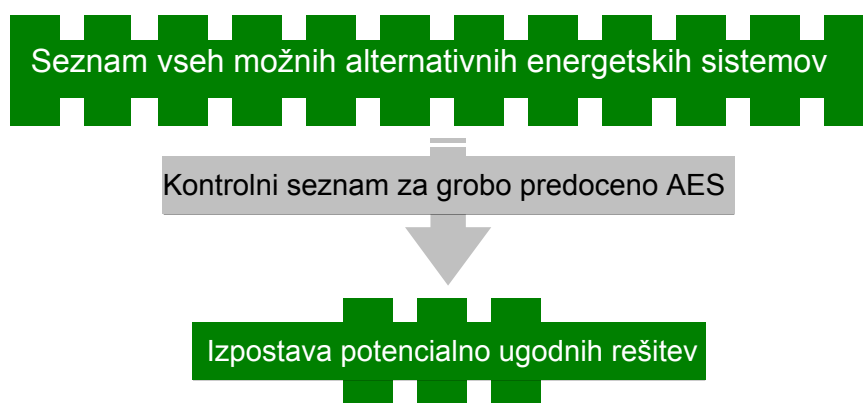
3 Seznam kontrol, ki jih je potrebno izvesti v okviru študije izvedljivosti



V tem poglavju bo kot produkt projekta SENTRO pojasnjen seznam potrebnih kontrol za predoceno izvedljivosti AES. Glavni cilj uporabe tega seznama je izbor oz. izpostavitve vsaj dveh možnih in uporabnih alternativnih energetskega konceptov stavbe.

3.1 Namen

Namen kontrolnega seznama je izvesti predhodno študijo izvedljivosti z namenom izpostaviti tiste sisteme (priporočljivo vsaj dva), ki obetajo nekoliko več in bi jih kot take bilo primerno proučiti nekoliko bolj podrobno (glej sliko 3.1). Izbrane energetske sisteme tekom nadaljnje obravnave primerjamo s konvencionalnimi. Prav tako nam kontrolni seznam omogoča opredeliti izzive in težave, s katerimi se bomo morali spopasti v nadaljnji študiji AES, kot je npr. pomanjkanje znanja ali podatkov.



Slika 3.1 Diagram poteka uporabe kontrolnega seznama za grobo predoceno AES.

3.2 Opis metode

Gre za metodo, pri kateri se osredotočimo na tiste dejavnike, ki so za energetski sistem (ES) najpomembnejši (»Key Success Factors« ali »KSF«) in ki naj odražajo bistvene cilje, ki jih z njim želimo doseči. Kot smo v tem priročniku že nekajkrat poudarili, nas pri ES najbolj zanimajo organizacijski, tehnični, okoljski in ekonomski vidiki. Po njih bomo ocenjevali ideje. V ta namen jih najprej utežimo s faktorjem od 0-1 (najmanj pomembno-najbolj pomembno), ki odražajo dejansko stanje, koliko je posamezen kriterij za nas pomemben (pri skromnih finančnih virih bo cena pomemben dejavnik). Glede na to bo morda –z namenom prilagoditi se lokalnim pogojem- potrebno spremeniti ali nekoliko »modificirati« katerega izmed parametrov.

Ponderiranje parametrov se izvaja na prvi strani v orodju Excelovih preglednic. Če bi bili tako npr. ponderirani parametri vsi nastavljeni na 0,25, bi to pomenilo, da so vsi enako pomembni. Vendar so v SENTRO orodju v štartu uteži privzete nekoliko drugače. Izpostavlja se namreč dejstvo, da so okoljska vprašanja eden od razlogov, zakaj se je sploh začelo razmišljati o direktivi EPBD. To pomeni, da se mora okoljski vidik smatrati kot najpomembnejši. Sledijo tehnični, nato finančni in nazadnje še organizacijski vidik. Privzete vrednosti so tako določene z naslednjimi količniki:

- Tehnični: 0.3
- Finančni: 0.2
- Organizacijski: 0.1
- Okoljski: 0.4

Ko je ponderiran parameter nastavljen, se bo ista utež uporabljala za istovrstni parameter pri vseh alternativnih energetskih sistemih, ki smo jih izbrali za podrobnejšo obravnavo.

Ko so parametri uteženi, sledi še ocenjevanje idej (oz. posameznih možnih variant energetskih sistemov), ko ugotavljamo potencialno koristnost ideje glede na vsak posamezen kriterij. Pri tem uporabimo ocene od 1 do 3, pri čemer ocena 1 pomeni, da bi uspeh, ki ga želimo glede na posamezen kriterij (okoljski, finančni, tehnični ali organizacijski), dosegli le z veliko truda (odpraviti bi bilo potrebno precej težav), ocena 3 pa pomeni, da bi tak uspeh dosegli z lahkoto. Ocene podajamo »na palec«. Cilj kontrolnega seznama namreč ni podrobnejša analiza ES, ampak njihova hitra predocena, s katero si zagotovimo relativno dober pregled nad tem, kateri izmed teh sistemov izkazujejo zadosten potencial, da bi jih bilo smiselno raziskati v podrobni študiji izvedljivosti. Ocene je torej treba določiti le na podlagi predhodnih izkušenj, ne pa na podlagi raznoraznih dolgotrajnih raziskav ali izračunov. V primerih, ko projektni tim ne razpolaga z ustreznimi izkušnjami in znanjem in tega zaradi kakršnihkoli razlogov (pomanjkanje časa ali zanimanja...) tudi ni pripravljeno pridobiti, se pri uporabi določenega AES priporoča, da se tak sistem ne vključuje v nadaljnjo obravnavo, razen v primerih, ko se k sodelovanju povabi ustrezne strokovnjake.

Decentralizirani energetska-oskrbovalni sistem, ki temelji na obnovljivih virih energije								
A1	Solarni termalni sistem za ogrevanje prostorov in pripravo tople sanitarne vode	Potrebni le majhni vložek truda za doseg zelenih ciljev (3 točke)	Potrebni srednji vložek truda za doseg zelenih ciljev (2 točki)	Potrebna visoka stopnja truda za doseg zelenih ciljev (1 točka)	Doseženo število točk	SUBscore (%)	Tehtanje	Skupne točke (%)
Tehnični parametri	Potreba po topli sanitarni vodi	Hoteli, objekti z restavracijami, objekti, v katerih se vršijo športne aktivnosti, frizerska dejavnost..., stanovanjske stavbe	Delno stanovanjske stavbe, prostori, v katerih se vrši kuharska dejavnost, kopalniški prostori...	Dnevne pisarne	3			
	Potreba po toploti za ogrevanje prostorov	Potreba v poletnem času	Potreba v jesenskem in spomladanskem času	Potreba v zimskem času	3			
	Streha, ustreza tovrstnemu sistemu	Streha z veliko površino, obrnjeno proti jugu, in veliko prostora za vgradnjo sončnih kolektorjev v naklonu 30° ali 45°, brez kakršnihkoli ovir v okolici, ki bi metale senco na kolektor, dobre možnosti za integrirano vgradnjo kolektorjev v strešni sistem ali sistem katerega drugega elementa stavbnega ovoja	Strešne ploskve obrnjene na vzhod ali zahod, površina sicer delno zasenčena, možnost za vgradnjo kolektorjev v strešni sistem	Streha ni primerna (niti po površini niti po možnostih za vgradnjo, poleg tega pa je tudi večinoma zasenčena)	2	89%	0,3	
Financijski parametri	Cena sistema (investicijski, kot tudi obratovalni in vzdrževalni stroški)	LCC stroški (stroški celotnega življenjskega cikla) na kWh enaki LCC stroškom referenčnega sistema (sistema na kurilno olje, zemeljski plin ali elektriko)	LCC stroški (stroški celotnega življenjskega cikla) na kWh 2x ali 3x višji od LCC stroškov referenčnega sistema (sistema na kurilno olje, zemeljski plin ali elektriko)	LCC stroški (stroški celotnega življenjskega cikla) na kWh 5x ali še večkrat višji od LCC stroškov referenčnega sistema (sistema na kurilno olje, zemeljski plin ali elektriko)	1			
	Dostopnost finančne pomoči (subvencije)	možnost pridobitve subvencije v višini 30% vseh stroškov	možnost pridobitve subvencije v višini preko 15% vseh stroškov	možnosti pridobitve subvencije NI	2	50%	0,2	
Organizacijski parametri	Gradbeno dovoljenje (da/ne)	lahko dostopno	srednje težko dostopno	težko dostopno, le z visokimi stroški	3			
	Sistem vzdrževanja	minimalna potreba po vzdrževanju	potrebna vzdrževalna dela na vsaka tri leta	potrebna redna vzdrževalna dela	3			
	Zanesljivost obratovanja sistema	obratovanje do 10 let brez potrebe po rezervnih delih	obratovanje do 5 let brez potrebe po rezervnih delih	visoka stopnja verjetnosti za okvare že v prvih letih obratovanja	3			
	Usposobljenost inštalaterja	na tržišču na razpolago veliko število za kvalitetno in pravilno vgradnjo ustrezno usposobljenih inštalaterjev	na tržišču na razpolago nekaj za kvalitetno in pravilno vgradnjo ustrezno usposobljenih inštalaterjev	na tržišču pomanjkanje za kvalitetno in pravilno vgradnjo ustrezno usposobljenih inštalaterjev	1	83%	0,1	
Okoljski parametri	Efekt na globalno segrevanje ozračja	Nadomesti kar več kot 20% energije, ki bi jo sicer moral proizvesti konvencionalni sistem	Nadomesti kar več kot 10% energije, ki bi jo sicer moral proizvesti konvencionalni sistem	Nadomesti kar več kot 5% energije, ki bi jo sicer moral proizvesti konvencionalni sistem	2	67%	0,4	72%

Slika 3.2 Del kontrolnega seznama, ki prikazuje ocenjevanje solarnega toplotnega sistema po "pravilu palca" v točkovnem sistemu 1-3.

3.3 Kako uporabiti seznam potrebnih kontrol?

Vsaka ideja (ES) se oceni glede na izbrane štiri parametre z ocenami od 1 do 3. Ocenjevalec napiše rezultate v bela polja, povzetek rezultatov se poračuna avtomatično. V kolikor ocenjevalec ne razpolaga z informacijami o posameznem vidiku, se priporoča, da se sistemu na tem področju avtomatsko dodelijo tri točke, saj bi bil lahko v nasprotnem primeru le-ta podcenjen in zato izključen iz nadaljnje obravnave. Tudi če se sistem glede obravnavanega vidika, pri katerem smo avtomatično zapisali 3 točke, kasneje izkaže kot manj primeren (in bi mu zato v resnici morali pripisati le 1 samo točko), smo s tem zagotovili, da je projektna ekipa planerjev sistem na tem področju preiskala, tako razširila svoj obseg poznavanja tega sistema, kar bo lahko s pridom izkoristila na prihodnjih projektih.

Pri tehničnem vidiku je potrebno posebej poudariti, da mora rezultat opisovati težavnost uresničevanja AES. Če je tako nek ES tehnično neizvedljiv, se ga iz kontrolnega seznama izloči že na samem začetku. Nasprotno naj bodo sistemi, ki iz tehničnega vidika ne bodo povzročali nobenih težav, vsi ocenjeni enako, in sicer z najvišjim možnim številom točk.

Zadnji list Excelovega zvezka je dejansko povzetek ocene za različne vidike iz prvih treh listov. Projektna ekipa lahko za primerjavo s konvencionalnim izbere enega ali dva izmed ocenjevanih alternativnih energetskega sistema, ki imajo visoke ocene in tako obetajo ustrezno rešitev. Upoštevati je potrebno, da so nekateri sistemi neodvisni drug od drugega, in jih je kot take potrebno ocenjevati ločeno. Solarni toplotni sistem je tako npr. mogoče uporabiti istočasno s sistemom daljinskega hlajenja.

SENTRO WP4-KONTROLNI SEZNAM ZA ŠTUDIJO IZVEDLJIVOSTI					
	Tehnični parametri (dosežene točke)	Finančni parametri (dosežene točke)	Organizacijski parametri (dosežene točke)	Okoljski parametri (dosežene točke)	Verjetnost za uspeh v primerjavi z vloženim naporom in stroški
Tehnični parametri (0-1)	0,3	0,2	0,1	0,4	
Decentralizirani energetske oskrbovalni sistemi, ki temeljijo na obnovljivih virih energije					
Solarni termalni sistemi (ogrevanje prostorov in priprava tople sanitarne vode)	89%	50%	83%	67%	72%
Solarni fotovoltaični sistemi	33%	33%	58%	33%	36%
Ogrevanje na lesno biomaso (ogrevanje prostorov in priprava tople sanitarne vode)	50%	100%	40%	100%	79%
Sistemi za soproizvodnjo toplote in elektrike (sistemi CHP) ter sistemi daljinskega in skupinskega ogrevanja oz. hlajenja					
Sistem CHP (mikro, na nivoju posameznega objekta)	67%	67%	50%	100%	78%
Daljinsko ali skupinsko ogrevanje	50%	56%	67%	100%	73%
Daljinsko ali skupinsko hlajenje	67%	83%	83%	67%	72%
Toplotne črpalke					
Geotermalni sistemi (toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje)	72%	89%	92%	100%	89%
Druge toplotne črpalke	67%	33%	75%	100%	74%

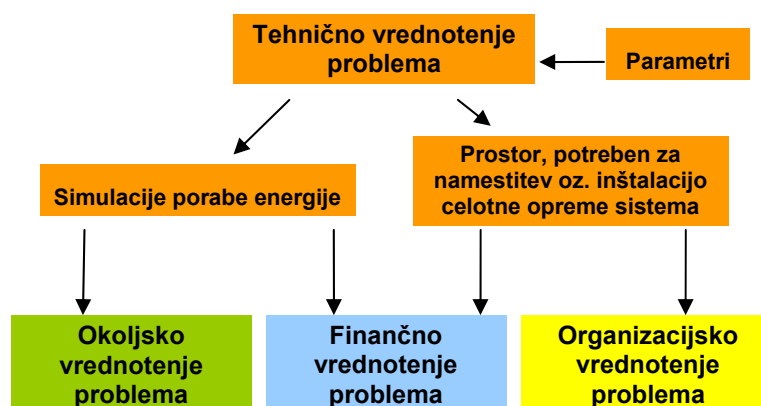
Slika 3.3 Izsek iz zadnjega lista Excelovega zvezka (SENTRO kontrolni list), ki prikazuje povzetek ocenjevanja nekaj AES, pri katerem so bile uporabljene vnaprej privzete uteži ocenjevalnih parametrov (okoljskega, finančnega, organizacijskega in tehničnega).

4 Kako preučiti tehnični vidik problema v študiji izvedljivosti?



Spodnje poglavje opisuje tehnični vidik študije izvedljivosti. Rezultati tehnične presoje problema kot dela študije izvedljivosti, znotraj katere se proučijo karakteristike stavbe in prostora ter se izvede simulacija potreb stavbe po energiji, oblikujejo osnovo za nadaljnjo finančno, organizacijsko in okoljsko oceno problema.

Primerjava različnih energetskih konceptov s tehničnega vidika (vključno s konceptom uporabe alternativnih energetskih sistemov, ki izkoriščajo obnovljive vire energije) poteka v več korakih. Da lahko sploh ocenimo potrebo stavbe po energiji za vsak posamezen primer, moramo najprej zbrati vse potrebne tehnične informacije o obravnavanih alternativnih energetskih sistemih. Prav tako je skupaj s potrebo po energiji potrebno premisliti o potrebnem prostoru za namestitvev oz. inštalacijo celotne opreme sistema. Šele nato se lahko rezultati tehničnega dela študije izvedljivosti uporabijo nadalje za finančno, organizacijsko in okoljsko vrednotenje (glej sliko 4.1).



Slika 4.1 Diagram poteka tehničnega dela študije izvedljivosti.

4.1 Tehnični parametri

Da bi ocenili tehnični vidik problema, obravnavanega v študiji izvedljivosti, morajo biti zbrani različni tehnični podatki o vsaki posamezni alternativni energetskega sistema, ki jo predpostavimo kot možno za inštalacijo v zgradbo. To so predvsem: podatek o učinkovitosti sistema oz. njegovem izkoristku, podatek o moči, kvaliteti oz. obratovanju, velikosti ter podatek o pričakovani življenjski dobi (glej primer v Tabeli 4.1). Pri tem je zlasti glede na stopnjo učinkovitosti sistema oz. njegov izkoristek mogoče primerjati tudi več različnih tipov istovrstnega sistema, ki se ponujajo na tržišču (različni proizvajalci). Ne nazadnje pa je z vrsto sistema zagotovo povezana tudi stopnja investitorjevega zanimanja.

Tabela 4.1 V tabeli so zbrani tehnični podatki različnih energetskih sistemov, ki so nujno potrebni kot vhodni podatki za simulacijo porabe energije v stavbi.

Sistem	Tehnični parameter			
Solarni sistemi za proizvodnjo toplote	Količina proizvedene toplotne energije v enem letu	Izkoristek	Pričakovana življenjska doba	Velikost
Solarni sistemi za proizvodnjo elektrike (fotovoltaični sistem)	Moč (količina proizvedene električne energije)	Izkoristek	Pričakovana življenjska doba	Velikost
Biomasa	Moč (količina proizvedene toplotne energije)	Izkoristek	Pričakovana življenjska doba	Velikost
Sistem za soproizvodnjo toplote in elektrike	Moč (količina proizvedene toplotne in električne energije)	Izkoristek	Pričakovana življenjska doba	Velikost
Daljinsko ali skupinsko ogrevanje	Moč (količina proizvedene toplotne energije)	Izkoristek	Pričakovana življenjska doba	Velikost
Geotermalne toplotne črpalke	Moč (količina proizvedene toplotne energije)	SPF/COP ¹	Pričakovana življenjska doba	Velikost
Druge toplotne črplake	Moč (količina proizvedene toplotne energije)	SPF/COP ¹	Pričakovana življenjska doba	Velikost

¹Dva indikatorja učinkovitosti :

Grelno število (angleško: The Coefficient of Performance oz. COP) je definirano kot razmerje med pridobljeno toploto in vložnim delom (običajno elektriko) pod točno določenimi pogoji (pri točno določeni temperaturi okolice in ogrevalnega medija).

Letno grelno število (angleško: The Seasonal Performance Factor oz. SPF) je definirano kot razmerje med toploto, ki jo dovedemo grelnemu mediju, in celotno porabljeno električno energijo preko cele sezone, in je torej odvisen od vsakega posameznega primera, torej tudi od lokacije in velikosti objekta.

4.2 Simulacije porabe energije za različne alternative energetskega sistema objekta

Potem ko smo zbrali vse potrebne informacije o predpostavljenih možnih alternativah energetskega sistema objekta, je potrebno izvesti še simulacijo delovanja celotnega stavbnega sistema in njegovih zahtev po energiji z namenom primerjati učinke tradicionalnega energetskega sistema na delovanje stavbe v primerjavi z učinki vsaj dveh drugih alternativnih variant. Pri tem je ključnega pomena, da vključujejo simulacije energetski vidik aktivnosti, ki se bodo po pričakovanih vršile v objektu, ter da imamo na razpolago dobro definirane in zanesljive vhodne podatke (tehnični podatki o sistemih...). Prav tako ključnega pomena je tudi, da kalkulacije izvede za to posebej usposobljena oseba, seveda pa je pomembno tudi orodje, ki ga ta pri tem uporablja. Ustrezna orodja za tovrstne simulacije prikazuje dodatek A. Zavedati se je potrebno, da temeljijo take oblike simulacij na številnih predpostavkah, zato so njihovi rezultati res le groba ocena rabe energije v stavbi.

4.3 Spremembe v prostoru, ki ga zahteva inštalacija potrebne opreme pri določenem energetskega sistema, in druge gradbene zahteve

Različni energetski koncepti in sistemi terjajo različno zasnovano stavbo ter različno velik razpoložljiv prostor za inštalacijo potrebne opreme. Vse to seveda vpliva na arhitekturno oblikovanje objekta. Kako in kakšne so posledice tega vpliva sta tako dve vprašanji, na kateri je prav tako treba poiskati ustrezne odgovore znotraj tehnične ocene obravnavanih variant energetskega sistema v študiji izvedljivosti.

Zahteve po razpoložljivem prostoru morajo pri tem zadostiti vsem varnostnim zahtevam in predpisom ter drugim zahtevam glede faktorjev okolja (obremenjevanje okolja s hrupom, smradom...).

5 Kako preučiti finančni vidik problema v študiji izvedljivosti?

Seznam potrebnih kontrol	
tehnični vidik	finančni vidik
organizacijski vidik	okoljski vidik

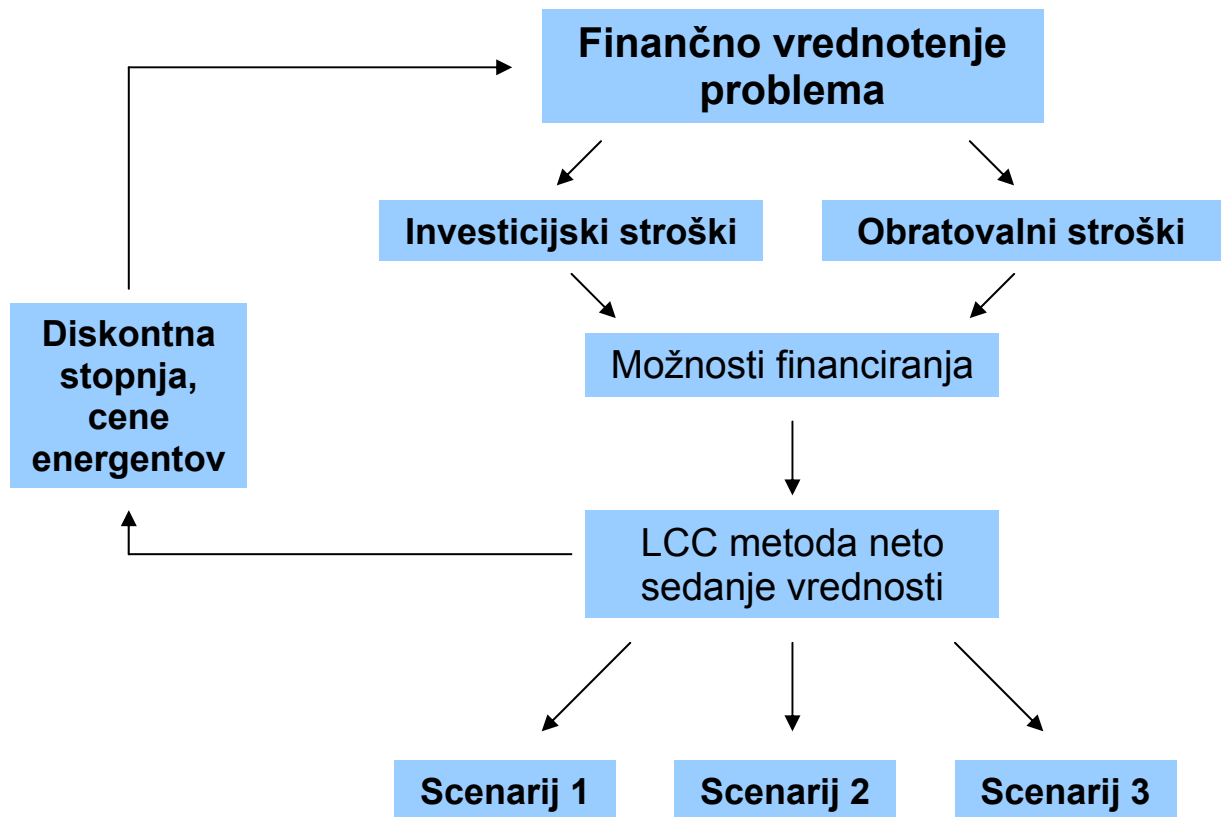
Del študije izvedljivosti, ki razišče finančno ozadje problema, je še posebej pomemben, saj so njegovi izidi pogosto odločilni za končno izbiro energetskega sistema. To poglavje se sooča z dvema vidikoma tega dela študije izvedljivosti. Prvi se sooča z izbiro najustreznejše računске metode za finančno oceno problema (teh je več in vsaka med njimi lahko vodi do drugačnega rezultata), drugi pa raziskuje različne možnosti financiranja. V nadaljevanju bodo najprej predstavljene različne računске metode za oceno finančnih vplivov ter opisane razlike med njimi.

5.1 Računske metode za oceno finančnih vplivov

Obstaja več različnih metod za oceno finančnih vplivov obravnavanega alternativnega energetskega sistema in odločitev za ali proti določeni metodi lahko odločilno vpliva na to, kateri sistem se s finančnega vidika izkaže kot najbolj rentabilen. Npr. nekatere izmed metod dovoljujejo upoštevanje stroškov zaradi obremenjevanja okolja (npr. takse in davki zaradi obremenjevanja okolja, ki so odvisni od vrste energenta, določa pa jih lokalna oblast), medtem ko druge tega ne dovoljujejo.

Ker metode obenem zahtevajo oceno (predpostavko) nekaterih prihodnjih faktorjev (npr. napoved bodoče rasti/padanja cen energentov in diskontne stopnje), je zelo pomembno, da se premisli o več različnih scenarijih bodočega ekonomskega razvoja. Le tako lahko namreč zagotovimo dobro osnovo za dovolj zanesljivo finančno oceno alternativnih energetskih sistemov. Postopek finančne ocene prikazuje slika 5.1.

Pomembno vlogo imajo pri tem zopet sodelujoči partnerji na projektu (pri projektih stanovanjskih objektov zlasti energetska podjetja in drugi pogodbeniki s področja energetike), ki v procesu študije izvedljivosti sodelujejo že od samega začetka. Precej omiljeni postopki, predpisani in uporabljeni po državah EU, žal tovrstnega sodelovanja pogosto ne spodbujajo.



Slika 5.1 Diagram poteka ekonomskega vrednotenja problema v študiji izvedljivosti.

Razlike v investicijskih stroških za ocenjevane sisteme

Kadar ocenjujemo investicijske stroške obravnavanih alternativnih energetskih sistemov, je treba premisliti o:

- možnosti pridobitve nepovratnih finančnih pomoči (npr. državne subvencije);
- razlikah v stroških prostora za inštalacijo oz. vgradnje vse potrebne opreme pri vsakem posameznem obravnavanem alternativnem energetskem sistemu (AES);
- razlikah v stroških načrtovanja in vgradnje/inštalacije;
- razlikah v predvidenih mejah investicijskih stroškov za posamezne obravnavane sisteme (še posebej pomembno je premisliti o zgornji meji tega stroška);
- stroških, ki se jim pri posameznem AES lahko izognemo v primerjavi s konvencionalnim standardnim energetskim sistemom;
- stroških, ki se jim pri posameznem obravnavanem AES lahko izognemo v primerjavi z drugimi AES.

Razlike v stroških obratovanja in vzdrževanja za ocenjevane sisteme

Kadar ocenjujemo stroške obratovanja in vzdrževanja obravnavanih alternativnih energetskega sistemov, je treba premisliti o:

- lokalnih cenah za posamezno vrsto energenta, vključno z možnostjo dolgoročnih sporazumov z dobavitelji energije;
- možnosti pridobitve zunanje subvencije za delno pokrivanje stroškov energije;
- možnosti »prodaje viškov energije«;
- taksah zaradi obremenjevanja okolja (danes in tekom celotne življenjske dobe objekta);
- stroških dela in materiala za vzdrževanje;
- prihodkih od najemnin, če se bodo določeni prostori v objektu oddajali v najem.

Ocena sistemov glede na različne predpostavke (scenarije) inflacije, diskontne stopnje in različne predpostavke spreminjanja cen energentov s časom

Obstaja več različnih načinov izračuna prihrankov zaradi izvedenih ukrepov varčevanja energije. Primeri metod za izračun so:

1. Metoda sedanjih vrednosti
2. Letni strošek nameravane investicije na kWh in »strošek donosa«
3. Račun interne stopnje donosnosti
4. »Pay-off« metode (Metode povrnitve investicije)
5. Metoda cenitve stroškov življenjskega cikla (LCC)

Metode 2-5 so variante metode 1 (metode sedanjih vrednosti).

Metoda sedanjih vrednosti

Sedanja vrednost predstavlja bodočo finančno vrednost, ki je diskontirana oz. obrestovana na nek izbrani termin (najpogosteje na trenutek, ko se pojavi prvi investicijski strošek). Kot takšna je sedanja vrednost nekega stroška oz. dobička, ki se pričakuje kot učinek vgradnje nekega AES v objekt, odvisna od prihodnjega nihanja cen energentov, opazovanega časovnega obdobja in diskontne stopnje.

Na osnovi metode sedanje vrednosti so se oblikovali številni kriteriji za odločanje o investicijah. Eden izmed teh je tudi *metoda neto sedanje vrednosti*, ki jo uporabimo, kadar želimo vedeti, kakšna je donosnost naložbe v nekem trenutku. NSV torej predstavlja vsoto vseh investicijskih donosov in stroškov, ki se pojavijo v času trajanja naložbe, ki so diskontirani oz. obrestovani na nek izbrani skupni termin (najpogosteje na trenutek, ko se pojavi prvi investicijski strošek). Za neko naložbo velja, da je ekonomsko sprejemljiva, če je njena neto sedanja vrednost večja od nič.

NSV neke naložbe v času $t = 0$ (NSV_0) izračunamo po naslednji enačbi:

$$NSV_0 = \sum_{t=1}^n \frac{U_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}$$

pri čemer je:

Ut.....donos v obdobju t
It.....investicijski strošek v obdobju t
r.....diskontna stopnja

Višina individualne diskontne stopnje r naj bi bila vsaj približno enaka obrestni meri za kredite, s katerimi investicijo financiramo.

Letni strošek nameravane investicije na kWh in »strošek donosa«

Strošek energije, ki vodi do NSV enake 0, je definiran kot »strošek donosa« (angleško: »saving cost«). Tako velja, da v kolikor je vrednost tega stroška nižja, kot bi bila realna vrednost tega stroška danes, se investicija smatra kot donosna.

Interna stopnja donosnosti

Kot dopolnilni kriterij sprejemljivosti neke investicijske variante lahko uporabimo tudi interno stopnjo donosnosti. Interna stopnja donosnosti je, na podlagi predpostavke zaporednih donosov in ob uporabi obrestno obrestnega računa, definirana kot: "tista obrestna mera, pri kateri je, če jo uporabimo kot diskontno stopnjo, neto sedanja vrednost neke investicije enaka nič". Če torej interna stopnja donosnosti v nekem primeru presega predvideno, lahko z veliko verjetnostjo sklepamo, da bo naša investicija donosna.

»Pay-off« metode

Če vnesemo neto sedanje vrednosti v časovni okvir, lahko odčitamo trenutek, ko bodo koristi izplačale stroške (t.i. "break-even point") oz. v letih izražen čas od prvega investicijskega stroška dalje, ko se nam bo investicija izplačala (»pay-off time«). Če je le-ta krajši kot pričakovana življenjska doba sistema, v katerega želimo investirati, se naša investicija smatra kot donosna.

Metode LCC

Metoda vrednotenja življenjskih stroškov ali metoda LCC (angleško: Life Cycle Cost Method) je varianta metode neto sedanje vrednosti, pri kateri vsoto vseh investicijskih donosov in stroškov, ki se pojavijo v življenjski dobi objekta, diskontiramo na čas, ko je objekt zgrajen in predan v uporabo. Metoda je še posebej uporabna pri oceni finančnega vidika študije izvedljivosti za oceno časa (»pay-off time«), ko se nam nekoliko višja začetna investicija v posamezen obravnavani AES povrne na račun nižjih stroškov ogrevanja in vzdrževanja tega sistema napram konvencionalnim. Seveda se je potrebno zavedati, da ugotovljeni »pay-off time« sam zase pove premalo. Tako se lahko npr. zgodi, da se nam v določenem primeru investicija sicer res povrne prej, vendar pa so koristi zaradi vgradnje obravnavanega AES napram konvencionalnemu v celotni življenjski dobi generalno gledano manjše. Resnično donosnost investicije tako prikaže šele t.i. investicijski donos (»return of investment«). Ta nam pove, kolikšen je dobiček glede na količino vložnega denarja. Gre za procent, ki meri relacijo med investiranim in dobljenim v predvidenem času uporabe sistema in se izračuna po formuli:

$$ROI = \frac{ELB - ELC}{ELC}$$

ROI... »return of investment« (investicijski donos)

ELB... »estimated lifetime benefits« (ocenjene kumulativne koristi v opazovani dobi)

ELC... »estimated lifetime costs« (ocenjeni kumulativni stroški v opazovani dobi)

Če je tako ROI npr. enak 100%, to pomeni, da je naš dobiček ravno dvakrat višji od količine vložnega denarja. Torej višji kot je ROI (višji po dejanski in ne absolutni vrednosti!), bolj smiselna (donosna) je investicija.

5.2 Možnosti financiranja

Druga ovira, ki otežuje pravilen pristop pri finančni presoji problema, je dejstvo, da akter, ki odloča o rešitvah energetskih sistemov v stavbi, skoraj nikoli ni istočasno tudi oseba, ki bo v prihodnosti nosila breme stroškov zaradi njihovega delovanja. Zelo veliko je namreč primerov gradenj za trg, ko gradbeno podjetje objekt zgradi in ga nato (v celoti ali pa po njegovih delih, npr. v primeru večstanovanjskih objektov) proda.

Temeljit razmislek o možnostih financiranja

Vedno je potreben tudi temeljit razmislek o vseh možnostih financiranja, ki se ponujajo, torej o:

- ugodnih posojilih (kot npr. posojilih za izvedbo ukrepov za učinkovitejšo rabo energije v stavbah);
- možnosti finančnih podpor s strani podjetij za distribucijo energije;
- lastnih finančnih sredstvih;
- možnostih »zunanjega« financiranja, s čimer mislimo zlasti na primere, ko je našo investicijo pripravljeno pokriti neko zunanje najeto energetsko podjetje, ki pa bo v zameno za to tudi prevzelo ves ali pa del prihranka, ustvarjenega med obratovanjem sistema;
- specifične oblike najema (leasing) instalacijske opreme .

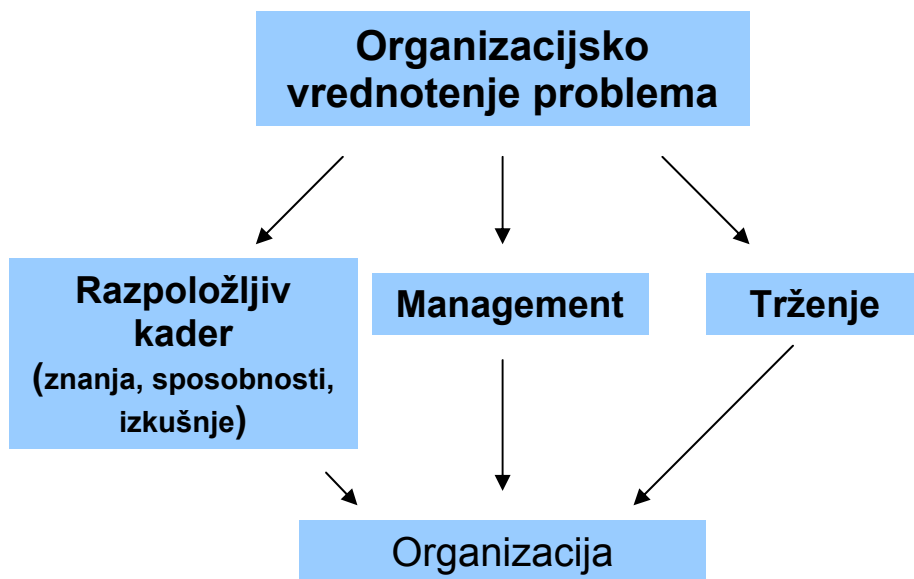
6 Kako preučiti organizacijski vidik problema v študiji izvedljivosti?

Seznam potrebnih kontrol	
tehnični vidik	finančni vidik
organizacijski vidik	okoljski vidik

Poglavje, ki sledi, opisuje organizacijske vidike študije izvedljivosti, na katere je treba biti pozoren za uspešno implementacijo AES, in sicer opozori zlasti na: terminsko planiranje in planiranje prioritet, zagotavljanje ustreznega znanja, organizacijo projektnega tima in proučitev oz. definiranje tržnih prednosti.

6.1 Terminsko planiranje in planiranje prioritet

Temeljit premislek o možnostih vgradnje AES v različnih fazah tekom planiranja objekta je ključnega pomena. Najprej je pomembno, da se zavedanje o možni uporabi in učinku alternativnih energetskega sistemov ustvari že v zgodnji fazi, fazi planiranja. To je mogoče doseči med diskusijo o energetske učinkovitosti objekta. Prav tako se priporoča, da investitor (npr. lokalna oblast, nepremičninsko podjetje) prosi za študijo izvedljivosti, ki se lahko izvede kot hitra ocena s pomočjo preprostih orodij, ki so na razpolago ali pa se v ta namen zaposli dodatne strokovnjake in se jih vključi v proces že na samem začetku. Prav tako je ključnega pomena definirati cilj energetskega delovanja objekta (ali želimo energetske varčen objekt ali ne in če da, kako energetske varčen naj bo). Postopek proučevanja problema z organizacijskega vidika prikazuje slika 6.1.



Slika 6.1 Diagram poteka organizacijskega vrednotenja problema v študiji izvedljivosti.

6.2 Zagotavljanje ustreznega znanja oz. ustrezno usposobljenega osebja

Kadar uveljavljamo alternativne energetske sisteme oz. katerekoli druge tehnične sisteme v stavbah, se nujno pojavijo tudi zahteve po dodatnem –ustrezno usposobljenem- timu akterjev, vključenim v delo na projektu. Seveda to ne vključuje le ustreznega strokovnega osebja v zgodnjih fazah planiranja, ampak tudi ustrezne strokovnjake v fazi obratovanja in vzdrževanja.

Izobraževanja in zaposlovanje

Pomanjkanje znanja o alternativnih energetskih sistemih je ena najhujših ovir, ki se postavljajo po robu hitrejši uveljavitvi AES v praksi. V večini primerov je ravno to glavni razlog, zakaj se investitorji odločijo za vgradnjo konvencionalnih sistemov. Tako je še kako pomembno, da se za vse nove in celo šele prihajajoče AES organizirajo tudi ustrezna izobraževanja inženirjev in arhitektov pa tudi vseh ostalih akterjev, ki kakorkoli sodelujejo na projektih. Seveda gre poudariti, da tu ne mislimo zgolj na podajanje informacij o različnih možnih alternativah, ampak tudi o tem, kako vsako izmed teh opcij proučiti še s tehničnega, finančnega in organizacijskega stališča.

Zahteve za zunanje strokovnjake

V prihodnosti se pričakuje, da se bo določeno število svetovalcev specializiralo v AES na enak način, kot so se nekateri arhitekti specializirali za koncept pasivne hiše. To seveda pomeni, da bo določeno število svetovalcev postalo strokovnikov na odročju analiziranja in ocenjevanja AES. Vendarle pa je kljub temu izrednega pomena, da

imajo tudi tako stranke, ki se navadno pojavljajo v vlogi investitorja, kot razvojniki projekta določen vpogled in vsaj splošno zavedanje o obstoju različnih možnosti.

»Zunanje« upravljanje sistemov AES

Obstajata dve možnosti reševanja problema obratovanja in vzdrževanja tehničnih sistemov objekta: ali to nalogo prevzame kar lastnik sam ali pa se v ta namen najame zunanje podjetje. V kolikor se lastnik odloči, da bo za to poskrbel kar sam, mora biti oseba, ki ga zaposli, za to posebej usposobljena (ustrezno sistemu, ki se ga vzdržuje); sistemi, pri katerih se kakšne posebne zahteve glede usposobljenosti vzdrževalnega osebja ne pojavijo (kot npr. pri daljinskem ogrevanju/hlajenju, pri katerem za obratovanje in vzdrževanje sistema poskrbi kar podjetje za dobavo in distribucijo energije samo), so namreč relativno redki. V kolikor pa gre za bolj kompleksne sisteme, pa je najem zunanjega –ustrezno usposobljenega- osebja tako ali tako priporočljivo, zlasti pri novem sistemu vsaj v prvem letu njegove življenjske dobe, ko je potreba po redni kontroli in nadzorom nad delovanjem sistema še toliko bolj izrazita in sistem še ni utečen; o tem, da bi se upravljanje zopet premaknilo pod domeno lastnika, pa se kvečjemu premisli kasneje, ko je delovanje že kolikor toliko ustaljeno.

6.3 Dolgoročna projektna organizacija

Za dokončanje projekta v predvidenem času in z doseženo predvideno stopnjo kakovosti je zelo pomembna pravilna in pravočasna komunikacija med vsemi vpletenimi, tako med zaposlenimi znotraj podjetja, zadolženega za razvoj projekta, kot zunanji sodelavci. Hudo oviro pri tem predstavlja dejstvo, da so odnosi znotraj običajne konvencionalne projektne organizacije kratkoročni, saj je število vključenih akterjev veliko, vsak izmed njih pa se v projekt vključi le za kratek čas; poleg tega pa se o vključitvi akterjev odloča sproti in glede na trenutne potrebe po človeških virih na projektu. Da bi se pomen AES razumel in dojel pravilno, je potreba po dolgoročno nespremenjenem projektne timu ključna. Ena izmed možnih rešitev problema je zagotovo oblikovanje dokončno dorečenega celotnega projektne tima že v samih najzgodnejših fazah projekta, čemur pravimo *integrirano planiranje* (IP) ali *partnerstvo*, pri katerem si vsi partnerji, ki podpišejo sporazum o sodelovanju, poleg interesov in dela delijo tudi stroške financiranja. Večina partnerjev se v proces vključi že v samih zgodnjih fazah projekta, tako da je prispevek vsakega posameznega sodelujočega akterja (različni pogledi na problematiko) vključen že od samega začetka. Tako lahko tudi pričakujemo, da se bodo odločitve sprejemale v smeri energetske učinkovitosti in ustrezne stopnje notranjega bivalnega udobja objekta, ne pa zgolj v smeri čim nižjih stroškov, kot je danes običajna praksa konvencionalno vodenih projektov. Uporaba pristopa IP prav tako zmanjšuje verjetnost raznoraznih napak, povzročenih v procesu gradnje, ki jih je v garancijski dobi potrebno odpraviti (seveda na stroške izvajalskega podjetja), kar seveda zmanjšuje celotne stroške gradnje.

Tradicionalni pristopi projektne organizacije zahtevajo običajno zelo natančne projektne specifikacije, ki morajo med drugim vsebovati tudi natančne podatke o

optimalnem delovanju energetskega sistema objekta ter podrobna navodila za inštalaterja in upravnika tega sistema. Kljub vsemu se pri odločanju za vgradnjo AES priporoča, da se v proces gradnje (izvedbe projekta) kljub vsemu vključi še ustrezne strokovnjake za nadzor nad vgradnjo.

Ne nazadnje se priporoča tudi, da se posamezni akterji (arhitekti, inženirji, upravniki, inštalaterji) pred vključitvijo v projekt izkažejo z ustreznimi potrdili o svojih izkušnjah pri delu z AES.

6.4 Tržne prednosti energetske učinkovitih stavb

Gonilna sila vse izrazitejšega porasta predstavitev energetske učinkovitih stavbnih komponent na tržišču so zagotovo dokazi o vse bolj očitno naraščajočem splošnem zavedanju širše javnosti o okoljevarstvenem pomenu tovrstnih sistemov (Hansen et al, 2007). To je tudi razlog za vse višje investicije podjetij, namenjene vlaganjem v razvoj takih proizvodov oz. storitev in na splošno v varovanje okolja usmerjene lastne politike. Ravno to je namreč tisto, kar podjetju zagotavlja ustrezno tržno prednost, če ne že kar nujen pogoj za »biti v koraku s časom«.

Poleg tega bo v prihodnosti nizka energijska poraba vse pomembnejši faktor za tržno vrednost objektov pri njihovi prodaji ali najemu tudi zaradi označevanj objektov glede na lastnosti njihove energetske bilance (kot to zahteva Evropska direktiva o energetske učinkovitosti stavb; angleško: »Directive on Energy Performance of Buildings, 2002/91/EC« ali krajše »EPBD«), tako da lahko investitorji v dolgoročnem smislu zagotovo računajo na povračilo nekoliko višjih začetnih investicijskih stroškov. Energetske izkaznice, ki bodo počasi postale obvezne za vse objekte (tudi v Sloveniji), so prvi korak k temu.

7 Kako preučiti okoljski vidik problema v študiji izvedljivosti?



Poglavje, ki sledi, opisuje okoljski vidik študije izvedljivosti, na katere je treba biti pozoren za uspešno implementacijo AES.

7.1 Vpliv različnih vrst energentov na varovanje okolja

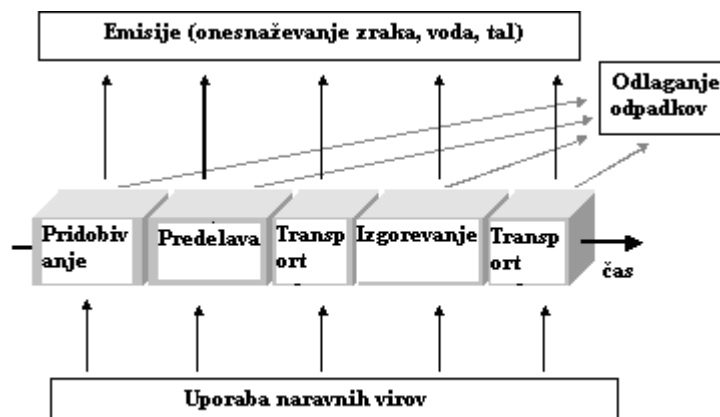
Obratovanje objekta povzroča tekom njegove življenjske dobe hud poseg v naravno okolje. Prizadevanja zmanjšati porabo energije v stavbah so zato ključnega pomena. Kakšen bo okoljski vpliv energetskega sistema, ki ga bomo izbrali za vgradnjo v objekt, pa seveda ne zavisi zgolj od njegovega tipa, njegovega izkoristka (tako izkoristka osnovne naprave za proizvodnjo energije, kot tudi izkoristka ostalih elementov ogrevalnega sistema, npr. cevi itd.) in vrste energenta, ki ga bo sistem uporabljal. Vpliv energetskega sistema na okolje se namreč prične že bistveno prej, predno se energija za ogrevanje stavbe v sistemu sploh začne proizvajati (glej sliko 7.1). Tako zagotovo velja premisliti o energiji, ki se porabi že v sami tovarni, ki je sistem proizvedla, pa tudi o energetski potratih procesa pridobivanja, predelave in transporta ustreznega energenta direktno do objekta oz. posredno preko energetskega podjetja za dobavo in distribucijo energenta do dotične stavbe.

7.2 Letna poraba energije v odvisnosti od vrste energenta

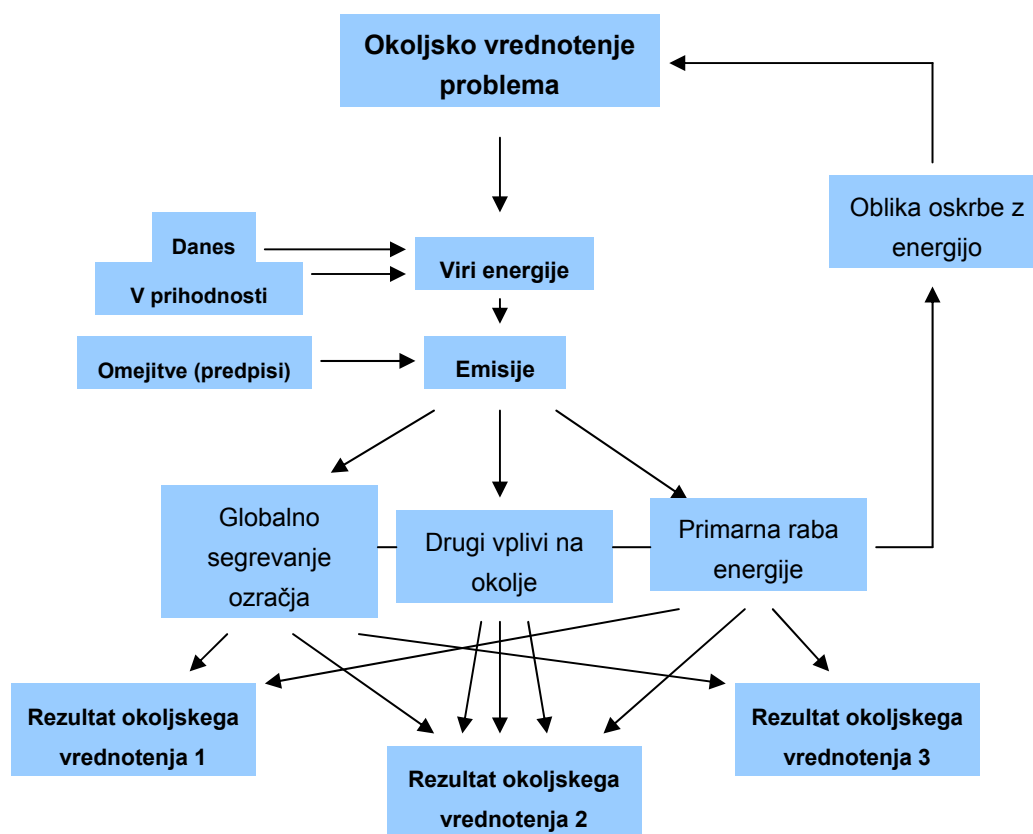
Tako je (iz razlogov, ki smo jih izpostavili v prejšnjem odstavku) pri računu letne porabe energije objekta potrebno premisliti o različnih parametrih, ki vplivajo na končni rezultat, in sicer o tem:

- ali bo objekt porabljal energijo zgolj za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode (PTSV) ali pa morda tudi za hlajenje;
- s pomočjo katerega izmed izbranih energetskih sistemov in katerega energenta bomo zagotovili energijo za posamezen namen (ogrevanje, hlajenje ali PTSV);
- katere enote za proizvodnjo energije bodo zagotavljale potrebne vrste in količine energentov za energetske sisteme objekta (npr. pri daljinskem ogrevanju se ustrezen

energent zagotavlja iz več različnih virov/proizvodnih tovarn, ki imajo različen vpliv na okolje).



Slika 7.1 Vpliv energenta na naravno okolje tekom njegove življenjske dobe (Wahlström, 2003)



Slika 7.2 Diagram poteka okoljskega vrednotenja problema v študiji izvedljivosti.

Kar pa zadeva proizvodnjo električne energije, pa je potrebno poudariti, da je treba vedno proučiti več možnosti njenega zagotavljanja. Tako je treba najprej razmisliti o deležu tovrstne oskrbe objekta znotraj obdobja normalnih povprečnih obremenitev ter deležu tovrstne oskrbe znotraj obdobja koničnih obremenitev (ponoči, ob vikendih). Električna energija ni brez razloga cenejša ob »mirnejših« delih dneva (zvečer in ponoči) in tedna (konci tedna). Pri električni energiji je velik problem poraba v konicah, ko je potreben vklop pomožnih (od porabnikov večinoma tudi bolj oddaljenih) central, iz katerih je energija običajno precej dražja in ekološko precej bolj oporečna (lahko že zaradi samega načina proizvodnje energije, zagotovo pa zaradi večjih dolžin poti distribucijskega razvodnega omrežja), kot tista iz lokalnih proizvodnih tovarn, ki sicer proizvajajo »našo« električno. Nasprotno pa je v določenih časovnih obdobjih električne energije v izobilju, kajti regulacija moči večine večjih termoelektrarn najpogosteje ni mogoča, zato v tem obdobju pogosto prihaja do presežkov proizvedene energije in do njenih nepotrebnih izgub. Z nižjimi cenami elektrike v teh obdobjih se tako v resnici spodbuja porabnike k učinkovitejši rabi energije in varovanju okolja.

Posebno vrsto zagotavljanja elektrike predstavlja t.i. »zelena elektrika«, ki je običajno nekoliko dražja (čeprav le malenkost) in o uporabi katere je prav tako vredno premisliti v študiji izvedljivosti. S pojmom »zelena elektrika« je poimenovana električna energija, proizvedena s pretvorbo obnovljivih virov energije (vode, vetra, sončne energije, biomase, geotermalne energije...). K proizvajalcem zelene elektrike spadajo tudi nekatere kogeneracije in sežigalnice odpadkov, ki pa morajo izkazovati visoke izkoristke in okoljsko neoporečnost pri pretvorbi primarne energije v električno in toplotno energijo.

Problem pri vrednotenju učinkov AES na okolje v študiji izvedljivosti, je ta, da se v računskem modelu zelo pogosto predvidi zgolj proučitev trenutnih možnosti oskrbe objekta z ustreznimi vrstami in količinami energentov, ne predvidijo pa se možni prihodnji scenariji kot npr. scenarij, ko se vplivi te preskrbe s časom spremenijo ali pa scenarij, ko se spremeni oblika te preskrbe, kar sta zagotovo že dva vidika, o katerih je vredno premisliti. Navsezadnje se lahko z zelo veliko verjetnostjo pričakuje, da bo proizvodnja energije z leti postajala vedno bolj učinkovita in zaradi uporabe obnovljivih virov energije tudi okolju prijaznejša (uradne napovedi predvidevajo na tem področju preko 10 – 20 % izboljšanje do leta 2020).

Seveda je treba na pogoje, pri katerih je bil ocenjen okoljski vidik (pa tudi finančni) študije izvedljivosti, vedno še posebej opozoriti, saj lahko ti bistveno vplivajo na sam rezultat (npr. še posebej pogosto se izkaže, da so še posebej ključnega pomena pogoji, pri katerih bo objekt oskrbovan z električno energijo).

7.3 Učinek emisij proučevanih energetskega sistemov na naravno okolje

Produkt rabe energije v stavbah so tudi emisije, bodisi v obliki škodljivih plinov, onesnažene vode ali škodljivih trdnih delcev. Z njimi stavbe prispevajo pomemben delež k onesnaževanju zraka, tal in vode. Kot najbolj nevarno se pri tem smatra onesnaženje zraka, zato se še posebej velika pozornost posveča emisijam v obliki plina.

Študija izvedljivosti mora zato v svojem delu ocenjevanja okoljskih učinkov vsebovati tudi oceno emisij na kWh porabljene energije, in sicer za vsako izmed ocenjevanih variant AES posebej. Emisije v obliki plina vsebujejo predvsem nevaren ogljikov dioksid (CO₂) in druge toplogredne pline (dušikovi oksidi-NO_x, žveplovi oksidi-SO_x, ogljikov monoksid-CO...).

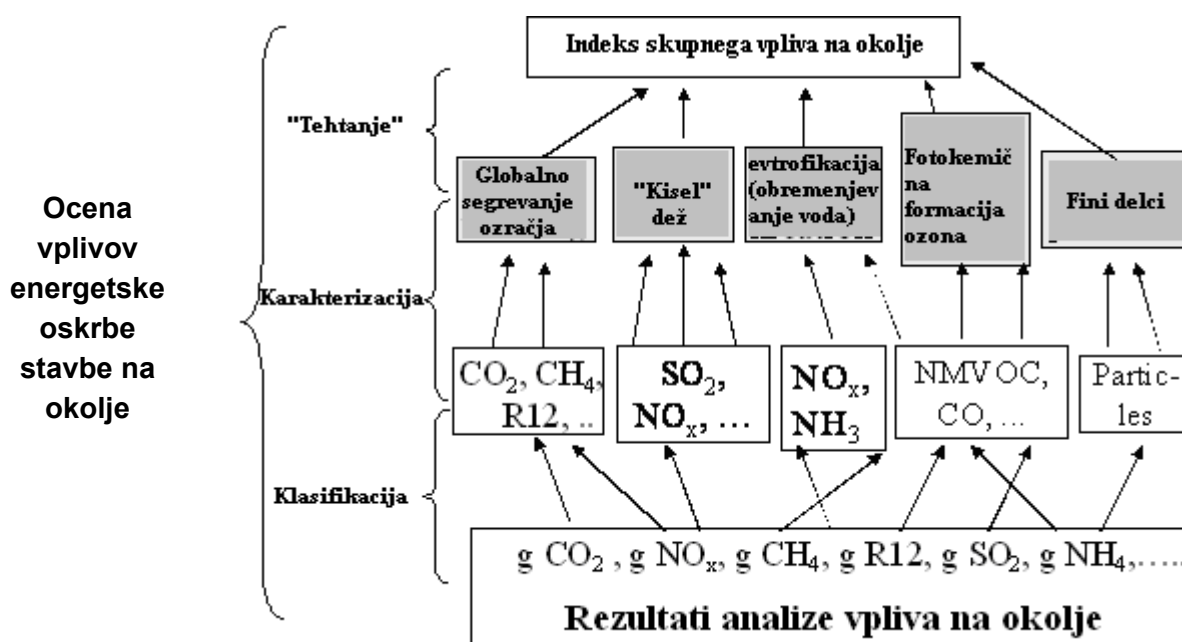
Prav tako se znotraj tega dela študije izvedljivosti opravi tudi ocena vpliva proučevanih AES na globalno segrevanje ozračja in lokalno okolje. To se lahko izvede s pomočjo analize LCA (angleško: Life Cycle Assessment oz. krajše LCA), ki se uporablja za oceno vpliva produkta (v našem primeru AES objekta) v njegovi celotni življenjski dobi. Nekatera uporabna orodja za LCA so predstavljena v dodatku. V primeru okoljske analize ELCA (angleško: Environmental Life Cycle Assessment oz. krajše ELCA) se podatki o emisijah pretvorijo v prispevek obravnavanega AES k onesnaženju okolja, kar se izvede v treh bistvenih korakih (Slika 7.3):

1. *Klasifikacija* emisij v obliki plina v več različnih kategorij glede na njihov vpliv na bistvene oblike onesnaževanja okolja (npr. globalno segrevanje ozračja, kisel dež...).
2. *Karakterizacija oz. natančna opredelitev* prispevka emisij v posamezni izmed (pod točko 1) opredeljenih skupin k onesnaževanju okolja.
3. *„Tehtanje“* različnih oblik vpliva emisij na onesnaževanje okolja glede na subjektivna merila, pri čemer bomo vplivu na okolje, ki je po našem mnenju (oz. splošno veljavnem mnenju širše javnosti in strokovne srenje) najmanj sprejemljiv, namenili najvišjo stopnjo pozornosti, zato bo ocenjen/»tehtan« z najvišjo oceno.

Če se oceni le vpliv na globalno segrevanje, se postopek zaključi v koraku 2. V tem primeru se vpliv vseh izpostavljenih toplogrednih plinov, ki se proizvedejo skupaj s toploto v obravnavanem AES, izračuna kot vsota njihovih "potencialov k globalnem segrevanju ozračja" (angleško: "Global Warming Potential" ali "GWP"), kar pomeni v gramih ekvivalenta CO₂ v 100 letih. Postopek takšnega izračuna prikazuje spodnja formula (Wahlström, 2003):

$$\text{CO}_2 \cdot 1 + \text{N}_2\text{O} \cdot 310 + \text{CH}_4 \cdot 21 \quad (\text{grami ekvivalenta CO}_2)$$

Obstaja več računalniških programov, ki za različne vire energije direktno poračunajo ekvivalent CO_2 na kWh porabljene energije. Gre za uporabniku zelo prijazne programe, saj vsebujejo podatkovno bazo z vsemi potrebnimi podatki za analizo LCA, tako da uporabnikovo poznavanje podrobnosti metodologije teh analiz sploh ni potrebno.



Slika 7.3 Ocena vpliva na okolje s pomočjo analizo LCA (Wahlström, 2003).

7.4 Lokalne prepovedi in omejitve glede izpusta emisij

Del okoljskega vrednotenja problema v študiji izvedljivosti je tudi raziskava lokalnih prepovedi in omejitev glede emisij različnih vrst ter ocena vseh obravnavanih AES tudi s tega vidika.

7.5 Izračun primarne rabe energije

Primarna raba energije lahko predstavlja dragocen podatek pri ocenjevanju in primerjavi različnih možnih AES v neki stavbi in se lahko definira kot celotna skupna količina energije, ki je potrebna za proizvodnjo 1 kWh za stavbo uporabne energije. Tako faktor primarne energije vključuje tudi vse izgube, ki se zgodijo pri distribuciji energije vzdolž celotne distribucijske verige (vse od izgub že pri čistih surovih naravnih virih, kjer se proizvodnja energije pravzaprav sploh začne, dalje).



Faktor primarne energije se lahko razlikuje glede na obliko preskrbe objekta z ustreznimi vrstami in količinami energentov, zato se lahko le-ti razlikujejo glede na območje, kjer se objekt nahaja.

8 Zakonodaja o študijah izvedljivosti AES v Sloveniji

Ministrstvo za okolje in prostor je spomladi 2008 sprejelo Pravilnik o metodologiji izdelave in vsebini študije izvedljivosti alternativnih sistemov za oskrbo stavb z energijo (Uradni list RS, št. 35/2008 z dne 9.04.2008). S tem pravilnikom smo v slovenski pravni red prenesli zahtevo 5. člena Direktive EU o energetske učinkovitosti stavb (2002/91/ES) (direktiva EPBD), ki za nove stavbe z uporabno površino na 1000 m² zahteva obvezno študijo izvedljivosti za alternativne energetske sisteme (AES).

8.1 Podlaga v Energetskem zakonu

Zakonsko podlago za sprejem Pravilnika o študijah izvedljivosti za AES je z 68.a členom podala novela Energetskega zakona (EZ) v novembru 2006. Energetski zakon je v skladu s 5. členom direktive EPBD določil, da je pri graditvi novih stavb, katerih uporabna tlorisna površina presega 1000 m², in pri rekonstrukciji stavb, katerih uporabna tlorisna površina presega 1000 m² in se zamenjuje sistem oskrbe z energijo, treba izdelati študijo izvedljivosti alternativnih sistemov za oskrbo z energijo, pri kateri se upošteva tehnična, funkcionalna, okoljska in ekonomska izvedljivost alternativnih sistemov za oskrbo z energijo.

Po določenih energetskega zakona kot alternativni sistemi se štejejo:

- decentralizirani sistemi na podlagi obnovljivih virov energije;
- soproizvodnja;
- daljinsko ali skupinsko ogrevanje ali hlajenje, če je na voljo;
- toplotne črpalke.

Zakon določa, da je študija izvedljivosti obvezna sestavina projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v skladu s predpisi o graditvi objektov. Metodologija za izdelavo in obvezna vsebina študije izvedljivosti pa sta predpisani z uvodoma omenjenim pravilnikom o študijah izvedljivosti za AES.

Nekatere stavbe so iz te obveznosti izvzete in sicer:

- stavbe, za katere je način oskrbe z energijo določen v lokalnem energetskem konceptu;
- stavbe, za katere je način oskrbe z energijo določen s predpisom iz 36. člena EZ (t.j. v primeru določitve načina ogrevanja v industrijskih obratih, če je to smotno iz ekoloških, energetskih ali tehnoloških razlogov in je na posameznih zaokroženih območjih lokalnih skupnosti ali v posameznih s tem zagotovljena smotrnejša izraba energije);

- stavbe za obredne namene, spomenike, začasne stavbe za krajšo uporabo in stavbe za občasno uporabo (gre za stavbe, ki so tudi sicer izključene iz direktive EPBD);
- stavbe, za katere predpis lokalne skupnosti določa obvezno priključitev na določeno vrsto energetskega omrežja oziroma uporabo določene vrste goriva.

8.2 Kaj določa slovenski pravilnik

Pravilnik določa, da mora študija izvedljivosti vsebovati vse potrebne podatke in izračune, tako da je mogoče vsestransko oceniti energijske, okoljske, finančne in druge (tehnične, tehnološke, prostorske) učinke ter primernost naložbe.

Preveriti je potrebno najmanj dva različna sistema za oskrbo stavbe z energijo. Izdelovalec študije v skladu z inženirsko prakso predlaga variante in skupaj z investitorjem izbere najmanj dva predloga za nadaljnjo presojo naložbe. Eden od predlogov mora vsebovati varianto z alternativnim sistemom. Predlagane rešitve je potrebno izbrati upoštevaje tehnično izvedljivost, usklajenost z lokacijskimi pogoji in ekonomičnost v celotnem življenjskem krogu naložbe.

Variante AES se določijo na osnovi potreb stavbe po energiji, v skladu s pravilnikom za področje učinkovite rabe energije v stavbah. (Trenutno to področje urejata pravilnika PTZURES 2002 in PURES 2008 z vzporedno veljavnostjo.)

8.3 Metodologija študije izvedljivosti

Osrednji del pravilnika predstavlja metodologija študije izvedljivosti, ki temelji na stroških (investicijskih, obratovalnih in vzdrževalnih) in koristih naložbe zaradi morebitne prodaje energije na trgu in prihrankov zaradi lastne proizvodnje energije. Podrobno je predpisana tudi obvezna vsebina študije izvedljivosti.

Obvezni kazalniki učinkovite rabe energije, vplivov na okolje in stroškovni kazalniki za vrednotenje variant AES:

- raba končne energije (kWh/leto),
- celotne emisij CO(2) (kg CO(2)/leto),
- celotni investicijski, obratovalni in vzdrževalni stroški na enoto proizvedene energije (€/kWh),
- celotni investicijski stroški naložbe na m² površine stavbe (€/m²).

Dodatni naložbeni kazalniki finančne upravičenosti naložbe so zahtevani pri kompleksnih variantah AES (prodaja energije na trgu oz. investicija nad 300.000 EUR) in obsegajo:

- neto sedanjo vrednost naložbe,
- interno stopnjo donosnosti,

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- relativno neto sedanjo vrednost in- enostavno vračilno dobo naložbe. |
|---|

Študija izvedljivosti se zaključí s predlogom najboljše variante. Po pravilniku je izdelovalec študije dolžan seznaniti investitorja z njeno vsebino in s predlagano najboljšo varianto. Investitor pa mora s pisno izjavo potrditi seznanitev s študijo in ob tem tudi navesti svojo odločitev o izbiri sistema za oskrbo stavbe z energijo.

8.4 Študije izvedljivosti in PURES 2008

Pravilnik o študijah izvedljivosti AES (velja za stavbe večje od 1.000 m²) torej ne zavezuje investitorja k odločitvi za predlagano rešitev. Nasprotno pa PURES 2008 v 8. členu za vse stavbe neposredno predpisuje najmanj 25% pokritost moči za gretje, prezračevanje, hlajenje in toplo pitno vodo z obnovljivimi viri energije (toplota okolja, sončno obsevanje, biomasa, geotermalna energija in energija vetra, ali predviden priključek na naprave za pridobivanje toplote ali hlada iz obnovljivih virov energije zunaj stavbe).

Oba pravilnika si prizadevata povečati rabo obnovljivih virov v stavbah, vendar z različnima pristopoma, ki se med seboj vsebinsko praktično ne povezujeata. Pri pravilniku o študijah izvedljivosti gre za analize, ki temeljijo na računu potreb po energiji, okoljskih in ekonomskih kazalnikih; končna odločitev je sicer prepuščena investitorju, pri čemer k pozitivni odločitvi močno prispevajo zlasti denarne spodbude pa tudi primeri dobre prakse in rastoče zaupanje investitorjev v tehnologije za izrabo OVE. Zahteva res velja le za velike stavbe, a z napovedano prenovljeno direktivo EPBD je predvidena razširitev tega določila na vse stavbe. Pravilnik PURES 2008 neposredno zahteva uporabo OVE v stavbah, izhajajoč iz nacionalnih strateških ciljev ne glede na ekonomske vidike posamične naložbe. Opazimo lahko tudi razliko v definiciji AES in OVE. Daljinsko ogrevanje in hlajenje, ki je ena od sprejemljivih alternativnih rešitev po pravilniku o študijah izvedljivosti, ustreza zahtevam PURES-a le, če je na ravni daljinskega sistema zagotovljenih 25% virov iz OVE.

Seznam pravilnikov:

1. Pravilnik o metodologiji izdelave in vsebini študije izvedljivosti alternativnih sistemov za oskrbo stavb z energijo (Uradni list RS, št. 35/2008 z dne 9.04.2008)
2. Energetski zakon (Uradni list RS, št. 27/07 – uradno prečiščeno besedilo)
3. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 93/08) (PURES 2008)

9 Viri

Adalberth, K., Wahlström, Å., "Energy inspections of buildings –multifamily houses and premises", SIS HB 10, edition 2, ISSN 0347-2019, ISBN 978-91-7162-725-4, In Swedish, *SIS Förlag AB*, Stockholm, **2008**.

Beerepoot, M. Energy policy instruments and technical change in the residential building sector, Technical University, Delft, 2007

Hansen, K., et al., "Inventory of Building practice, barriers and solutions for market introduction of alternative energy systems (status 3/2007)", SENTRO 2/2007/WP3, September, **2007**.

Lečnik, S., Hribar, G. 2005. Toplotna črpalka.
<http://www.energetika.net/portal?ctrl:id=page.default.counsel&ctrl:type=render&en:ref=didUKnow&ec:det=25658> (15. 12. **2007**).

Prins, M. et al., "Sturen op waarden bij Projectalliantiecontracten, de toepassing van incentives op kwaliteit, Technical University Delft, Real Estate and Housing faculty, June **2006**.

Sijanec Zavrl, M., et. al, "Inventory of implementation of feasibility studies from EPBD Art. 5 in EU-27 (status 3/2007)", SENTRO 1/2007/WP2, September, **2007**.

Sistemi za podporo odločanju.
<http://stari.bf.uni-lj.si/iae/udovc/model.doc> (19. 2. **2008**).

SOU 2008:25, "A more energy efficient Sweden – First considerations of the energy efficiency Commission of Inquiry", In Swedish, ISBN 978-91-38-22931-6, ISSN 0375-250X, Stockholm **2008**.

Študija izvedljivosti in analiza stroškov/koristi.
<http://www.ailab.si/blaz/predavanja/pois/slides/pois10-AnalizaStroskovInKoristi.ppt> (24. 4. **2009**).

Wahlström, Å. "Environmental assessment of energy systems for heating in dwellings". Proceeding of ISES Solar World Congress 2003, Paper no. O6 8, Göteborg, Sweden, June 14-19, **2003**.

Wahlström, Å. "EFFem, A free to use Internet tool for environmental assessment of different heating sources", www.aktiv.org/miljobel, SP Technical Research Institute of Sweden, **2008**.



WBSCD (World Business Council for Sustainable Development), Energy Efficiency in Buildings, 2007.

Dodatek A: Predstavitev študije izvedljivosti na praktičnem primeru

V poglavjih 4-7 tega priročnika so opisane različne faze, ki jih je treba vključiti v študijo izvedljivosti za uporabo AES. Študija se lahko izvede, povzame in predstavi svoje rezultate na več različnih načinov; v dodatku A, ki je pred vami, bo eden izmed primernih načinov predstavljen na praktičnem primeru. Zavedati se je treba, da morajo biti štiri osnovni parametri, ki so bili v priročniku predhodno že večkrat omenjeni in predstavljeni, opisani pri vsakem AES na tak način (kvantitavni podatki), da je mogoče oceniti njihov vpliv (dobre in slabe strani) na izpostavljenih področjih. Dodatek se tako zaključi še s tabelo nekaj takšnih številskih indikatorjev, ki naj bi se vedno vključili v študijo izvedljivosti AES.

A.1 Predstavitev problema

Projekt, ki bo predstavljen v nadaljevanju, je projekt načrtovanja in izvedbe 33 stanovanjskih stavb s skupno 264 stanovanji in uporabno površino 33.000 m². Gradnja je načrtovana v bližini enega izmed večjih mest na jugu Švedske. Ker gre tu za povsem novo poselitveno območje, bo potrebno zagotoviti povsem nov sistem oskrbe z električno energijo. Kot zahtevajo švedski gradbeni predpisi, bo potrebno znotraj projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja dokazati, da skupna količina specifične rabe energije za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode ter elektrike za delovanje tehničnih sistemov v objektu ne presega 110 kWh/m², prav tako pa bo kot del te projektne dokumentacije potrebno podati tudi študijo izvedljivosti AES.

A.2 Prva izbira AES z uporabo seznama kontrol za predoceno izvedljivosti energetskega sistema

Pri delu projektnega tima (v tem primeru planerjev in projektantov) je bil najprej uporabljen kontrolni seznam za izločitev potencialno neugodnih rešitev energetskega sistema objekta.

Izkušnje iz bližnjih področij so pokazale, da so ključnega pomena za toplotne dobitke objektov na Švedskem pogosto prispevki toplotne energije iz solarnih kolektorjev, vendar pa leži novo območje, kjer se je gradnja načrtovala, deloma v senci hriba, zato tak sistem ni bil izbran kot stroškovno učinkovit. Iz istega razloga so bili iz nadaljnje obravnave izključeni fotovoltaični sistemi.

Za dobro alternativno varianto pridobivanja toplotne energije je bila sprva smatrana centralna tovarna na lesene pelete, ki je bila obravnavana zlasti z vidika varovanja okolja. Ker se pri zgorevanju lesne biomase proizvede bistveno manj okolju škodljivih

snovi kot pri kurjavi s konvencionalnimi tipi energentov, je na prvi pogled ta možnost izgledala ugodna. Vendarle je pogled z drugega zornega kota pokazal, da bi morali v primeru takšne proizvodnje toplotne energije do tovarne prepeljati več ton lesnih peletov letno, kar bi okolico obremenjevalo z nenehnim hrupom in onesnaženim zrakom. V izogib temu bi bila potrebna izgradnja posebne ceste, ki bi vodila do tovarne, vendar bi obvozila stanovanjsko sosesko, kar bi seveda terjalo dodatne stroške. Ker bi takšna tovarna istočasno zahtevala še visoko stopnjo rednih vzdrževalnih del (redni pregledi obratovanja tovarne, redno čiščenje dimnikov...), kar bi poleg zaposlitve rednega operativnega osebja terjalo vsaj še eno dodatno zaposlitev za polni delovni čas, je bila končno izključena tudi ta možnost.

Ker je območje relativno blizu večjega mesta z urejenim sistemom daljinskega ogrevanja, se je kot dobra alternativna varianta ponujala tudi razširitev tega sistema do novega stanovanjskega področja. Ta možnost je bila izbrana za nadaljnjo študijo.

Obravnavana je bila tudi možnost z večjim številom manjših naprav za soproizvodnjo toplote in elektrike (t.i. CHP proizvodnja), ki pa se sicer na Švedskem bolj malo uporabljajo. Tak način pridobivanja energije se je namreč izkazal kot primeren običajno le v smislu večje CHP tovarne, ki napaja sistem daljinskega ogrevanja. Poleg tega so izkušnje pokazale, da je najprimernejše gorivo za manjše CHP obrate zemeljski plin, in ker so možnosti za oskrbo obravnavanega novega stanovanjskega področja s tem energentom slabe, je bila ta možnost izključena.

Ker je vrtanje vrtin na območju prepovedano, so bile nadalje izločene toplotne črpalke, ki izkoriščajo toploto kamnin. Izločene so bile še toplotne črpalke, ki izkoriščajo toploto površinske zemlje, za katere se je izkazalo, da bi za namestitev kolektorja z zadostno površino bila potrebna večja površina, kot je dejansko bila na razpolago. Prav tako se je kot neustrezna varianta izkazala samostojna uporaba toplotnih črpalk, ki izkoriščajo toploto odpadnega zraka (glej dodatek C), saj te samostojno ne bi mogle zadostiti toplotnim potrebam objektov.

Kljub vsemu se je pri toplotnih črpalkah le pokazala potencialna rešitev, in sicer v primeru, ko bi se črpalka na toploto izrabljenega zraka uporabila v kombinaciji z zemeljskim kolektorjem za dodatno zagotavljanje potrebne toplote v času konic. Sicer se je razmislilo tudi o možnosti toplotne črpalke na toploto izrabljenega zraka v kombinaciji s toplotno črpalko, ki bi izkoriščala toploto okoliškega zraka, vendar se slednja glede na nizke projektne temperature zraka na tem področju ni izkazala kot učinkovita.

Za nadaljnjo detajlno študijo izvedljivosti (po posameznih vidikih opisana v nadaljevanju) sta bili tako izbrani dve možnosti: razširitev mreže daljinskega ogrevanja, ki je predhodno s toploto oskrbovala le bližnje mesto, in sistem toplotnih črpalk na

toploto izrabljenega zraka v kombinaciji z zemeljskim kolektorjem za zagotavljanje dodatno potrebne toplote v času konic.

A.3 Proučitev problema s tehničnega vidika

Ker na tej stopnji projekta podrobni načrti še niso bili na razpolago, je bila ocena izbranih alternativnih variant narejena na osnovi grobih izračunov in raziskav na podlagi podatkov, ki so jih posredovali dobavitelji energetskih sistemov in opreme. Prav tako sta se obe izbrani alternativni primerjali še s konvencionalnim energetskim sistemom z namenom dejansko ugotoviti, kolikšen je njun pozitiven učinek. Za primerjavo je bilo izbrano centralno ogrevanje na kurilno olje, čeprav tak način ogrevanja ni ravno verjeten glede na lokalne pogoje.

Rezultati izračunov so pokazali, da primera, ko bi se stavbe priklopile na sistem daljinskega ogrevanja ali ko bi se ogrevale s kotlovnico na kurilno olje, ne bi izpolnjevala zahtev švedskih gradbenih predpisov, v kolikor v objektu ne bi bila zagotovljena rekuperacija (vračanje) toplote izrabljenega zraka. Tako sta bili ti dve varianti v nadaljnji obravnavi kombinirani še s prezračevalno napravo, ki omogoča tovrstno izrabo toplote.

Tehnična ocena problema je tako podala naslednje ugotovitve:

- 1 Daljinsko ogrevanje + prezračevanje z rekuperacijo toplote odpadnega zraka:
 - a. Potreben izkop kanalov za cevi za priklop objektov obravnavanega novega stanovanjskega področja na obstoječ sistem daljinskega ogrevanja bližnjega mesta.
 - b. Potrebna vgradnja toplotne postaje za vsak objekt, ki bo priklopljen na sistem daljinskega ogrevanja.
 - c. Potreba po prezračevalni napravi z rekuperacijo oz. možnostjo izmenjave toplote med odhodnim izrabljenim in dovodnim svežim zrakom (za vsak objekt posebej).
 - d. Letna poraba energije v tem primeru izračunana v višini 100 kWh/m² oz. 3300 MWh za celotno področje.

- 2 Toplotne črpalke, ki bodo izkoriščale toploto odpadnega zraka, v kombinaciji z zemeljskim kolektorjem za zagotavljanje dodatne toplote v času konic
 - a. Vgradnja take črpalke v vsakega izmed objektov.
 - b. Pričakovano letno grelno število (glej dodatek C) takšne črpalke je 2.2; pri čemer se pričakuje, da bi samo s črpalke lahko pokrili približno 85% letnih potreb stavb po toploti, ostalo bi se v času konic zagotavljalo z direktnim električnim grelcem.

- c. Letna poraba energije za elektriko, potrebno za delovanje TČ in dopolnilnega električnega grelca, izračunana v višini 54 kWh/m² oz. 1770 MWh za celotno področje.
- 3 Ogrevanje s centralno pečjo na kurilno olje + prezračevanje z rekuperacijo toplote odpadnega zraka
- a. Potreben izkop kanalov za cevi za distribucijo toplote med glavno centralo soseske s kotlom na kurilno olje in vsemi 33 objekti.
 - b. Potreba po prezračevalni napravi z rekuperacijo oz. možnostjo izmenjave toplote med odhodnim izrabljenim in dovodnim svežim zrakom (za vsak objekt posebej).
 - c. Za kurilno olje predvidena kurilna vrednost 9900 kWh/m³, za peč predviden izkoristek 85%.
 - d. Izračunana letna poraba energije v višini 100 kWh/m² oz. 393 m³ kurilnega olja za celotno območje.

A.4 Proučitev problema z organizacijskega vidika

Različni sistemi za proizvodnjo toplote zahtevajo različne stopnje obratovanja in vzdrževanja. Obratovanje in vzdrževanje sistema daljinskega ogrevanja je v večini primerov v domeni podjetja, ki je lastnik in upravitelj sistema. Kljub vsemu v tem prvem obravnavanem primeru določen nivo vzdrževanja zahteva prezračevalna naprava z rekuperacijo toplote, pri kateri je npr. potrebna redna menjava filtrov. Vendarle pa tudi toplotne črpalke in kotli na kurilno olje terjajo določen nivo vzdrževanja.

Tako varianta s sistemom daljinskega ogrevanja kot tudi varianta s toplotno črpalko se lahko štejeta kot okolju prijazni alternativni. Izbira ene ali druge tako zagotavlja pozitivno tržno korist. Izbira kotla na kurilno olje bi nasprotno pomenila pravo tržno katastrofo, saj bi bilo zaradi njegovega negativnega vpliva na bližnjo in širšo okolico zelo težko najti ustrezne najemnike izgrajenih stanovanj.

A.5 Proučitev problema s finančnega vidika

Za vse tri obravnavane variante so bili ocenjeni tudi investicijski stroški in stroški porabe energije. Rezultate prikazujeta tabeli A.1 in A.2.

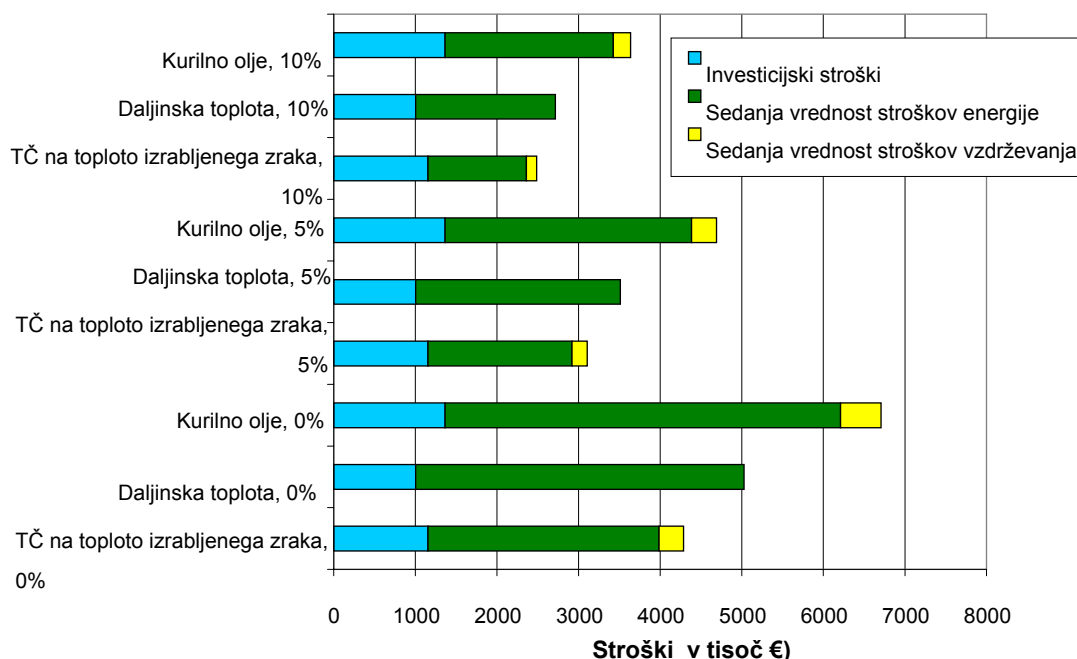
Tabela A.1 Investicijski stroški za vse tri obravnavane variante energetskih sistemov

Varianta energetskega sistema	(1) Daljinsko ogrevanje + prezračevanje z rekuperacijo toplote izrabljenega zraka	(2) Toplotne črpalke na toploto izrabljenega zraka v vsakem izmed objektov	(3) Daljinsko ogrevanje + prezračevanje z rekuperacijo toplote izrabljenega zraka
Oprema	Priklop na sistem daljinskega ogrevanja brezplačen	33 enot po 35.000€ Skupaj: 1.155.000 €	Kotel na kurilno olje s 33 pomožnimi postajami (priključki): 582.000 €
Rekuperacija toplote izrabljenega zraka	33 enot po 16.000€ Skupaj: 528.000€ 33 units for		33 enot po 16.000€ Skupaj: 528.000€ 33 units for
Izkop kanalov za cevi za distribucijo toplote	475.000€		254.000€
Vzdrževanje glavne toplotne enote		15.000€/leto	11.000€/leto
Vzdrževanje pomožne toplotne enote (rekuperacija)	14.000€/leto		14.000€/leto

Tabela A.2 Cene energentov po njihovih vrstah

Energent	Cena
Daljinska toplota	0.06 €/kWh
Elektrika	0.08 €/kWh
Kurilno olje	617 €/m ³

S pomočjo MSV (metoda neto sedanje vrednosti) je bila izračunana sedanja vrednost investicije. Pri tem je bila za opremo predvidena življenjska doba 20 let, zato je bilo tolikšno tudi obdobje, opazovano v izračunu. Ker je to precej dolga doba, v kateri se ekonomske razmere na tržišču lahko večkrat korenito spremenijo, so bile obravnavane tri možnosti. In sicer situacija, ko je razmerje med diskontno stopnjo in rastjo cene energentov enaka 0%, situacija, ko je to razmerje enako 5% in situacija, ko je le-to enako 10%. Rezultate ekonomske analize prikazuje slika A.1.



Slika A.1 Sedanja vrednost skupnih investicijskih stroškov za dva AES in primer s kotlom na kurilno olje za tri različne napovedi bodočih ekonomskih razmer tržišča (oz. tri različne napovedi razmerja med predvideno diskontno stopnjo in predvideno rastjo cen tržišča: 0%, 5% in 10%).

Iz slike A.1 je razvidno, da je ogrevanje s kotlom na kurilno olje v opazovanem življenjskem ciklu 20 let najmanj donosno, ne glede na tri različne scenarije prihodnjih gospodarskih pogojev. Glede variant ogrevanja s sistemov daljinske toplote in s pomočjo toplotne črpalke pa lahko rečemo, da večja kot je razlika med diskontno stopnjo in stopnjo rasti cene energije, bolj je potek stroškov življenjskega cikla v obeh primerih medsebojno podoben.

A.6 Proučitev problema z vidika varovanja okolja

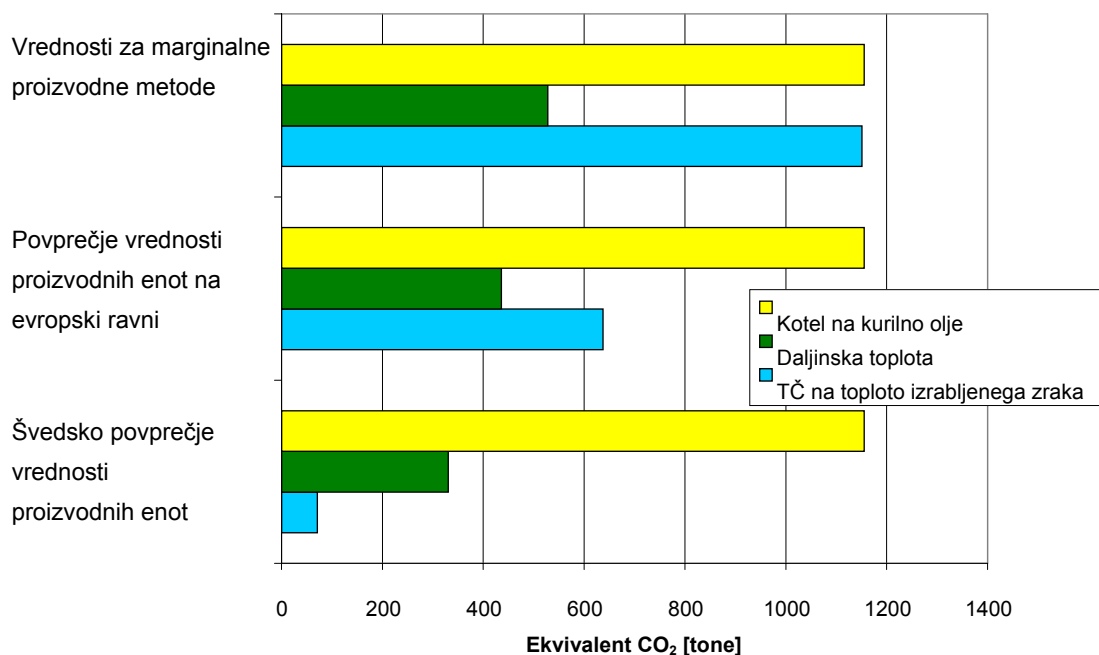
Da bi lahko ocenili okoljski vidik različnih alternativ, so bili izračunani njihovi učinki z vidika emisij toplogrednih plinov. Emisije, izražene v ekvivalentih CO₂, so bile izračunane za vsako koristno kWh, dobavljeno v stavbe (Wahlström, 2008). Rezultati so prikazani v tabeli A.3. Možni učinek emisije toplogrednih plinov je bil izračunan na tri različne načine, glede na upoštevanje podatkov za proizvodnjo električne energije: kot povprečje emisijskih vrednosti švedskih proizvodnih enot, kot povprečje emisijskih vrednosti evropskih proizvodnih enot in z emisijskimi vrednostmi za marginalne proizvodne metode.. Daljinsko ogrevanje je bilo poračunano na podlagi dejanskih podatkov, ki jih je zagotovilo podjetje, ki oskrbuje mrežo daljinske toplote sosednjega mesta, na katero bi se potencialno lahko priklopila tudi nova stanovanjska soseka.

Ker se v kombinaciji z daljinskim ogrevanjem porablja tudi električna energija, se je ta oblika preskrbe s toplotno energijo proučila tudi v odvisnosti od treh prej omenjenih povprečnih vrednosti (švedsko povprečje, evropsko povprečje in primer proizvodnje v pomožnih enotah).

Tabela A.3 Emisije na proizvedeno kWh energije, izražene v ekvivalentih CO₂, v odvisnosti od načina proizvodnje toplotne energije in načina proizvodnje elektrike

Proizvodnja elektrike	Elektrika (CO ₂ -kWh/KWh)	Daljinska toplota (CO ₂ -kWh/KWh)	Kurilno olje (CO ₂ -kWh/KWh)
Švedsko povprečje	40	100	350
Evropsko povprečje	360	132	350
Način proizvodnje v pomožnih obratih	650	160	350

S strani švedske vlade je bila izvedena tudi raziskava za potrebe Direktive (ESD) o učinkovitosti rabe končne energije in o energetskih storitvah, ki je na koncu podala tudi politične utežne faktorje, s katerimi se ugotavlja okoljski vpliv rabe primarne energije in različnih energentov oz. nosilcev energije, oz. rabe naravnih virov (SOU 20087:25). Na ta način so bile določene ocene (lestvica 1-3) za uravnoteževanje okoljskega vidika AES (sredinski stolpec tabele A.4), pri čemer se je pridobivanje energije z določenim energentom ocenjevalo tudi glede na energijo, porabljeno pri pridobivanju in distribuciji tega energenta (okoljski vidik npr. ogrevanja na kurilno olje je treba namreč vedno gledati širše: ne le kot vpliv, ki ga ima ta energent pri zgorevanju v kotlu, ampak tudi kot vpliv, ki ga ima olje na okolje zaradi njegovega transporta od mesta pridobivanja do podjetja za distribucijo in dalje do objekta, ter kot negativen vpliv na okolje zaradi proizvodnih postopkov v procesu njegovega pridobivanja). Prav tako podajajo rezultati te raziskave ocene za tehtanje okoljskega vidika pri odločanju za izboljšanje učinkovitosti (izkoristka) energetskega sistema glede na posamezen energent (desni stolpec tabele A.4).

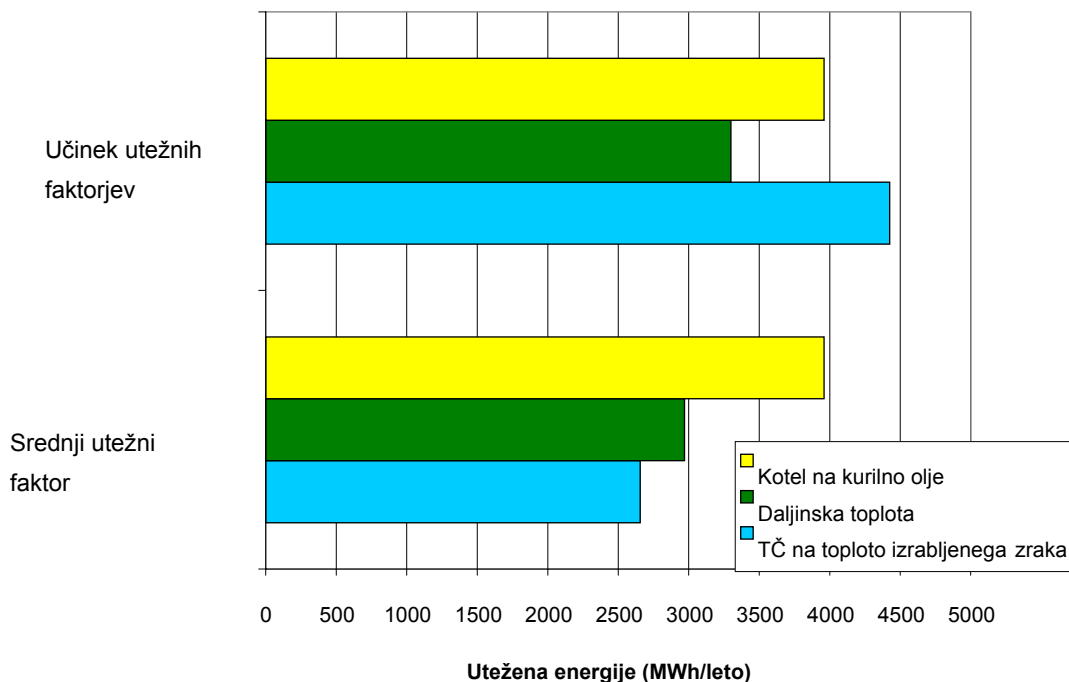


Slika A.2 Emisije na proizvedeno kWh energije, izražene v ekvivalentih CO₂, za različne možne variante energetskih sistemov.

Tabela A.4 *V sredini:* *Ocene (lestvica 1-3) za uravnoteževanje okoljskega vpliva energenta glede na primarno energijo (t.j. energijo, porabljeno pri njegovem pridobivanju in nadaljnji distribuciji)
Desno: **Ocene za uravnoteževanje okoljskega vidika pri odločanju za izboljšanje učinkovitosti (izkoristka) energetskega sistema glede na določen energent (SOU 2008:25).

Energent	*	**
Elektrika	1,5	2,5
Daljinska toplota	0,9	1,0
Fosilna goriva (kurilno olje, zemeljski plin)	1,2	1,2
Biogoriva (peleti, sekanci)	1,2	1,2

Slika A.3 kaže učinke uporabe utežnih faktorjev na vplive uporabe različnih alternativ rabe naravnih energijskih virov.



Slika A.3 Utežena raba energije, namenjena prikazu rabe primarne energije različnih sistemov za oskrbo z energijo.

A.7 Priporočen seznam indikatorjev, ki naj bi se uporabil pri pripravi študije izvedljivosti

Rezultati študije izvedljivosti morajo biti prilagojeni nacionalnim in lokalnim posebnostim, še zlasti nacionalnim pravilnikom o rabi energije v stavbah in nacionalnemu razvrščanju energetskega sistemov v različne energetske razrede.

Vzorec obrazca za izpis kazalnikov (večinoma številskih podatkov), ki naj bi se uporabili pri pripravi študije izvedljivosti AES kot neke vrste poročilo o njenih rezultatih, je bil izdelan v Franciji in je prikazan v tabeli A.5.

Tabela A.5 Primer povzetka rezultatov študije izvedljivosti različnih možnih variant energetskega sistemov.

Kratek opis opcij (tudi če niso analizirane popolno):

- Osnovna (konvencionalna) rešitev: tista, ki jo običajno izbere investitor ali planer
- Opcija 1: solarni toplotni sistem
- Opcija 2:

	Oznaka indikatorja	Enota	Indikator	Osnovna varianta	Indikator	Opcija 1	Opcija 2	Opcija 3
Obvezno		€	Dodatni stroški v primerjavi s stroški konvencionalnega sistema		3.a				
	1.a	KWh/m ²	Poraba primarne energije		3.b				
		MWh/leto							
	1.b	kg CO ₂ /m ²	Emisije CO ₂ glede na porabo energije (brez emisij zaradi rabe energije za hlajenje objekta)		3.c				
		ton CO ₂ /leto							
	1.c	A,B,C,...	Energijski razred glede na nacionalno shemo energijskih razredov energetskih sistemov		3.d				
	1.d	A,B,C...	Dosežen razred glede na količino CO ₂ emisij glede na oznako klimatske cone		3.e				
	1.e	€/leto	Letni obratovalni stroški		3.f				
	leto	Čas povračila investicije glede na osnovno varianto		3.g					
		Druge posebnosti rešitve (prednosti oz. slabosti) glede na osnovno varianto		3.h					
Neobvezno		kWh/m ²	Prihranki (v energiji) v dobi 30 let glede na osnovno varianto		3.i				
		MWh							
		kg CO ₂ /m ²	Redukcija emisij v dobi 30 let glede na osnovno varianto		3.j				
		ton CO ₂							
		€/m ²	Prihranki (v €) v dobi 30 let glede na osnovno varianto		3.k				
		€							
		€/m ²	Pričakovan letni prihranek (v €) v dobi 30 let glede na osnovno varianto		3.l				
	€								

		%	Investicijski donos v primerjavi z osnovno varianto		3.m				
--	--	---	---	--	-----	--	--	--	--

Razlogi, zakaj se določene možnosti niso proučevale
 - Opcija 2 se ni natančneje proučila, ker

Razlogi za izbiro osnovne variante: ...

Dodatek B: Primeri dobre prakse

B.1 Švedski primer

Podatke posredovala: Cecile Segerholm, SP Technical Research Institute of Sweden (Švedski tehnični raziskovalni inštitut)

B.1.1 Opis projekta "Hamnhuset"

Stanovanjska soseska "Hamnhuset" (Harbour House) v drugem največjem mestu na Švedskem, mestu Gothenburg, natančneje v zaselku Sannegårdshamnen, je bila zgrajena poleti leta 2008, predstavljata pa jo dva stanovanjska bloka s štirimi oziroma petimi nadstropji in stošestnajstimi stanovanji, ki ju povezuje skupno notranje dvorišče. Kletna etaža je namenjena garažnim prostorom. Projekt načrtovanja in gradnje te soseske bo v nadaljevanju predstavljen kot primer dobre prakse uporabe študije izvedljivosti alternativnih energetske sistemov (AES) v objektih na Švedskem, saj je bil njegov namen v prvi vrsti zgraditi energetske-účinkovito hišo, ki naj bi bila ocenjena s pomočjo analize stroškov življenjskega kroga (LCC), drugi, nič manj pomemben cilj pa zgraditi hišo brez klasičnega radiatorskega ogrevanja s pomočjo kar najbolj učinkovite izrabe notranjih virov (razsvetljava, energija zaradi aktivnosti uporabnikov, ki se v objektu odvijajo...).

B.1.2 Vsebina in rezultat izračunov LCC

Z analizo LCC so bili izračunani stroški različnih možnih načinov gradnje, inštalacijskih sistemov in ukrepov s potencialom energijskega prihranka. Nekateri izmed njih so se izkazali za stroškovno neučinkovite, zato so bili izključeni iz nadaljnjih izračunov. Zaključni (bolj podrobni) LCC izračuni so bili izvedeni za ukrepe, ki so izkazovali največji potencial, prav tako se je zanje naredila primerjava z LCC izračuni za dva druga podobna stanovanjska objekta.

- Parametri, ki so bili izračunani in primerjani z analizo LCC:
 - Vgradnja balkonskih plošč: primerjava tradicionalnih metod proti produktom, ki zmanjšujejo učinek toplotnih mostov.
 - Izolacija robov etažnih plošč: primerjava dodatne izolacije robov naproti "običajni" konvencionalni izolaciji
 - Gradnja sten: primerjava posebej izoliranih sten v primerjavi s konvencionalno izoliranim.
 - Načrtovanje prezračevalnih in ogrevalnih sistemov: Preučene so bile različne možne alternativne variante (sedem variant) prezračevanja v kombinaciji z različnimi možnimi načini izolacij sten in z možnostjo z ali brez klasičnega radiatorskega sistema ogrevanja.

- Rekuperacija odpadne toplote kanalizacijskih odplak: s čimer je mišljena primerjava izrabe toplote odpadnih vod iz gospodinjstva (kuhanje, pomivanje, tuširanje...) in vseh drugih kanalizacijskih odplak v primerjavi s situacijo, ko se toplota odplak ne izrablja.
 - Nadzor razsvetljave: primerjane so bile različne možne variante razsvetljave v kombinaciji z različnimi možnostmi nadzora osvetljenosti (primerjava 3 alternativnih variant).
 - Solarni kolektorji: Obravnavali se je več alternativnih variant priprave tople sanitarne vode: z in brez sončnih kolektorjev.
- Vhodni podatki za LCC kalkulacije so bili sledeči:
- Opazovano časovno obdobje
 - Diskontna stopnja
 - Ocena letnih stroškov "življenja" objekta (obratovanje, vzdrževanje...)
 - Ocena osnovnih stroškov izgradnje
 - Amortizacija
 - Izbira ustreznega programa za LCC kalkulacijo

Rezultat je seveda odvisen od vhodnih podatkov. Tako se je kvantitativna numerična občutljivostna analiza, s katero smo primerjali življenjske stroške objekta za več različnih variant in opazovali, kaj pomeni sprememba vhodnih parametrov izračuna, vršila glede na različne vrednosti letnih pričakovanih stroškov "življenja objekta", ocene osnovnih stroškov izgradnje in diskontne stopnje. Rezultati so pokazali, da v primeru tega projekta spremembe v teh parametrih redko predstavljajo odločilen faktor za rezultat izračuna LCC.

- Poročilo rezultatov kalkulacij LCC:
Rezultati kalkulacij LCC so prikazani v diagramih in grafih treh različnih tipov:

1. Mesečni stroški

Specifični mesečni stroški za investicijo (strošek/m²) tekom prvega leta obratovanja objekta so prikazani na sliki B.1.1. Takšna napoved stroškov je dovolj zanesljiva kot kratkoročna napoved, veljavna za današnjo diskontno stopnjo, cene energentov itd.

2. Diagram stroškov, grafi za nadaljnjih 30 let

Diagram stroškov prikazuje kumulativno vrednost tekočih stroškov od izgradnje objekta dalje za naslednjih 30 let obratovanja objekta (slika B.1.2.). Če se potek krivulj precej razlikuje tekom opazovanega časovnega obdobja, je mogoče sklepati na različen učinek opazovanih različnih možnih alternativnih ukrepov na objektu. Razlika v naklonu kaže na to, kako stroškovno učinkovita oz. neučinkovita je pri posameznem ukrepu investicija tekom opazovanega časovnega obdobja.

3. Diagram povračila začetne investicije za obdobje opazovanih 30 let
Ta tip diagrama (slika B.1.3.) pokaže, kdaj se nam investicija povrne (predstavlja kumulativno vrednost začetnih in tekočih stroškov za naslednjih 30 let obratovanja objekta), ne podaja pa informacije o višini mesečnih tekočih stroškov „življenja” objekta niti informacije o stopnji donosnosti (t.j. odstotnim deležem med investiranim in dobljenim v predvidenem času uporabe sistema; višji kot je ta, bolj ugodna je investicija).

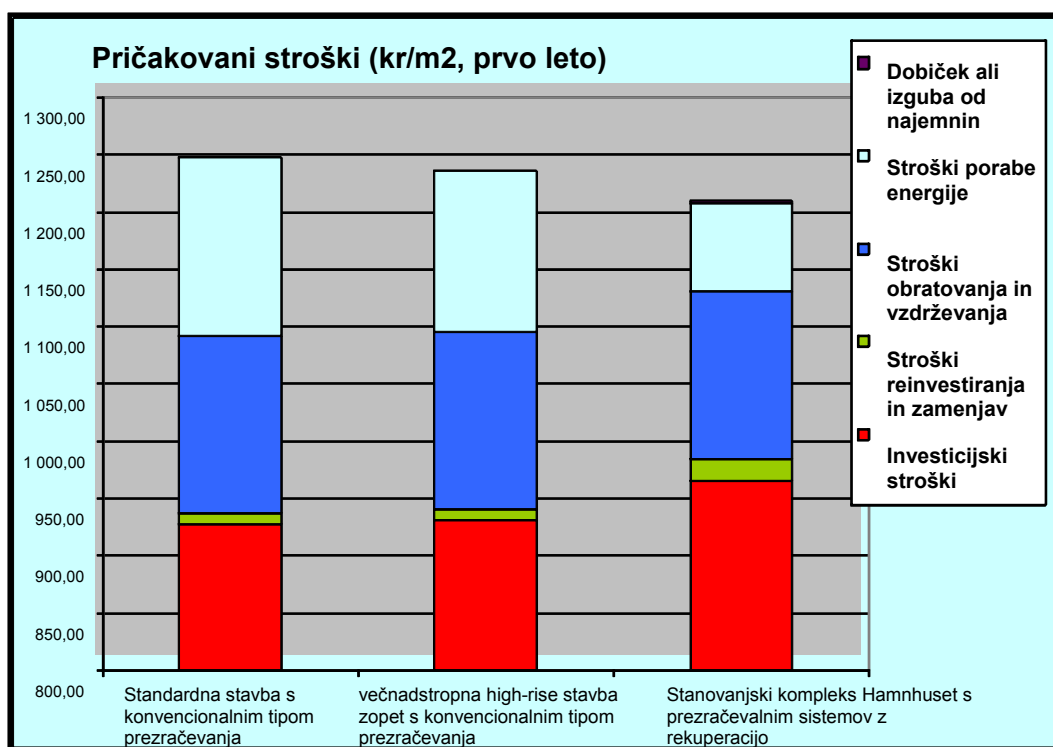
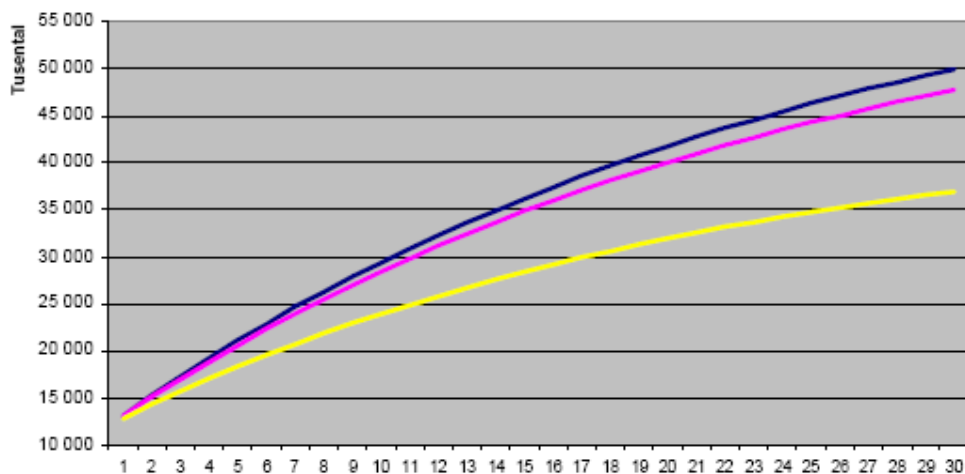
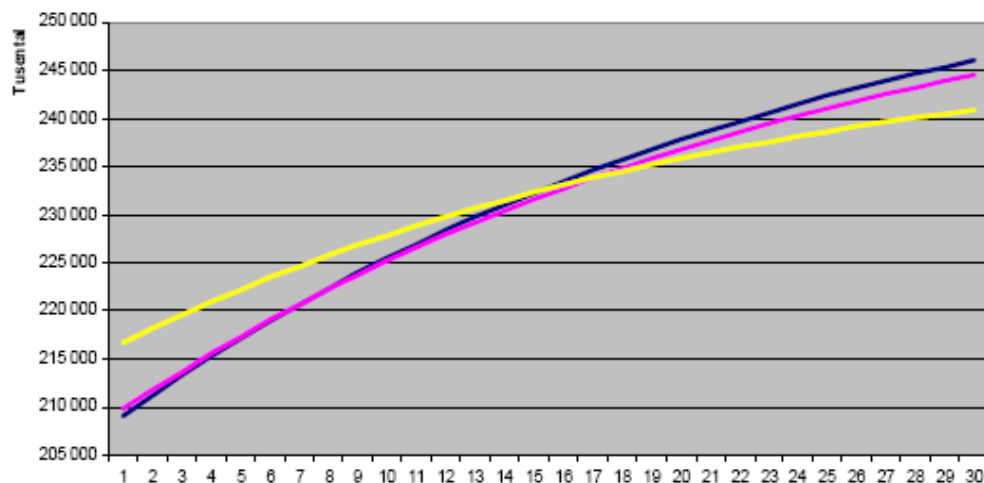


Figure B.1.1 Specifični mesečni stroški za investicijo (strošek/m²) tekom prvega leta obratovanja objekta za tri različne možne tipe obravnavane stavbe (prvi stolpec ustreza standardni stavbi s konvencionalnim tipom prezračevanja; drugi večnadstropni stavbi zopet s konvencionalnim tipom prezračevanja, tretji pa stanovanjskemu kompleksu Hamnhuset s prezračevalnim sistemov z rekuperacijo)



Slika B.1.2 Kumulativno vrednost tekočih stroškov za naslednjih 30 let obratovanja objekta (modra črta ustreza standardni stavbi s konvencionalnim tipom prezračevanja; roza črta večnadstropni stavbi zopet s konvencionalnim tipom prezračevanja, rumena pa stanovanjskemu kompleksu Hamnhuset s prezračevalnim sistemov z rekuperacijo)



Slika B.1.3 Diagram povračila začetne investicije za obdobje opazovanih 30 let (modra črta ustreza standardni stavbi s konvencionalnim tipom prezračevanja; roza črta večnadstropni stavbi zopet s konvencionalnim tipom prezračevanja, rumena pa stanovanjskemu kompleksu Hamnhuset s prezračevalnim sistemov z rekuperacijo)

- Celotna analiza LCC za projekt "Hamnhuset"
Končno je bila izvedena tudi celotna in detajlna analiza LCC za stanovanjski kompleks „Hamnhuset“, in sicer za vse izbrane alternativne variante oblike stavbe s potencialom energijskega prihranka, in sicer:
 1. Standarden stanovanjski kompleks (izoliran konvencionalno) z radiatorskim sistemom ogrevanja in standardnim prezračevalnim sistemom (mehansko prezračevanje z ventilatorjem za dovodni zrak za radiatorji)
 2. Bolje izoliran kompleks stanoavnsjkih stavb z radiatorskim sistemom ogrevanja in standardnim prezračevalnim sistemom
 3. Kompleks stanovanjskih pasivnih objektov, v katerem so združene vse izbrane alternativne variante iz predhodnih izračunov, kar pomeni objekti brez klasičnega radiatorskega sistema ogrevanja in dobro izolacijo, s kolikor je le mogoče reduciranimi toplotnimi mostovi ter rekuperacijo toplote odpadnega zraka.

B.1.3 Rezultati

Po izvedeni občutljivostni analizi so bile za projekt "Hamnhuset " izbrane naslednje rešitve s potencialom energijskega prihranka:

- Dobro izolirane stene z nizko vrednostjo U
- Optimalno vgrajena nizko-energijska okna s sončno zaščito
- Velik solarno-termalni sistem sončnih kolektorjev površine 193 m² na strehi
- Prezračevalni sitem z možnostjo rekuperacije toplote odpadnega zraka
- Daljinsko ogrevanje za predgrevanje dovodnega zraka (kadar samo vračanje toplote odpadnega zraka na prezračevalni napravi ni zadostno in je potrebno dodatno ogrevanje) in pripravo tistega deleža tople sanitarne vode, ki ga ne more zagotoviti solarna naprava

B.1.4 Sklep

LCC kalkulacija projekta Hamnhuset kaže, da je teoretično možno doseči zastavljeni cilj. Skupni ukrepi, ki izkazujejo potencial energijskih prihrankov, prispevajo k tako nizkim obratovalnim stroškom, da se začetna investicija v pasivno gradnjo hiše v primerjavi z gradnjo konvencionalne hiše zagotovo izplača.

B.1.5 Viri

Älvstranden Utveckling AB (2007) LCC beräkningar (Staffan Bolminger)

Na spletu: <http://www.alvstranden.com/images/uploads/File/pdf/LCC-berkningar,%20Hamnhuset.pdf> (v švedščini)

B.2 Nizozemski primer

Podatke posredovala: Suzanne Joosen Ecofys

B.2.1 Opis projekta

“De Boschkens” je nov stanovanjski kompleks v gozdni vasici Goirle na Nizozemskem s predvidenim zaključkom gradnje v letu 2009. Projekt obsega gradnjo približno 400 družinskih hiš (več različnih tipov) in ene šole. Toplota za ogrevalni sistem kompleksa, hlad za sistem za hlajenje in priprava tople vode se zagotavljajo s pomočjo sistema skupinskega ogrevanja in hlajenja v kombinaciji z individualnimi toplotnimi črpalkami na vsakem izmed priključkov. Če se bo projekt izkazal kot uspešen, se bo koncept razširil še na drugih 400 hiš, ki se bodo tu gradile v letih 2009-2012. Projekt predstavlja največji projekt s toplotnimi črpalkami na Nizozemskem.



B.2.2 Vsebina in rezultat študije izvedljivosti

- *2001-2002: Ambicija razviti področje energetske varčnosti družinskih hiš*
Na začetku gradnje je občina Goirle izrazila svojo ambicijo doseči redukcijo CO₂ za 30 % svojega območja, kar bo primerljivo z nizozemskim energetskim standardom iz leta 2004 (EPC 1,0).
- *2002: Študija izvedljivosti več različnih opcij sistemov, ki omogočajo varčno rabo energije.*
Rezultat študije je pokazal, da so toplotne črpalke najbolj ekonomična rešitev za projekt kot je De Boschkens (glede na namen projekta).
- *November, 2002: Študija izvedljivosti več možnih različnih variant toplotnih črpalk:*
Preučeni so bili trije različni koncepti toplotnih črpalk (individualne in skupne toplotne črpalke ter “grozd” toplotnih črpalk) v smislu dveh scenarijev (klasične toplotne črpalke, namenjene samo ogrevanju, ali povratne toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje objekta)
 - Najprej se je proučila tehnična plat izvedljivosti, pri čemer se je obravnavalo tri različne možne tipe toplotnih črpalk in upoštevala toplotna bilanca podzemne vode.

- Nato sta se proučila še okoljski in finančni aspekt in se opredelila še glede na posamezno gospodinjstvo. (glej Tabelo B.2.1).
- Nazadnje se je opredelil še organizacijski aspekt glede na vsak posamezen predlagani ukrep.

Individualne toplotne črpalke so bile izbrane za najboljšo varianto. V prid te odločitve sta odločila ekonomski in okoljski aspekt.

Tabela B.2.1 Finančni in okoljski aspekt različnih možnih alternativ.

Aspekt	Individualne TČ	Skupne TČ	“Grozd” TČ	Referenčna situacija
Okoljski				
Emisije CO ₂ z in brez hlajenja	600 ton	1300 ton	1200 ton	1200 ton
Dejansko delovanje	7.6	6.4	6.5	6.5
Finančni				
Dodatne koristi zaradi investicije, samo ogrevanje	- € 100	- € 950	- € 800	€ 0
Dodatne koristi zaradi investicije, ogrevanje in hlajenje	€ 900	- € 400	- € 200	€ 0
Letne dodatne koristi zaradi investicije tekom uporabe, samo ogrevanje	- € 1	€ 40	- € 15	€ 0
Letne dodatne koristi zaradi investicije tekom uporabe, ogrevanje in hlajenje	€ 65	€ 100	€ 50	€ 0
Interna stopnja donosnosti, ogrevanje in hlajenje	28.2 %	12.9 %	7.2 %	-

- *2002-2004: Razpis za ponudnike energetske storitev*
V tem obdobju je bil objavljen razpis za ponudnike energetske storitev. Razpis je obsegal dela izgradnje in kasnejše upravljanje skupinskega ogrevalnega sistema in sistema hlajenja z individualnimi toplotnimi črpalkami. Izbrano je bilo energetska podjetje Eneco. Pred podpisom pogodbe pa sta bili uspešno premagani še dve oviri, in sicer:
 - Najti je bilo potrebno nov nivo podtalne vode, potem ko se je prva predvidena opcija izkazala za nezadostno.
 - Prav tako je prišlo do sprememb v shemi razdeljevanja nepovratnih finančnih spodbud s strani države. Zato je bila z namenom zagotoviti



si čim večjo finančno pomoč sklenjena nova odločitev, da bodo toplotne črpalke v lasti energetskega upravljalca kompleksa (podjetja Eneco) in ne v lasti lastnikov hiš, kot je bilo predvideno najprej.

- *Julij 2004:* Podpis pogodbe z energetskega podjetjem Eneco
- *2005 – 2012:* Izvedba projekta
- *2007 – 2014:* Primopredaja objektov lastnikom

B.2.3 Vključeni akterji

Tekom prve faze projekta se je občina Goirle odločila oblikovati manjši upravni odbor, na katerega so se prenesla vsa pooblastila za odločanje glede vprašanj, ki bi jih sicer reševal mestni svet. Sicer so bili v prvi fazi projekta vključeni še številni projektni planerji, arhitekti, svetovalci, energetska podjetja, podjetja za upravljanje nepremičnin...

B.2.4 Zaključek

V letu 2007, je bilo zaključenih 25 % od načrtovanih 400 bivališč.

Za zaključek velja poudariti še, da je bila študija izvedljivosti izpeljana tekom faze načrtovanja in projektiranja.

B.3 Francoski primer

Podatke posređoval: Hubert Despretz (Ademe)

B.3.1 Gradnja 28 neprofitnih stanovanj v mestu Besançon



Ta manjši projekt gradnje stanovanj (1979 m²) je obsegal gradnjo 4 manjših objektov. Študija izvedljivosti je bila zaključena v letu 1999 s strani podjetja "Image et calcul", ki je proučilo in medsebojno primerjalo šest različnih možnih kombinacij stavbnega ovoja in stavbnih sistemov. Lastnik stavb, Habitat 25, organizacija za neprofitna stanovanja, pa se je nato na podlagi študije odločila za nekoliko višjo stopnjo toplotne zaščite ovoja, kot jo sicer zahtevajo minimalne zahteve pravilnikov, in



geoter
malno
toplotn
o
črpalk
o za
ogrev
anje in
hlajenj
e

stavbe ter sistem sončnih kolektorjev z dodatnim električnim grelnikom za pripravo tople sanitarne vode.

Deset 100 metrov globokih geosond je bilo povezanih z dvema toplotnima črpalkama. Ta pa je bila nadalje na nivoju stavbe povezana s sistemom talnega gretja, ki v toplejšem delu letu omogoča tudi hlajenje objekta (reverzibilno delovanje črpalke).

Topla sanitarna voda se predgreje s pomočjo v streho enega izmed objektov integriranih sončnih kolektorjev površine 52 m² (dva modula, vsak po 26 m², glej sliko zgoraj), ki so povezani z vodnim hranilnikom toplote prostornine 3 m³ in 24 kW moči dodatnega električnega grelca.

Načrtovanje stavbe in časovni potek gradnje:

Začetno načrtovanje in osnutki projekta	06/1995
Študija izvedljivosti	11/1999
Gradbeno dovoljenje	05/2001

Začetek gradnje	06/2002
Začetek vseljevanj	08/2003
Kontrola in nadzor	2005

B.3.2 Vsebina študije izvedljivosti

Z vidika energetske učinkovitosti je bilo ocenjenih več kombinacij tehničnih rešitev, ki jih prikazuje tabela B.3.1.

Tabela B.3.1 Tehnični vidik in stroški porabe energije za različne opcije.

Opcija	0 – Osnovni primer	1 – Alternativna rešitev	2 – Alternativna rešitev	3 – Alternativna rešitev	4 – Alternativna rešitev	5 – Alternativna rešitev
Stopnja toplotne zaščite ovoja	Običajna	Takšna, ki omogoča znižanje porabe energije v primerjavi z običajno za 7%	Takšna, ki omogoča znižanje porabe energije v primerjavi z običajno za 15%	Takšna, ki omogoča znižanje porabe energije v primerjavi z običajno za 15%	Takšna, ki omogoča znižanje porabe energije v primerjavi z običajno za 15%	Takšna, ki omogoča znižanje porabe energije v primerjavi z običajno za 23%
Energent	Elektrika	Zemeljski plin	Elektrika v kombinaciji s toplotno črpalko			
Ogrevalni sistem	Individualni	Skupinski centralni ogrevalni sistem				
Grelna telesa	Električni grelci	Radiatorjski sistem gretja	Talno gretje			
Priprava tople sanitarne vode	Individualni električni grelci vode	Centralna peč na zemeljski plin	Sončni kolektorji v kombinaciji z dodatnim centralnim električnim grelcem			
Skupni stroški za energijo (€/m ²)	10.22	7.45	5.79	4.88	4.83	4.52
Strošek investicije (€ TTC/m ²)		49.5			163	162

Čeprav so investicijski stroški v primerih 4 in 5 bistveno višji kot v ostalih treh primerih, so bistveno višja stopnja bivalnega udobja, pridobitev dodatnega prostora zaradi odsotnosti radiatorjev (s tem pa tudi poljubna razporeditev pohištva in druge opreme v stanovanju) in možnost zagotavljanja določene stopnje hlajenja stavbe prepričali lastnika, da sta ravno ti dve rešitvi zanj najbolj ustrezni. Študija izvedljivosti je prav tako

zaobsegla proučitev možnosti pridobitve čim višje finančne spodbude, zaradi česar je bilo izločen večji del dodatnih stroškov zaradi inovativne rešitve.

B.3.3 Rezultat študije izvedljivosti

Rešitev, ki je bila sprejeta, in učinek katere se je začel spremljati v letu 2005, je vodila do sledečih rezultatov:

Tabela B.3.2 Finančna plat izbrane rešitve

Stroški (€/m²)	Strošek referenčnega primera*	Planirani strošek*	Dejanski strošek v letu 2005
Strošek investicije	1504	1648	1697
Strošek porabe energije	6.83	4.06	6.01
Strošek vzdrževanja	0.62	0.46	1.82
* vrednost v letu 1999			

Table B.3.3 Strošek porabe energije

kWh/m²leto	Strošek referenčnega primera	Planirani strošek	Dejanski strošek v letu 2005
Poraba energije za ogrevanje	174.6	21.2	17.3
Poraba energije za pripravo tople sanitarne vode	74.7	33.4	37.1
Pomožni sistemi	5.3	3.7	6.1
Skupna poraba energije	254.6	58.3	60.5
Prispevek obnovljivih virov energije k skupni porabi			53 %

Table B.3.4 Okoljski indikatorji

Emisije CO₂ (kg/m²leto)	47.0	5.7	6.4
Poraba primarne energije (kWh/m²leto)	263	150	156

B.3.4 Sklep

Objekti, dokončani v okviru tega projekta, danes izkazujejo pričakovane rezultate, zaradi česar obe vpleteni organizaciji (tako organizacija za upravljanje neprofitnih stanovanjskih objektov kot energetska podjetje) danes težita k ponovni uporabi teh tehničnih rešitev tudi na drugih projektih.

B.4 Slovenski primer

Podatke posredovala: Marjana Šijanec Zavrl,
Avtorja: Miha Praznik, Silvija Kovič (GI ZRMK).

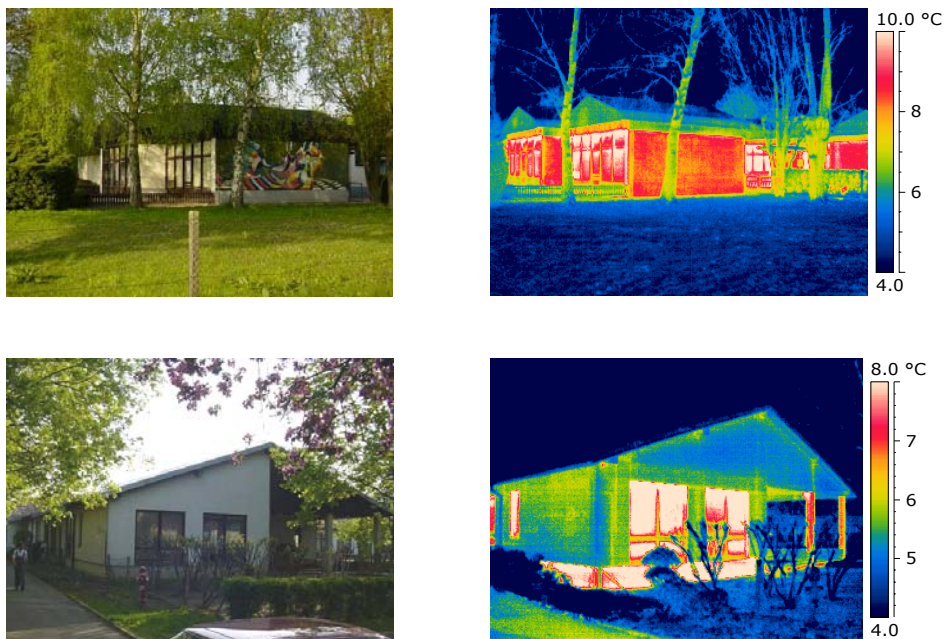
B.4.1 Primer načrtovanja celovite energetske prenove vrtca v Gornji Radgoni (povzetek)

Osnovni podatki:

Ime objekta	Vrtec Manka Golarja (enoti Kocljeva 2 in 4)
Namen projekta	Prva prenova javne stavbe v pasivni tehnologiji v Sloveniji
Lokacija	Gornja Radgona
Leto izvedbe del	2008
Investitor	Občina Gornja Radgona
Naročnik	Občina Gornja Radgona
Projektant	GI ZRMK, d.o.o. s sodelavci Zlati rez, d.o.o., REMONT, d.o.o., Mat-el, d.o.o., Biogradnja s.p. Stojan Habjanič
Odgovorni vodja projekta	dr. Blaž Dolinšek
Koncept energijske prenove v pasivni tehnologiji	Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o., Miha Praznik, u.d.i.s., Silvija Kovič, u.d.i.a
Izvajalec	POMGRAD, d.o.o.

Vrtec Manka Golarja v Gornji Radgoni sestavljata dve pritlični stavbi, vsaka s približno 900 m² neto ogrevane površine: starejši del na Kocljevi 2 (v nadaljevanju stavba »X«), ki je bil zgrajen pred tridesetimi leti (1975) in novejši del na Kocljevi 4 (v nadaljevanju stavba »L«), ki je bil zgrajen sedem let kasneje (1982).

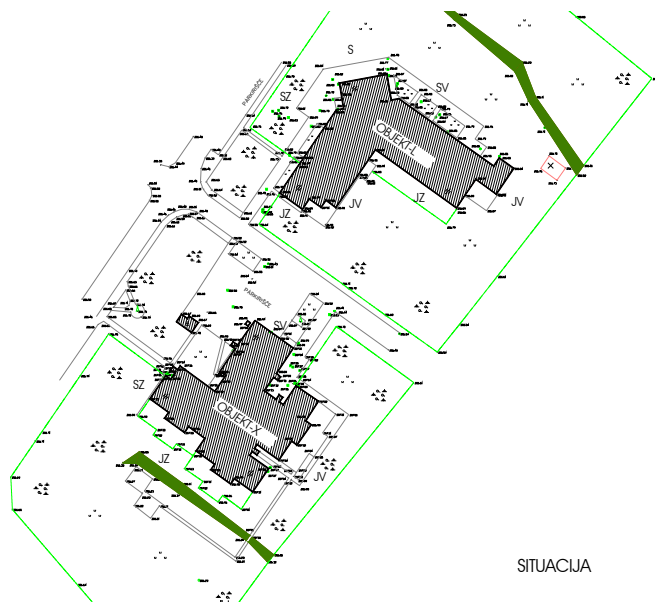
Analiza stanja, izvedena v letu 2006, je pokazala, da je znašal letni strošek za porabljeno energijo v stavbi takrat skupno približno 26.700 €, od tega: 26% za električno energijo, 66% za ekstra lahko kurilno olje, 8% za utekočinjeni zemeljski plin (kuhinja). Povprečna poraba kurilnega olja za ogrevanje je znašala 15 litrov na vsak ogrevani kvadratni meter stavb vrtca.



Slika B.4.1 Termografski posnetki stavbnega ovoja, ki nazorno prikazujejo nezadostnost toplotne zaščite stavbe pred prenovo



Slika B.4.2 Stari (levo) in novi (desno) vrtec Manka Golarja, otvoritev septembra 2008, stavba L



SITUACIJA

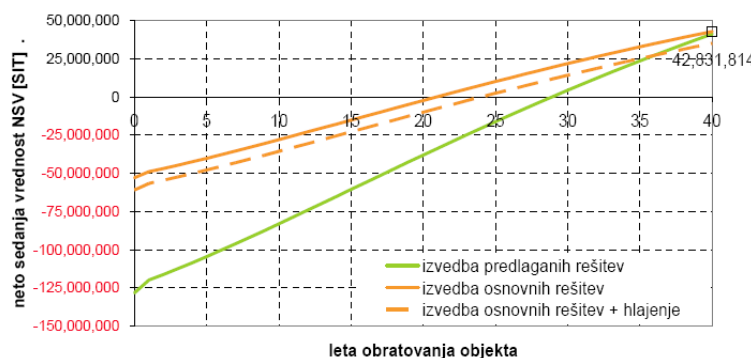
Slika B.4.3 Lokacija stavbe vrtca v Gornji Radgoni

B.4.2 Potek projekta

Spomladi leta 2006 je bil opravljen energetski pregled obravnavanega vrtca. Na podlagi pregleda so bile pripravljene strokovne podlage s študijo izvedljivosti za sanacijo dveh stavb vrtca za več možnih variant (ena s pasivnimi tehnologijami), ki so bile tudi osnova za pridobitev nepovratnih sredstev za sofinanciranje projekta iz programa „Norveški finančni mehanizem”, za katera je projekt kandidiral s pomočjo Pomurske razvojne agencije. Študija je proučevala tri osnovne scenarije prenove:

- 1) referenčni scenarij z minimalnimi investicijskimi stroški brez spremembe tehnologije, ki je bila že vgrajena v objektu (strošek približno 160 €/m²);
- 2) doseganje minimalnih zahtev novega energetskega standarda za prenove stavb (strošek približno 300 €/m²) in
- 3) napreden scenarij za celovito prenovo vrtca v pasivni tehnologiji (strošek približno 500 €/m²).

Študija je zajemala tudi predračun stroškov za investicijo, obratovanje, vzdrževanje ter oceno prihrankov in drugih prednosti prenove.

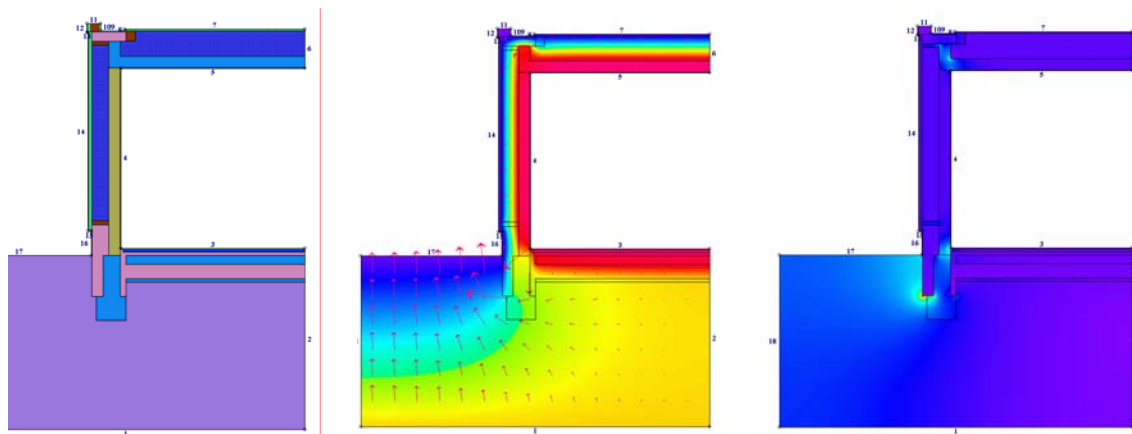


Slika B.4.4 Dolgoročna finančna ocena različnih možnih scenarijev

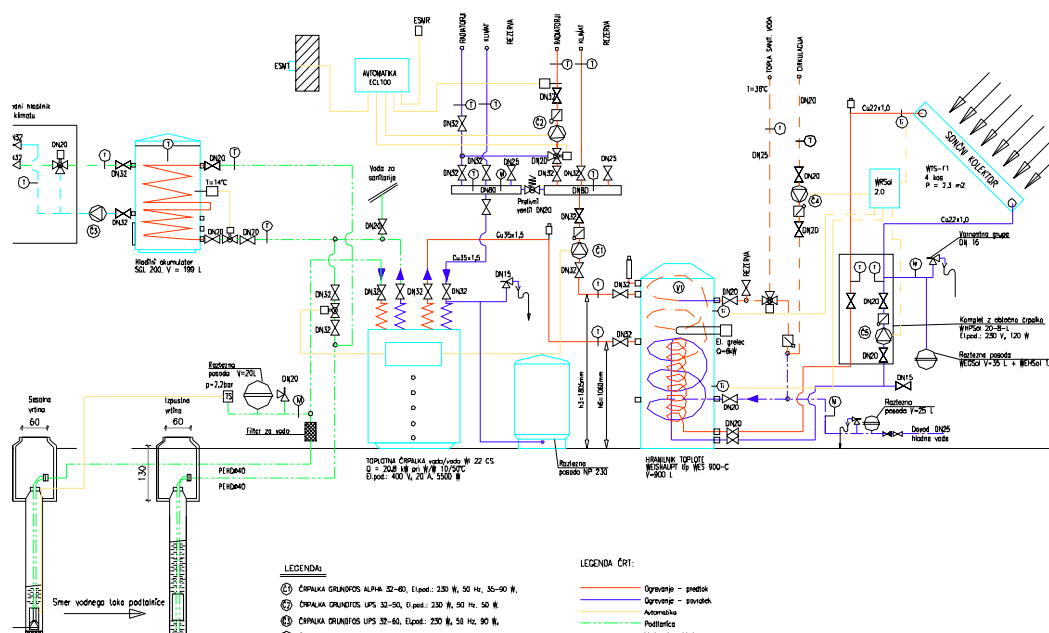
Dolgoročna finančna ocena izpostavljenih scenarijev je pokazala, da imata alternativni varianti številka 2 in 3 enak dolgoročni finančni rezultat, kar pomeni, da bodo uporabniki stavbe v primeru odločitve za varianto 3 za približno enak strošek kot v primeru variante 2 deležni boljših bivalnih in delovnih pogojev preko vseh obdobj let (tu mislimo predvsem zagotavljanje boljše kakovosti zraka, kar pogojuje boljše delovne pogoje, večjo zbranost otrok in uspeh pri delu z otroki, pa tudi izboljšanje naravne osvetljenosti in optimizacija umetne razsvetljave za doseganje zmanjšanja porabe električne energije). Tako se je tehcnica prevesila v prid variante 3.

Izvedena sanacija je tako obsegala naslednje ukrepe:

- dodana toplotna izolacija na zunanjem zidu 28 - 30 cm,
- dodana toplotna izolacija na podstrehi 40 cm,
- nova okna $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- vgrajena pasivna vrata $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- povečane steklene površine,
- vgrajena zunanja senčila (rolji) in tende nad zunanji terasami
- vgrajen sistem centralnega prezračevanja z min. 85% vračanjem toplote odpadnega zraka z vključeno funkcijo pasivnega hlajenja,
- pokrivanje potreb po toploti z obnovljivimi viri energije s toplotno črpalko tipa voda – voda in solarnim sistemom na strehah obeh stavb (do 2/3 letnih potreb)



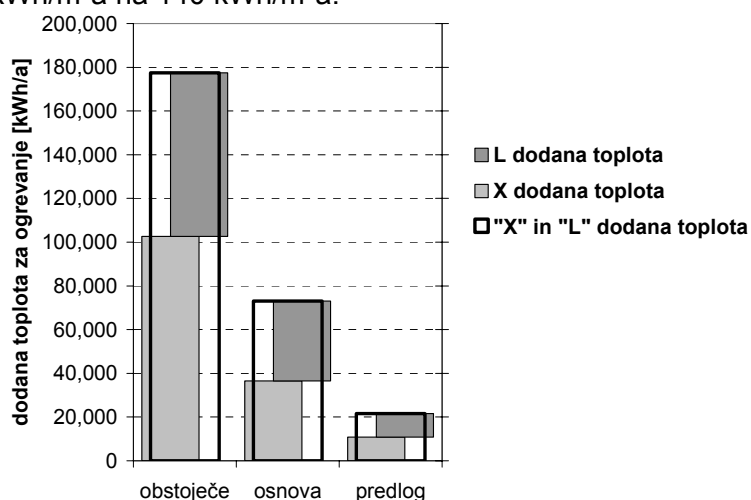
Slika B.4.5 Ocenjevanje rešitev toplotnih mostov stavbnega ovoja s pomočjo simulacij dinamičnega toplotnega prehoda



Slika B.4.6 Toplotna črpalka, ki izkorišča toploto podzemne vode, skupaj z dodatno zagotovljeno toploto sončnih kolektorjev zagotavlja aktivno ogrevanje in hlajenje objekta

Prenova v pasivni tehnologiji je popolnoma spremenila energijsko zasnovo stavb Vrtca Manka Golarja: pred prenovo sta se stavbi ogrevali na skupno kotlovnico na kurilno olje z močjo okrog 300 kW, sedaj vse potrebe pokrivata dve toplotni črpalki voda – voda z močjo 12 kW in dva manjša solarna sistema. Letne potrebe po toploti za ogrevanje so kar sedemkrat manjše, zaradi spremembe v rabi energije in strukturi energentov pa se bodo skupne letne emisije CO₂ zmanjšale iz 100 ton/a na 60 ton/a, skupna letna poraba primarne energije v stavbah pa iz 300

kWh/m²a na 140 kWh/m²a.



Slika B.4.7 Letne potrebe po energiji za ogrevanje so se po prenovi zmanjšale v razmerju 7:1

Tabela B.4.1 Povzetek indikatorjev iz študije izvedljivosti

Indikator iz študije izvedljivosti	Referenčni scenarij	Osnovni nivo renovacije ²	Napredni nivo renovacije v pasivnem standardu ³
Celoten strošek investicije [€/m ²]	160	300	500
Delež stroškov prenove ovoja stavbe : delež stroškov vgrajenih sistemov v investiciji	60 : 40	85 : 15	70 : 30
Celotna toplotna prehodnost stavbnega ovoja [W/m ² K]	0.69 0.61	0.25 0.26	0.19 0.17
Letne toplotne izgube [MWh/year]	280	155	95
Letne zahteve po toploti [MWh/year]	180	75	20
Factor redukcije potreb po toploti	9	4	1
Izboljšanje toplotne zaščite stavbnega ovoja	NE	DA	DA
Vgradnja mehanskega prezračevalnega sistema	NE	DELOMA	DA
Aktivno hlajenje bivalnih prostorov v poletnem času	NE	NE	DA
Letne emisije CO ₂ [t/leto]	100		60
Letna poraba primarne energije [kWh/m ² , year]	300		140
Uporaba fosilnih goriv pri preskrbi z energijo	DA	DA	NE

Uporaba toplote okolja (toplota zemlje)	NE	NE	DA
Aktivna uporaba sončne energije	NE	NE	DA

- 1 – brez večjih sprememb, le konvencionalno vzdrževanje
 2 – tehnični izboljšanje stavbe z običajnimi (konvencionalnimi) tehnologijami
 3 – prenova v pasivnem standardu in izvedba ukrepov učinkovite rabe energije

Poleg učinkovitejšega obratovanja je danes zagotovljeno tudi učinkovitejše delo in bivanje v vrtcu: boljša naravna osvetljenost in osončenje, stabilni temperaturni pogoji, višje površinske temperature, večje količine svežega zraka ter bolj zdravi in srečni otroci.

B.4.3 Viri

Kovič Silvija, Miha Praznik: PGD/PZI, Elaborat celostne energetske prenove Vrtca Manka Golarja v Gornji Radgoni, december 2006, Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Ljubljana

Miha Praznik: Energy Retrofitting of Education-purpose Buildings- –The case of planning of integral energy retrofitting of Kindergarden in GORNJA RADGONA, 24. april 2007, Konferenca slovenskega E-Foruma, Cankarjev dom, Ljubljana

B.5 Litvanski primer

Podatke posređoval: Egidijus Norvais (LEI)

B.5.1 Primer proučitev možnosti uporabe solarnih sistemov in sistemov z bio-gorivi v otroškem zdravilišču

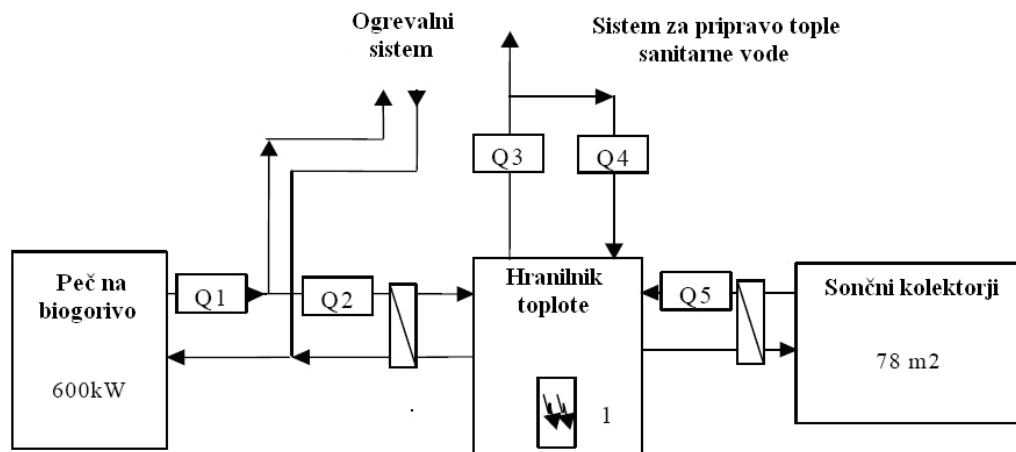
Opomba: Članek ni namenjen predstavitvi primera študije izvedljivosti, ampak predstavitvi analize rezultatov vgradnje alternativnih sistemov ogrevanja, ki je že bila izvršena.

Glede na analizo, izvedeno v okviru delovnega paketa 3 na projektu SENTRO, sta pomanjkanje znanja in primerov dobre prakse v Litvi dve bistveni oviri pri implementaciji alternativnih energetskih sistemov. Indikatorji obratovanja in stroškov, ki bodo opisani v članku, omogočajo pravilno razumevanje razsežnosti možnih investicij, ki so še donosne, razumevanje obratovalnih in vzdrževalnih stroškov, ki jih ti sistemi terjajo, ter njihovo učinkovitost glede na lokalne pogoje. Ta informacija bo zagotovo lahko v korist tistim potencialnim investitorjem, ki razmišljajo o vgradnji kakšnega izmed tu opisanih sistemov. Kljub vsemu pa je nujno poudariti, da so finančna in tehnična analiza ter analiza vplivov na okolje nujne za vsako stavbo posebej, saj lahko le tako ocenimo resnične ugodnosti, ki jih vgradnja takih sistemov lahko prinese.

Prispevek zadeva rekonstrukcijo sistema za oskrbo s toplotno energijo za otroško zdravilišče v majhnem mestecu Kacergine. Tu je stari ogrevalni sistem na kurilno olje zamenjala kombinacija sistema na biomaso in solarnega sistema, kar je opazno izboljšalo učinkovitost preskrbe s toplotno energijo za ogrevanje stavbe in pripravo tople sanitarne vode, medtem ko so se stroški za energijo bistveno znižali, prav tako pa so danes bistveno zreducirane tudi emisije CO₂. Zdravilišče obsega 9 stavb s skupno uporabno površino 2319 m². Rekonstrukcija ogrevalnega sistema je obsegala inštalacijo peči na lesno biomaso z močjo 600 kW in sistem sončnih kolektorjev s površino 77,3 m², ki jih prikazujeta sliki B.5.1a,b in B.5.2. To je dejansko tudi edini primer sistema tega tipa v javnih stavbah v Litvi, ki je tudi v resnici v obratovanju.



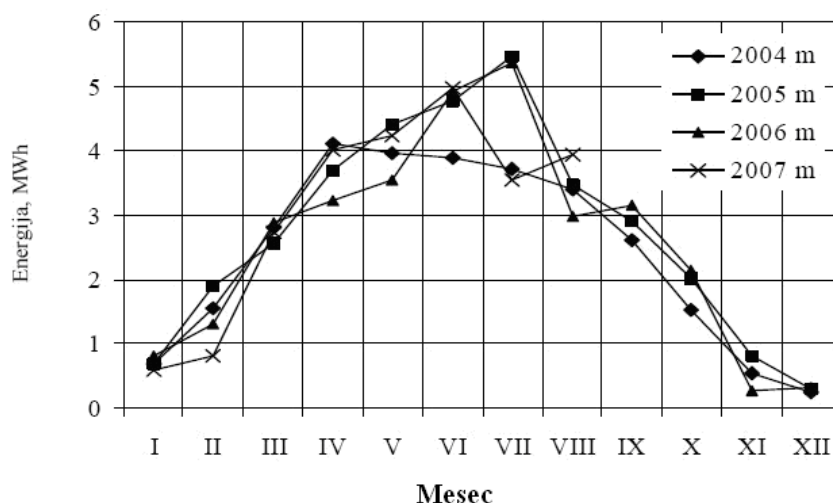
Slika B.5.1a,b Kurilnica s pečjo na lesno biomaso in sončni kolektorji zdravilišča Kacergine



Slika B.5.2 Shematični prikaz rekonstrukcije ogrevalnega sistema

Obratovanje sistema je bilo opazovano tekom ogrevalnih sezon med leti 2004-2007. V tem obdobju je bilo z novo pečjo proizvedenih 751 MWh energije v ogrevalni sezoni 2004/2005, 831 MWh energije v ogrevalni sezoni 2005/2006, v ogrevalni sezoni 2006/2007 pa 694 MWh energije, in sicer z zabeleženim letnim izkoristkom goriva med 0.79 in 0.81.

S sistemom sončnih kolektorjev je bilo zagotovljeno med 3 in 5.3 MWh toplotne energije v poletnih mesecih in med 0.2 ter 1.5 MWh v zimskih. Podatki iz merilnikov toplote kažejo, da so zbiralniki sončne energije zagotovili 29 MWh (2004), 32.9MWh (2005), 30.9 MWh (2006) and 24.8 MWh (2007) toplote za pripravo tople vode, t.j. i.e. z zbiralniki sončne energije so ogreli 16.3-18.7 % celotne potrebne tople vode v sanatoriju. Energija proizvedena s sončnimi kolektorji je prikazana na sliki B.5.3.



Slika B.5.3 Toplota (v obliki tople vode), proizvedena v sončnih kolektorjih (2004-2007)

Povprečni stroški proizvodnje toplotne energije v kotlu na lesno biomaso znašajo 14 LTct/kWh, delež stroškov energenta je pri tem enak 5.9-6.4 LTct/kWh (Tabela 1). S tem so stroški v primerjavi s predhodnimi stroški ogrevanja s prvotnim kotlom, zmanjšani na približno tretjino. Čas pokritja investicije kotla na lesno biomaso skupaj s kurilnico je ocenjen na 5.7 let glede na podatke o obratovanju. Investicija v novo peč s kurilnico je bila sicer 1127 Lt/kW, vendar pa je povprečna investicija v peč na lesno biomaso s kurilnico v Litvi enaka 500 Lt/kW.

Ker je toplotna zaščita stavbnega ovoja stavb zdravilišča zelo slaba, je bila poraba energije v opazovani dobi enaka 318 kWh/m². Vendar se bo v bližnji prihodnosti zaradi dotrajanosti objektov treba odločiti za njihovo prenovu, s čimer bi bilo mogoče doseči še dodatno znižanje porabe energije za 30-50 %.

Tabela B.5.1 Strošek proizvodnje toplote v ogrevalni sezoni 2005-2006

Količina proizvedene toplote	MWh/year	831
Moč kotla	kW	600
Investicija	Tisoč Lt / Lt/kW	676.4 / 1127
Strošek energenta	Tisoč Lt/leto	36.4
Strošek elektrike, vode	Tisoč Lt/leto	12.7
Strošek obratovanja in vzdrževanja	Tisoč Lt/leto	24.5
Cena toplote	Lt/kWh	0.1427
Cena energenta	Lt/kWh	0.059-0.064

* 1 Euro = 3.45 Lt

Povprečen strošek proizvodnje toplote s pomočjo solarnih kolektorjev je bil zabeležen v višini 42.3 LTct/kWh (Tabela B.5.2), kar je več kot od trenutnega stroška za kWh elektrike (33 LTct/kWh). Vendarle pa je treba poudariti, da so kolektorji del dneva zasenčeni. V nasprotnem primeru, če bi bili kolektorji tudi ta čas izpostavljeni osončenju, bi bila lahko proizvodnja toplote višja za 25%, kar bi znižalo prej omenjeni strošek za 34.2 LTct/kWh. Povprečna letna proizvodnja toplotne energije na m² kolektorja je 400 kWh/m². V primeru optimalne lege kolektorjev pa bi glede na klimatske pogoje Litve ta proizvodnja lahko dosegla celo 520 kWh/m². Čas pokritja investicije je v danem primeru glede na rezultate dosedanjega monitoringa ocenjen na 17 let. Poudariti velja, da so finančne spodbude s strani države za spodbujanje vgradnje tovrstnih sistemov nujne.

Tabela B.5.2 Finančni indikatorji za sistem solarnih kolektorjev

Povprečna proizvodnja toplotne energije	MWh/leto	30.8
Površina solarnih kolektorjev	m ²	77.3
Investicija	Tisoč Lt / Lt/kW	190 / 2459
Obratovalni in vzdrževalni stroški	Tisoč Lt/leto	0.5
Stroški toplotne energije	Lt/kWh	0.427

Rezultati monitoringa obratovanja objektov v obravnavanem zdravilišču so pokazali, da je menjava vrste energenta (namesto kurilnega olja lesna biomasa) in posledično kotla znižala emisije CO₂ za 237 ton na leto oz. na 0.267 t/MWh, sončni kolektorji pa so te emisije zreducirali še za dodatnih 9.14 ton na leto oz. na 0.25 t/m² (ob predpostavki, da sončna energija nadomešča električno).

Opisan primer je zagotovo tudi poučen tudi za uporabnike zdravilišča. S tem mislimo seveda na stotine otrok, ki zdravilišče obišče vsako leto in se ob tem seznanja z vse pomembnejšo vlogo obnovljivih virov energije (biomasa, sončna energije) za naš planet.

B.5.2 Viri

Prispevek temelji na študiji z naslovom "The analysis of efficiency of the biomass and solar energy generation in the kinder sanatorium in Kacergine" (slovensko: "Analiza učinkovitosti izrabe solarne energije in energije lesne biomase v sistemu ogrevanja otroškega zdravilišča v mestu Kacergine")

(http://www.ukmin.lt/lt/veiklos_kryptys/energetika/istekliai/doc/Kacergines_studija.pdf) pod avtorstvom "AF-TERMA" (www.afterma.lt).

Dodatek C: Opis alternativnih energetskega sistemov

5. člen Direktive o energetske učinkovitosti stavb EPBD (2002/91/EC) predpisuje študijo izvedljivosti za naslednje alternativne energetske sisteme:

- decentralizirane energetske-oskrbovalne sisteme, ki temeljijo na obnovljivih virih energije,
- sistemi za soproizvodnjo toplote in elektrike,
- daljinsko ali skupinsko ogrevanje/hlajenje, če je le-to na voljo,
- toplotne črpalke.

Našteti AES (alternativni energetske sistemi) se pogosto pojavljajo v medsebojnih kombinacijah in v kombinaciji z drugimi tradicionalnimi energetske sistemi. Tudi drugi sistemi AES, ki sicer tu niso naštet, lahko predstavljajo primerno rešitev.

C.1 Decentralizirani energetske-oskrbovalni sistemi, ki temeljijo na obnovljivih virih energije

Solarni toplotni sistemi

V solarnem toplotnem sistemu se energija sonca pretvarja v toploto v zaprtem vodnem tokokrogu. Na tak način pridobljena energija se lahko uporabi bodisi za ogrevanje bodisi za pripravo tople sanitarne vode ali pa za kombinacijo obojega. Solarni termalni sistem sestoji iz "zaprtega vodnega tokokroga", toplotnega hranilnika in dodatnega "back-up" plinskega ali električnega grelca. Obstaja več različnih tipov solarnih kolektorjev, osnovna pa sta dva: ploščati in vakuumski.

Kadar se pridobljena toplota uporablja v kombiniranem načinu, se hranilnik uporablja za oboje: kot hranilnik toplote za segrevanje grelnega medija kot nosilca toplote v centralnem ogrevalnem sistemu in kot hranilnik toplote za pripravo tople sanitarne vode. Ker pa sončna energija ni dovolj za pokrivanje celotnih potreb po ogrevalni toploti stavbe, je dodana še dodatna naprava v obliki električnega ali plinskega grelca. Obstajajo tudi možnosti kombinacije sončnih toplotnih sistemov z drugimi viri energije, kot npr. daljinsko ogrevanje, bio goriva, toplotne črpalke itd. Moduli sončnih kolektorjev so na razpolago tudi kot moduli, integrirani v streho ali fasado stavbe.



Figure C.1 Sončni kolektorji v stanovanjski stavbi, zgrajeni leta 2000 na Švedskem (Vir: Aquasol).



Figure C.2 Kolektorji, integrirani v fasado, v večji stanovanjski stavbi na Danskem (Vir: Batec/ESTIF)

Solarni fotovoltaični sistemi

V solarnem fotovoltaičnem sistemu se energija sonca pretvarja v elektriko. Sistemi sestojijo iz večjega števila sončnih celic, povezanih v nize, več nizov pa tvori modul. Sončna celica je v resnici tanek listič električnega polprevodnika, ki ob obsevanju s sončno svetlobo povzroči gibanje elektronov, kar proizvede električni tok. Tako proizvedena električna moč tipičnega modula sončnih celic je 100 W, kar odgovarja površini med 0.6 in 1.5 m². Tako se v električno energijo pretvori med 10 in 15% sončne energije, ki zadane ob celico. Proizveden električni tok teče skozi regulator polnjenja in polni solarno baterijo, ki služi za shranjevanje energije. Sicer moduli proizvajajo enosmerno električno napetost, ki jo je nato z razsmernikom inverterjem potrebno prevesti v izmenično. Večji del električne energije, ki se proizvede v celici, se pretvori v toploto; izkoristek celic pa sicer pada z njihovo temperaturo. Če tako celico

ohladiamo (npr. z vodo), obstaja možnost zvečanja izkoristka celice istočasno s pridobivanjem toplote. Moduli fotovoltaičnih celic so na razpolago tudi v obliki stavbnih modulov, integriranih v fasado. Prav tako obstaja tudi nekaj možnih variant za uporabo na lokacijah, kjer iz kakršnihkoli razlogov nimamo možnosti za oskrbo z električno energijo iz javnega električnega omrežja, bodisi kadar gre za objekte ali vozila (npr. v gorskih predelih, svetilnikih, na jadrnicaht itd.).



Figure C.3 Solarni fotovoltaični sistem športne arene Ullevi v Gothenburgu na Švedskem, ki napaja celoten sistem razsvetljave arene (Vir: Switchpower and GotEvent)

Bioenergetski sistemi

Energija iz odpadkov in biomase se lahko proizvaja na več različnih načinov. Primeri goriv iz biomase so: goriva dreves (les, lubje, žagovina in odpadni material pri proizvodnji papirja) in goriva iz gojene biomase (energija dreves iz procesa pogozdovanja, trava, slama). Trata in odpadki so prav tako smatrajo kot oblika biomase.

Vendar se samo „nefosilna“ biomasa lahko smatra kot obnovljiva in okolju prijazna (takšna, pri kateri se ne proizvaja večjih škodljivih količin CO₂). Mešani drobni odpadki oziroma preostanek odpadkov po ločenem zbiranju na izvoru sicer vsebuje energetske bogate sestavine, vendar vsebuje tudi velik odstotek vlage in pepela (fosilna komponenta), kar niža kurilno vrednost in posledično zaradi nižjih izkoristkov zmanjšuje smiselno termično obdelavo (npr. sežiganja). Obratno je pred-obdelan odpadki primeren za energetske izrabo, kar je tudi v skladu z okoljsko zakonodajo, ki ne dovoljuje več sežiganja neobdelanih odpadkov.

Ena izmed danes zelo atraktivnih alternativnih oblik pridobivanja energije je npr. v obliki lesenih peletov in sekancev, ki se sežigajo v pečeh na lesno biomaso z zelo visokim nazivnim izkoristkom. Pri tem se segreva tako voda, ki vrši funkcijo grelnega

medija za ogrevanje prostorov, prav tako pa se tu vrši tudi proces priprave tople sanitarne vode. Vendar pa velja pri takih pečeh opozoriti morda le na to, da zahtevajo take peči zagotovo več nege kot druge, npr. peči na kurilno olje. Prav tako potrebujemo –npr. v primerjavi s sistemom ogrevanja na kurilno olje- večji ustrezen prostor za hrambo goriva. Tako je npr. 1m³ kurilnega olja z energijskega vidika enakovreden 3,4 m³ lesenih peletov. Prav tako lahko sežiganje lesa še vedno predstavlja lokalni okoljski problem, v kolikor se proces ne vrši pravilno (npr. “onesnaženje” okolja s hrupom zaradi nepravilne vgradnje kotla, zmanjšani izkoristki kotla zaradi predimenzioniranja, kombinacija kurjenja lesne biomase z okolju nevarnimi fosilnimi gorivi, npr. premogom itd.).

Toplotne črpalke (TČ)

Geotermalni sistemi s toplotnimi črpalkami

Gre za naprave, ki kot vir toplote izkoriščajo obnovljivo sončno energijo, akumulirano v tleh na različne načine (akumulirano v vodo, zemljo ali kamnine). Toplota, proizvedena s toplotno črpalko, se lahko uporablja tako za ogrevanje prostorov kot pripravo tople sanitarne vode. Prav tako se črpalke lahko uporabijo za hlajenje. Učinkovitost črpalke se izraža s t.i. “grelnim številom” (ang. Coefficient of Performance oz. COP), ki predstavlja razmerje med pridobljeno toploto in vloženim delom (običajno elektriko). Tako npr. grelni števil 4 pomeni, da je z vložkom 1 kW električne moči mogoče proizvesti 4 kWh toplotne energije pod točno določenimi pogoji (pri točno določeni temperaturi okolice in ogrevalnega medija). Bolj točna mera učinkovitosti toplotne črpalke je letno grelni števil (ang. Seasonal Performance Factor oz. SFP), ki pa ga izračunamo iz razmerja med toploto, ki jo dovedemo grelnemu mediju, in celotno porabljeno električno energijo preko cele sezone, in je torej odvisen od vsakega posameznega primera, torej tudi od lokacije in velikosti objekta.

Obstaja več različnih tipov geotermalnih sistemov toplotnih črpalk:

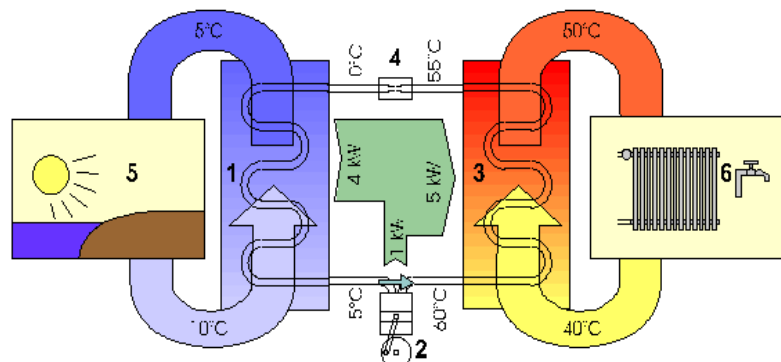
TČ, ki izkorišča toploto kamnin (geotermalna toplota): Izvrta se eno ali več globokih (običajno med 100 in 200m) izvrtin, v katere se vstavijo cevi, t.i. geosonde. Zlasti pomembna je prevodnost kamnin, saj se na globini 6m zemlja s soncem direktno več ne segreva, zato se vsa toplota, ki jo kamninam odvzamemo, nadomesti s toploto iz širše okolice (geotermalna energija). Za toploto dobro prevodni se dolomiti, graniti in magmatske kamnine, slabo pa laporji, apnenci in gline. Ta tip TČ je povezan s sistemom plastičnih cevi, zapolnjenim z grelnim medijem (t.i. slanico), na katero se prenaša zbrana toplota kamnin. Nekateri izmed tovrstnih tipov TČ omogočajo poleg ogrevanja v hladnem delu leta še hlajenje v toplejšem (zlasti v javnih stavbah).

TČ, ki izkorišča toploto površinske zemlje: V izkopan kanal se bodisi horizontalno bodisi vertikalno položi zemeljski kolektor, po katerem kroži medij, ki prevzema toploto zemljine, pri čemer je učinkovitost odvisna od termoakumulacijske sposobnosti in strukture zemlje: najboljša so vlažna, močvirnata, humusna tla, najslabša pa suha,

peščena. Možna je dvojna uporaba: direktna uporaba tako zbrane toplote ali pa posredna uporaba preko sistema plastičnih cevi, zapoljenega s slanico.

TČ, ki izkorišča toploto podtalnice: S potopno črpalko črpamo vodo do TČ, izkoriščena voda nato odteka v ponorni vodnjak ali v kanalizacijo meteorne vode. Ker podtalna voda skorajda nima nečistoč, mora biti ta (v primeru njene tovrstne uporabe) zaščita pred nečistočami iz površja (glede na evropsko zakonodajo). To zahteva posebno zasnovo TČ ali dodaten izmenjevalnik toplote. Tovrstni sistemi so še posebej priljubljeni zlasti v večjih stavbah (tako v javnih kot zasebnih). Pozitivno pri tej obliki TČ je to, da lahko preko celega leta računamo s sorazmerno konstantnim temperaturnim nivojem vode - nekje med 6°C in 10°C.

TČ, ki izkorišča toploto površinske vode (morja/jezera/reke): Tu se toplota zbira iz jezer ali rek, pri čemer so zbirne cevi, po katerih kroži ogrevalni medij, nameščene na dnu vira površinske vode (jezera itd.).



Slika C.4: *Princip delovanja TČ* (Vir: Lečnik, Hribar, 2005): TČ izkorišča pojav, da se tekočine pri višjem tlaku uparijo pri višji temperaturi. Proces poteka po zaključnem tokokrogu. Hladivo v uparjalniku (1) odvzame toploto okoliškemu mediju (5) in se upari. Nato potuje skozi kompresor (2), kjer se mu zaradi vložene mehanike (kompresije) zvišata tlak in temperatura. Zaradi zvišanega tlaka se medij v kondenzatorju (3) utekočinja in pri tem oddaja kondenzacijsko toploto ogrevalnemu mediju (6). Utekočinjeno in ohlajeno hladivo potuje skozi dušilni ventil (4), kjer ekspandira na nižji tlak ter od tu nazaj v uparjalnik.

TČ, ki izkorišča toploto zraka

TČ, ki izkoriščajo toploto zraka, so širše v uporabi zlasti v javnih stavbah, in sicer bolj kot del prezračevalnega sistema, ki je projektiran za doseganje zelenih pogojev notranjega ugodja. Gre za standardne rešitve, ki pa niso del študije izvedljivosti, ampak se v projektu podajajo zgolj kot referenčni primer.

TČ, ki izkoriščajo toploto zraka, se zaradi nizkih letnih grelnih števil SPF (ta so v primerjavi s TČ, ki izkoriščajo toploto vode, tudi od 10 do 30% nižja) v stanovanjskih in javnih stavbah večinoma uporabljajo v kombinaciji z dodatnim "back-up" ogrevalnim sistemom, ki je zlasti pogost pri konvencionalnih stavbah predvsem zaradi majhnih

količin toplote v zunanjem zraku, ki lahko ima precej nizke temperature. V deželah z močnim javnim električnim omrežjem je tak "back-up" ogrevalni sistem običajno direktno električno ogrevanje. Kljub vsemu pa se priporoča, da se pri izbiri tovrstnega sistema premisli tudi o rešitvah, ki v primerjavi z električnimi grelci manj obremenjujejo okolje z emisijami CO₂ (npr. o kotlih na zemeljski plin z visokim izkoristkom ali pa različne oblike izkoriščanja obnovljivih virov energije).

Dva bistvena tipa TČ, ki izkoriščajo toploto zraka, sta:

TČ, ki izkoriščajo toploto okoliškega zraka: Toploto okoliškega zraka pri tej obliki TČ prevzema voda kot ogrevalni medij centralnega ogrevalnega sistema objekta in/ali pa se porablja pri pripravi tople sanitarne vode (TČ zrak-voda). Obstaja tudi oblika tovrstne TČ imenovana zrak-zrak, kjer se okoliški zrak pošlje do notranje zračne enote. Tovrstne oblike se običajno uporabljajo kot del prezračevalnega sistema s funkcijo ločenih ("split") enot za hlajenje in imajo ponavadi nizko letno grelno število (SPF). V to skupino spadajo torej vse vrste klimatizerjev, ki ohlajajo in vzdržujejo temperaturo v določenem prostoru in toploto predajajo na zrak v sosednjem prostoru ali okolico.

TČ, ki izkoriščajo toploto odpadnega zraka: Toplota se v tem primeru pridobiva iz izrabljenega zraka kot odpadnega produkta prezračevalne naprave. S tovrstno TČ je mogoče zagotavljati dovolj toplotne energije za celoten centralni ogrevalni sistem in/ali pripravo tople sanitarne vode.



Slika C.5 TČ, ki izkoriščajo toploto izrabljenega zraka tekom hladnejšega dela leta, tekom toplejšega pa se izkoriščajo kot naprave za hlajenje prostorov (Vir: IVT heat pumps for larger buildings)

Sistemi za sproizvodnjo toplotne in električne energije na ravni stavbe

Gre za kombinirane inštalacijske sisteme, s katerimi je istočasno mogoče proizvajati toplotno in električno energijo in v katerih se danes kot gorivo večinoma uporabljajo fosilna goriva. Pri tej energijski pretvorbi uporabljamo električni generator, ki ga poganja mehanska energija motorja oziroma turbine. Pri pretvorbi notranje energije goriva (zemeljski plin, kurilno olje, utekočinjen naftni plin, biodisel...) v mehansko delo, se sprosti tudi velika količina toplote, ki jo lahko koristno uporabimo. Hkratna proizvodnja električne energije in toplote lahko zagotavlja tudi nižje stroške oskrbe z električno in toplotno energijo kot pri klasičnih sistemih. Prihranek je predvsem odvisen od razmerja cene električne energije in cene goriva, ki ga uporabljamo pri sproizvodnem procesu. Večja, ko je razlika med cenama, višji je prihranek in krajša doba povračila investicije. Zelo pomemben dejavnik je tudi letno število ur, ko sistem obratuje. Če je to majhno, je prihranek majši, investicija pa se povrne kasneje. Največja težava, ki omejuje število ur, ko sistem obratuje, je koristna izraba toplote. Pozimi s tem ni težave, saj jo porabimo za ogrevanje stavbe. Poleti jo sicer lahko za ogrevanje sanitarne vode, vendar je te toplote hitro dovolj. Če želimo dvigniti število ur delovanja na sprejemljivo raven, moramo toploto tudi poleti koristno izrabljati. To lahko poleti dosežemo z absorpcijsko klimatsko napravo, s katerimo pretvarjamo toploto iz kogeneracije v hladilno energijo za klimatiziranje stavbe. Če pa imamo možnost, je mnogo preprosteje, če s to toploto poleti ogrevamo vodo v plavalnem bazenu.

Omenjeno tehnologijo je mogoče uporabljati tudi z bio-gorivi (plin, leseni peleti in briketi). V tem primeru se sistem smatra kot sistem za proizvodnjo „obnovljive“ toplote in elektrike. Prav tako je mogoče omenjen sistem uporabljati tudi v kombinaciji z vsemi ostalimi gorivi, če je tehnologija zgorevanja prilagojena gorivu ali obratno. Pri večjih projektih (stanovanjski bloki ali manjše javne stavbe) se še posebej dobro obnesejo lesni briketi.

C.2 Skupinske oblike preskrbe z energijo, ki temeljijo na obnovljivih virih energije

Sistemi daljinskega ogrevanja

V teh primerih se toplota proizvaja v lokalnih tovarnah za proizvodnjo toplote, bodisi termoelektrarnah bodisi večjih kogeneracijskih sistemih za sproizvodnjo toplotne in električne energije ali pa bodisi tovarnah za ravnanje z odpadno toploto kot stranskega produkta npr. industrije ali kanalizacijskih sistemov. Prav tako lahko daljinsko ogrevanje zagotavljajo večje toplotne črpalke ali pa veliki sončni kolektorji. Gre za sisteme, kjer je del mesta ali pa kar mesto v celoti oskrbovano s toplo vodo, katere distribucija do porabnikov poteka preko podzemnega sistema dobro izoliranih cevi. Goriva, ki se uporabljajo v lokalnih tovarnah za proizvodnjo toplote so lahko: kurilno olje, zemeljski plin, biomasa, toplota odpadnih vod ali odpadkov... Ta toplota se nato preko sistema podzemnih cevi prenese do stanovanjskih enot, nato pa preko izmenjevalcev toplote dalje na lastni ogrevalni sistem stavbe. V stanovanjskih enotah sta taka izmenjevalca dva, in sicer toplotni izmenjevalec za segrevanje ogrevalnega

medija kot prenosnika toplote v sistemu centralnega ogrevanja objekta ter toplotni izmenjevalec za pripravo tople sanitarne vode.

Podobno kot pri kogeneracijskih sistemih soproizvodnje toplotne in električne energije je tudi pri sistemih daljinskega ogrevanja pomemben dejavnik izkoristek distribucijskega omrežja, ki odloča o višini izgub toplote. Dobra kontrola in zmanjševanje distribucijskih izgub pomeni seveda nižje stroške in manjšo obremenitev okolja z emisijami CO₂, kar je še posebej pomembno pri visokotemperaturnih distribucijskih sistemih za pripravo tople sanitarne vode. Same emisije CO₂ pa so seveda odvisne tudi od goriva, ki se porablja za proizvodnjo toplotne energije, in so torej zelo različne glede na različne tipe tovarn za proizvodnjo toplote, ki napajajo sisteme daljinskih ogrevanj.



Slika C.6 Tovarna za soproizvodnjo toplote in elektrike na biomaso na Švedskem (Vir: Borås Energi & Miljö)



Slika C.7 Primer distribucijskega cevnega omrežja daljinskega ogrevanja za distribucijo tople vode

Sistem daljinskega hlajenja

Sistem daljinskega hlajenja temelji na istem principu kot sistem daljinskega ogrevanja s to razliko, da se po distribucijskem cevnom omrežju ne pretaka topla, ampak mrzla voda. Načinov za proizvodnjo slednje pa je seveda več. Pri pasivnem hlajenju se uporabljajo viri hladne vode (hladna voda jezer, morij...) ali pa sneg, zbran tekom hladnega dela leta.

Najpogostejši sistem za zagotavljanje daljinskega hlajenja so TČ, ki običajno vršijo funkcijo daljinskega ogrevanja tekom toplejšega dela leta in daljinskega hlajenja tekom hladnejšega. Zopet glavno funkcijo vrši izmenjevalec toplote, preko katerega se hlad iz cevnega distribucijskega omrežja prenaša na stavbno omrežje.

“Zelena elektrika”

Vetrne ali hidro-elektrarne proizvajajo t.i. “zeleno elektriko”, katere distribucija je mogoča preko javnega električnega omrežja. Prav tako lahko zeleno elektriko zagotovi biogorivo, ki poganja sistem za sproizvodnjo toplotne in električne energije. Razvoj v prihodnosti stremi k temu, da bodo to obliko električne energije lahko zagotavljali tudi večji fotovoltaični sistemi in elektrarne, ki bodo za proizvodnjo elektrike izkoriščale moč morskih valov. Kupovanje “zelene elektrike” je učinkovit način zmanjšanja učinka zgradb in njihovih sistemov (ventilatorji, črpalke...) na okolje.

Dodatek D: Odgovori na najbolj pogosta vprašanja

Pri odločitvah za uporabo alternativnih energetskega sistemov se srečujemo s številnimi vprašanji in ovirami, kot so npr. višji stroški začetne investicije, pomanjkanje znanja ali pa dodatna zahtevana dovoljenja. Glavna ovira pa je zagotovo težavno ocenjevanje tveganja zaradi visoke stopnje nepoznavanja tovrstnih sistemov, ki pade na pleča tistih, ki sklepajo končne odločitve. Vendarle pa je to, da se pri razvoju srečujemo z začetnim odporom, nekaj povsem običajnega, zato je še posebej pomembno, kako se s tem soočimo. Da bi bili na to pri AES pripravljeni kar najbolje, podajamo še seznam najpogostejših vprašanj, očitkov oz. predsodkov, s katerimi se najpogosteje srečujejo planerji med vodenjem projektov.

1. Ali so cene AES primerljive s cenami konvencionalnih sistemov?

- Raziskave kažejo, da so rešitve z AES pogosto veliko cenejše, kot sprva pričakuje investitor. Svetovni gospodarski svet za trajnostni razvoj (World Business Council for Sustainable Development oz. WBCSD) v svoji publikaciji z naslovom 'Energy Efficiency in Buildings: Business Realities and Opportunities' (slovensko: 'Energetska učinkovitost stavb: Poslovna realnost in priložnosti') poroča, da so dodatni stroški trajnostnih stavb v primerjavi s konvencionalnimi še precej nižji od pričakovanih (v splošnem se običajno ocenjujejo 17% višji stroški, ki se nato v realnosti izkažejo za bistveno nižje – nekje okrog 5%). Prav tako je pogosto podcenjevan tudi pomen trajnostnih zgradb: medtem ko bi večina ljudi prispevek zgradb k emisijam ogljikovega dioksida zaradi njihovih potreb po ogrevanju ocenila na zgolj 19%, pokažejo uradni izsledki raziskav povsem drugo sliko, in sicer da se danes na svetovni ravni ocenjuje, da je z ogrevanjem zgradb povezanih okrog 40% vse proizvedene energije in 40% vsega nastalega ogljikovega dioksida.
- Obenem so vedno mogoče tudi različne oblike finančnih pomoči, zlasti državnih (nepovratne subvencije ali ugodnejši krediti za trajnostno gradnjo ali pa klasične oblike ugodnejših kreditov zaradi varčevanja preko nacionalnih varčevalnih shem, odkupne cene za električno energijo, proizvedeno s fotovoltaičnimi sistemi...).

2. Kako lahko investitorji rešijo problem višjih investicijskih stroškov za AES?

- Najprej je treba ponovno poudariti, da so rešitve s sistemi AES pogosto cenejše, kot se to sprva pričakuje.

- Poleg tega so dobro dostopne tudi donosne in učinkovite sheme finančnih pomoči.
- Prav tako pa bo v prihodnosti nizka energijska poraba vse pomembnejši faktor za tržno vrednost objektov pri njihovi prodaji ali najemu, tako da lahko investitorji v dolgoročnem smislu zagotovo računajo na povračilo nekoliko višjih začetnih investicijskih stroškov. Energetske izkaznice, ki bodo počasi postale obvezne za vse objekte (tudi v Sloveniji), so prvi korak k temu.

3. Kakšna je stopnja zanesljivosti AES v primerjavi s konvencionalnimi sistemi?

- Večina rešitev, o katerih govorimo, je trenutno sicer še v fazi demonstracij, ko se produkt predstavlja tržišču, vendar pa so dosedanje izkušnje z njimi tako na nacionalni kot mednarodni ravni dobre, kar velja še posebej pripisati enostavnosti tehnologije njihovega delovanja. Vendarle pa velja poudariti, da je že v zgodnjih fazah načrtovanja sistema še posebej pomembno poiskati ustrezno usposobljene strokovnjake (projektante, svetovalce in inštalaterje), ki poskrbijo za ustrezno kakovost vgrajenega sistema.

4. Kako sistemi AES vplivajo na načrtovanje stavbe?

- Vključitev cilja nizke porabe energije v samo načrtovanje stavbe predstavlja za načrtovalca pravi izziv.
- Vendarle pa obstaja dandanes spekter več različnih tehničnih možnosti AES (več različnih modelov, možnosti inštalacij ... npr. sistemov za ogrevanje in/ali hlajenje, fotovoltaičnih sistemov z možnostmi integracije v streho ali fasado, sistemov za prezračevanje...), kar odločitev zagotovo olajša.
- Obenem se predvideva, da bo v prihodnosti nizka energijska poraba vse pomembnejši faktor za tržno vrednost objektov pri njihovi prodaji ali najemu, tako da bodo nekoliko višji začetni stroški investicije zaradi kompleksnejšega načrtovanja zaradi odločitve za AES dolgoročno zagotovo poplačani.
- Prav tako obstaja istočasno več dokazov dobrega arhitekturnega oblikovanja tudi z vgrajenimi AES.

5. Kako izvesti študijo izvedljivosti z nizko vsoto razpoložljivih finančnih sredstev in omejenim razpoložljivim časom?

- V kolikor se študija opravi kot del investicijske študije že v zgodnjih fazah načrtovanja, ko se projekt še oblikuje, in v kolikor se v te faze vključi tudi ustrezne strokovnjake, je mogoče prihraniti precej časa in denarja.

- Opravljeno delo na študiji izvedljivosti je zagotovo dobro tudi v dolgoročnem smislu: pričakuje se namreč, da bodo zahteve energetske standardov s časom postajale vse strožje.

6. Kako ukrepati, če študije izvedljivosti (še) niso obvezujoče?

- Če je investitor tudi bodoči uporabnik objekta je zagotovo smiselno vzeti v zakup tudi, da v dolgoročnem smislu najnižji možni investicijski stroški skoraj nikoli ne pomenijo tudi najnižjih ostalih stroškov objekta tekom njegove življenjske dobe po izgradnji. Pogosto prav uporaba AES doprinese k dolgoročno najugodnejši rešitvi, poleg tega pa so zelo pogosto izkaže tudi, da tudi začetni investicijski stroški v te sisteme niso toliko višji od konvencionalnih rešitev, kot to sprva pričakuje investitor.
- V kolikor investitor ni bodoči uporabnik študija izvedljivosti AES zagotovo pomeni biti dobro pripravljen na bližnjo prihodnost; pričakuje se namreč, da bodo zahteve energetske standardov s časom postajale vse strožje, študija izvedljivosti AES pa obvezna.

7. Kolikšni so stroški tovrstnih študij?

- Dejanski stroški takšne študije so dovisni od njene kompleksnosti, do določene mere pa tudi od velikosti objekta.

8. Ali so na voljo tudi kakšne finančne spodbude za tovrstne študije?

- Ker se pričakuje, da bodo študije slej ko prej postale obvezni del projektne dokumentacije, trenutno ni na voljo finančnih spodbud s strani energetske agencij ali države.

9. Ali so podjetja, ki se ukvarjajo z energetiko, lahko povezana s študijo izvedljivosti oz. ali jo lahko sponzorirajo?

- Ker je predmet študije ustvariti nepristransko poročilo različnih možnosti preskrbe z energijo, vključno z nekomercialnimi obnovljivimi viri energije, se priporoča, da energetska podjetja s študijo bistveneje niso povezana (kot sponzorji ali kako drugače).

10. V kateri fazi projekta naj bi bila izdelana študija izvedljivosti?

- Režim oz. zakonodaja večine držav predvideva zapoved izdelave študije izvedljivosti uporabe alternativnih energetske sistemov kot obvezen del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja. V praksi bo to pomenilo, da bo celovit program projekta pri gradnji nove stavbe moral vsebovati pregled vseh opcij in da bo ustrezen strokovnjak s področja energetike (inštalater, svetovalec...) moral sodelovati z arhitektom že vse od najzgodnejših faz načrtovanja dalje.

Dodatek E: Primeri orodij in metod, uporabnih pri izvedbi študije izvedljivosti

20	CombiSun	DK, AT, FR, DE, IT, SE, NLD		x	x	x				Design tool	Design tool for architects and engineers to compare solar combisystems and properly size according to specific requirements for use.
21	Data input EP calculation, including attention points	NLD				x			Documentation for EPC calculation	Documentation	List of input needed for EPC calculation, and specific attention points
22	Decision document	NLD	x	x	x	x			Instrument for ambition and communication	Documentation	Decision document
23	DEROB-LTH	SE		x	x	x			Building simulation	Software	Building simulation of power and energy need as well as the thermal climate in the building
24	DUBO list			x	x	x	x		Performance instrument	Checklist	Decision model for building (project) to determine sustainability requirements, also for check during design and construction
25	Dutch practical guideline for the calculation of the EPC	NLD			x	x			Software and Documentation for EPC calculation	Software and Handbook	Guideline for Energy Performance calculations in new buildings
26	ECOPro LCA	DE	x	x	x	x			LCA tool		Calculation of the impacts of energy and material usages and flows on the environment.
27	ECOTECH	GB	x	x	x	x			LCA tool	Software	Complete environmental design tool which couples an intuitive 3D modelling interface with extensive solar, thermal, lighting, acoustic and cost analysis functions.
28	EFFem	SE	x	x				x	Environmental assessment tool	Free to use Internet-tool	Calculation of emissions from different energy sources and an estimation of influences of global warming, nitrification etc.
29	EN4M	USA		x	x	x			Building simulation	Software	Estimation of monthly/yearly building energy consumption in commercial buildings; calculates return on investment and payout on estimated cost of equipment and construction changes.
30	Energieperformance on Location (EPL)	NLD	x	x					Performance instrument	Software	Calculation method to achieve an Optimal energy infrastructure (OEI, quickscan excel) is downloadable
31	Energy converter	LT	x	x						Calculator	Calculate fuel needs in order to generate certain amount of energy
32	Energy demand	LT	x	x	x					Calculator	Yearly demand of energy for your number of households
33	Energy performance certificate	NLD	x	x	x	x			Performance instrument		
34	Energy Performance Coefficient, Residential buildings (EPW), Utility buildings (EPU)	NLD		x	x	x			Performance instrument	Legislation	Standard, Obligatory calculations for new buildings
35	Energy Performance standard handboek	NLD			x	x			Documentation for EPC calculation	Handbook	handbook to assessing correctness of EPC calculation and useful information for building inspection
36	Energy saving measures in building	LT						x		Excel based software	Calculation tool for the heat savings when renovating the house

37	Energy variations utility buildings	NLD			x	x			Instrument for ambition and communication	Software	Calculation tool to determine energy performance of utility building and possible effects of energy saving measures	
38	Energy vision tools	NLD	x	x					Instrument for ambition and communication	Assessment	Site specific assessment to determine optimal energy infrastructure, focus on existing buildings	
39	EnergyAide	USA						x	x	Residential Building simulation	Software	Comprehensive residential energy audit software package. The EnergyAide software can evaluate a broad range of energy saving opportunities in the home.
40	Energy Performance Check	NLD		x	x	x				Auxiliary software for EPC calculation	Checklist	Checklist for EPC calculation
41	EnergyPlus	USA		x	x	x				Building simulation	Software	EnergyPlus includes innovative simulation capabilities including time steps of less than an hour, modular systems simulation modules that are integrated with a heat balance-based zone simulation, and input and output data structures tailored to facilitate third party interface development.
42	EnergyPro	LT	x	x	x				x		Calculator	Number of different analysis modules designed to analyse a wide range of issues in the building industry.
43	EPBD hub (under development)	NLD	x	x	x	x				Instrument for ambition and communication	Software	Calculation tool for AES in new and existing buildings
44	EparW EPC and Costs	NLD			x	x				Auxiliary software for EPC calculation	Software	Calculation tool to determine energy performance of residential buildings and possible effects of energy saving measures, including their costs
45	ESOP	FR		x	x	x					Software	Evaluation of thermal solar systems.
46	ESP-r	GB		x	x	x				Building simulation	Software	
47	GBTTool, SBTTool	CAN	x	x	x	x				Building simulation	Framework	SBTool is a generic framework for rating the sustainable performance of buildings and projects.
48	GEMIS	DE	x	x	x	x				Life-cycle analysis program	Software	GEMIS is a life-cycle analysis program and database for energy, material, and transport systems.
49	Green Building Advisor	USA	x	x	x	x				Performance instrument	Software	Identifies the specific design strategies that can improve the environmental performance, cost-effectiveness, and healthiness of of a building.
50	Greencalc+	NLD		x	x	x				Performance instrument	Software, benchmark instrument, website	Calculation tool which gives a environmental index for utility buildings.
51	Guideline for sustainable building for local authorities	NLD		x	x	x				Performance instrument	Software	Tool to facilitate choices for sustainable buildings
52	Heat pump calculator	LT	x	x	x	x					Calculator	Helps to select heat pump fo the building
53	Heat pump selection form	LT	x	x	x	x					Handbook, software	Helps to select heat pump fo the building
54	HOT2000	CAN	x	x	x	x				Building simulation	Software	Easy-to-use energy analysis and design software for low-rise residential buildings.

55	Instruction for inspection at building site	NLD								Documentation for EPC calculation	handbook	Instructions for building inspection on energy performance
56	Instructions EPC-check	NLD								Documentation for EPC calculation	handbook	User instructions for EnergyPerformance Check software
57	ISSO handbooks	NLD	x	x	x	x	x	x		Documentation	Handbook	Handbook for installation of heatpumps (ISSO81)
58	Lighting, 3D Thermal, 3D Airflow, 3D	DE		x	x	x				Building simulation	3D software	Simulation of thermal, lightning, ventilation and acoustic
59	LISA	AUS	x	x	x	x				LCA tool	Decision support tool	Streamlined Life Cycle Analysis (LCA) decision support tool for construction.
60	List of measures in EPC on website SenterNovem	NLD	x	x	x					Documentation for EPC calculation	Checklist	List of measures in EPC
61	Market processes of heat supply, examples	NLD	x	x						Instrument for ambition and communication	Documentation	Some experiences of heat supply in practice
62	MESSAGE modelling tool	LT	x	x					x		Mathematical model, handbook	Energy system modelling tool. Evaluation of different heat supply options, costs, investments, emissions
63	National package for sustainable new buildings (residential and utility)	NLD		x	x	x	x			Instrument for ambition and communication	Documentation	Book with all knowledge and experience on sustainable new building (utility and residential)
64	National package for sustainable town planning	NLD	x							Instrument for ambition and communication	Documentation	Book with all knowledge and experience on sustainable urban planning and building
65	Optimal Energy Infrastructure (OEI)	NLD	x	x						Instrument for ambition and communication	Documentation	
66	Optimizer of biofuel boiler capacity	LT	x	x	x				x		Calculator	Conversion of a district heating plant from fossil fuel to bio fuel
67	Options energy supply	NLD	x							Instrument for ambition and communication	Documentation	List of Alternative Energy Systems
68	PHPP	DE	x	x	x	x				Building simulation	Calculator and handbook	Calculation of energy, including the design and of various systems and sizing of heat and cooling loads etc useful when designing Passive houses.
69	Polysun	SUI	x	x	x	x				Solar thermal simulation	Software	Simulation of solar thermal systems including a system optimisation and fair system comparisons.
70	Reference buildings with high Energy Performance (residential and utility buildings)	NLD			x	x				Instrument for ambition and communication	Documentation	Examples of buildings with a high energy performance, good combination of options
71	RES converter	LT	x	x					x		Calculator	Energy converter between different renewable energy sources
72	Structured decision making	NLD	x	x	x	x				Instrument for ambition and communication	Documentation	Five step decision document for energy savings

73	TAS	UK	x	x	x	x			Building simulation	Software	Software package for the thermal analysis of buildings.
74	TRNSYS	USA	x	x	x	x			Building simulation	Software	An energy simulation program whose modular system approach makes it one of the most flexible tools available.
75	Wood waster burning calculator	LT	x	x				x		Calculator	Calculator for different wood waste burning
76	ARCHIMADE	SI	x	x	x	x			Building simulation	Software	An energy calculation programme based on SIST EN ISO 13790 and national adjustment necessary for regulation on min. requirements and energy certification.
77	VEM kotli	SI	x	x	x	x		x	LCA and LCC tool	Calculator	Assessment of different RES based energy source scenarios, based on energy need, LCC and CO2 emissions and other pollutants