



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

**TEHNIČNA SMERNICA TSG-1-004:2010**

Minister za okolje in prostor izdaja na podlagi prvega odstavka 11. člena Zakona o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05-popr., 92/05-ZJC-B, 93/05-ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07 in 108/09) tehnično smernico

# UČINKOVITA RABA ENERGIJE

Minister za okolje in prostor

**KARL ERJAVEC**

Številka: 0071-101/2009  
V Ljubljani, dne 18. 1. 2010

K tej tehnični smernici je pridobljeno soglasje ministra za gospodarstvo, kot pristojnega ministra za dajanje gradbenih proizvodov v promet, št. .... z dne .....

Ta tehnična smernica je vključena v seznam tehničnih smernic Ministrstva za okolje in prostor, ki je bil objavljen v Uradnem listu Republike Slovenije.

V postopku izdaje te tehnične smernice so bile upoštevane vse zahteve Uredbe o postopkih notificiranja na področju standardov, tehničnih predpisov in postopkov ugotavljanja skladnosti (Uradni list RS, št. 66/00 in 35/05) v tistem delu, ki predstavlja prevzem Direktive 98/34/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. junija 1998 o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih standardov in tehničnih predpisov (UL L št. 204 z dne 21.6.1998, str.37), zadnjič spremenjeno z Direktivo 98/48/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 20. julija 1998 o spremembi Direktive 98/34/ES o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih standardov in tehničnih predpisov (UL L št. 217 z dne 5.8.1998, str. 18).

## KAZALO

|  |    |
|--|----|
| <b>0. UVOD</b>   | 5  |
| <b>0.1 POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE »UČINKOVITA RABA ENERGIJE«</b>                 | 5  |
| 0.1.1 Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice                                     | 5  |
| 0.1.2 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah – pravni okvir delovanja smernice | 5  |
| 0.1.3 Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice                                   | 7  |
| <b>0.2 REFERENČNI DOKUMENTI</b>  | 8  |
| 0.2.1 Predpisi   | 8  |
| 0.2.2 Standardi  | 8  |
| 0.2.3 Smernice in drugi dokumenti  | 10 |
| <b>0.3 POMEN IZRAZOV</b>   | 11 |
| <b>1. NAMEN IN PODROČJE UPORABE</b>  | 14 |
| <b>2. ARHITEKTURNE ZAHTEVE</b>   | 15 |
| <b>2.1 UVOD</b>  | 15 |
| <b>2.2 ARHITEKTURNE ZAHTEVE</b>  | 15 |
| <b>2.3 IZBIRA MATERIALOV</b>   | 16 |
| <b>3. TOPOTNA ZAŠČITA</b>  | 17 |
| <b>3.1 TOPLOTNA PREHODNOST</b>   | 17 |
| 3.1.1 Splošno  | 17 |
| 3.1.2 Toplotni mostovi   | 18 |
| 3.1.3 Stavbno pohoštvo   | 18 |
| <b>3.2 ZMANJŠEVANJE PREGREVANJA</b>  | 17 |
| 4.2.1 Splošno  | 17 |
| 4.2.2 Zastekljene površine in senčila  | 17 |
| <b>3.3 PREHOD VODNE PARE</b>   | 19 |
| 3.3.1 Splošno  | 19 |
| 3.3.2 Zahteve za gradbene konstrukcije   | 19 |
| <b>3.4 ZRAKOTESNOST</b>  | 19 |
| <b>4. OGREVANJE</b>  | 21 |
| <b>4.1 GENERATORJI TOPLOTE</b>   | 21 |
| 4.1.1 Splošno  | 21 |
| 4.1.2 Zahteve za izkoristek generatorja toplote  | 21 |
| <b>4.2 CEVOVODNI RAZVOD OGREVANJA</b>  | 22 |
| 4.2.1 Splošno  | 22 |
| 4.2.2 Toplotna izolacija cevovodnega razvoda   | 22 |
| 4.2.3 Ogrevala   | 22 |
| <b>4.3 PROJEKTNÁ TEMPERATURA OGREVALNEGA SISTEMA</b>                                   | 23 |
| <b>4.4 URAVNOTEŽENJE IN REGULACIJA SISTEMA OGREVANJA</b>                               | 23 |
| <b>5. HLAJENJE</b>   | 24 |
| <b>5.1 UVOD</b>  | 24 |
| <b>5.2 KLIMATSKE NAPRAVE</b>   | 24 |
| <b>5.3 CEVOVODNI IN KANALSKI RAZVOD KLIMATSKEGA SISTEMA</b>                            | 25 |
| <b>5.4 REGULACIJA KLIMATSKEGA SISTEMA</b>  | 26 |
| <b>6. PREZRAČEVANJE</b>  | 27 |
| <b>6.1 UVOD</b>  | 27 |
| <b>6.2 VRAČANJE TOPLOTE</b>  | 27 |
| <b>6.3 PREZRAČEVALNI SISTEM</b>  | 27 |
| <b>6.3 NADZOR VLAGE</b>  | 28 |
| <b>7. PRIPRAVA TOPLE VODE</b>  | 29 |
| <b>7.1 NAČINI ZAGOTAVLJANJA TOPLE VODE</b>   | 29 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.2 PRIPOROČILA ZA NAMEŠČANJE SPREJEMNIKOV SONČNE ENERGIJE   | 29  |
| 7.3 HRANILNIKI IN CEVOVODNI RAZVOD TOPLE PITNE VODE  | 30  |
| 8. RAZSVETLJAVA  | 31  |
| 8.1 UVOD   | 31  |
| 8.2 ENERGIJSKE LASTNOSTI SVETIL  | 31  |
| 9. METODOLOGIJA ZA IZRAČUN ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE  | 33  |
| 9.1 UVOD   | 33  |
| 9.2 IZRAČUN LETNE POTREBNE TOPLOTE ZA OGREVANJE STAVBE IN<br>LETNEGA POTREBNEGA HLADU ZA HLAJENJE STAVBE           | 33  |
| 9.3 LETNA DOVEDENA ENERGIJA ZA DELOVANJE STAVBE  | 35  |
| 9.4 IZHODIŠČNI PARAMETRI   | 46  |
| 9.5 IZRAČUN MESEČNIH RAČUNSKIH OBRATOVALNIH UR<br>OGREVALNEGA IN/ALI HLADILNEGA SISTEMA                            | 49  |
| 9.6 PODSISTEM OGREVALA   | 50  |
| 9.7 PODSISTEM RAZVOD OGREVALNEGA SISTEMA   | 57  |
| 9.8 PODSISTEM KURILNA NAPRAVA  | 64  |
| 9.9 SISTEM / PODSISTEM ZA PRIPRAVO TOPLE VODE  | 76  |
| 9.10 SOLARNI TOPLOTNI SISTEMI  | 89  |
| 9.11 FOTONAPETOSTNI SISTEMI (PV)   | 100 |
| 9.12 TOPLOTNA ČRPALKA  | 101 |
| 9.13 POTREBNA TOPLOTA / HLAD PRI PREZRAČEVANJU IN SISTEMIH Z ZRAKOM<br>(ZA NESTANOVANJSKE STAVBE )                 | 124 |
| 9.14 DOVEDENA ENERGIJA ZA HLAJENJE   | 135 |
| 9.15 HVAC SISTEMI  | 145 |
| 9.16 DALJINSKO OGREVANJE   | 162 |
| 10. SNOVNI PODATKI   | 164 |
| 11. DODATKI  | 171 |
| DODATEK 1: SPECIFIČNE EMISIJE CO <sub>2</sub> ZA POSAMEZNE VRSTE ENERGENTOV  |     |
| DODATEK 2: IZVLEČEK IZ PRAVILNIKA O PREZRAČEVANJU IN KLIMATIZACIJI<br>STAVB O ZAHTEVAH ZA NOTRANJE TOPLOTNO OKOLJE |     |

## 0. UVOD

### 0.1 POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE »UČINKOVITA RABA ENERGIJE«

#### 0.1.1 Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice

To tehnično smernico je izdal minister za okolje in prostor v soglasju z ministrom za gospodarstvo na podlagi prvega odstavka 11. člena Zakona o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05-popr., 92/05-ZJC-B, 111/05 – odl. US, 93/05-ZVMS, 120/06 – odl. US, 126/07 in 108/09).

V Zakonu o graditvi objektov je tehnična smernica opredeljena kot "dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta uredi natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov oziroma materialov, ki se smejo vgrajevati ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopke, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene" (tč. 3.2, prvega odstavka 2. člena).

Pravna narava in uporaba tehničnih smernic je bolj podrobno obravnavana v 9. členu zakona, kjer je določeno, da se z gradbenimi predpisi (to je vrsta izvršilnih predpisov, izdanih na podlagi zakona) za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo eno, več ali vse naslednje bistvene zahteve:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom, in
- **varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.**

V navedeni zakonski določbi je nadalje določeno, da se gradbeni predpisi lahko sklicujejo na standarde oziroma tehnične smernice, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta in določijo njihovo obvezno uporabo oziroma določijo, da velja domneva, da je določen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic. Če je v gradbenih predpisih določena domneva o skladnosti, morajo gradbeni predpisi opredeliti tudi pristojne organe za odločanje in postopek, v katerem se dokaže, da projekt, v katerem niso bili uporabljeni standardi oziroma tehnične smernice, temveč je projektant pri svojem delu uporabil rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, zagotavlja vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z uporabo standardov ali tehničnih smernic.

**Zadnje stanje gradbene tehnike** je stanje, ki v danem trenutku, ko se izdeluje projektna dokumentacija ali izvaja gradnja, predstavlja določeno stopnjo razvoja tehnične zmogljivosti gradbenih proizvodov, procesov in storitev, ki temeljijo na priznanih izsledkih znanosti, tehnike in izkušenj s področja graditve objektov, ob hkratnem upoštevanju razumnih stroškov (tč. 3.1, prvega odstavka 3. člena zakona).

#### 0.1.2 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah – pravni okvir delovanja smernice

Gradbeni predpis, ki za stavbe podrobneje opredeljuje bistveno zahtevo »varčevanje z energijo in ohranjanje toplote« je Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. V tem pravilniku so določene zahteve za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, priprave tople pitne vode in razsvetljave v stavbah, zagotavljanju deleža obnovljivih virov energije stavbe ter način izračuna energijskih lastnosti stavbe.

## 1. člen

(vsebina in uporaba pravilnika)

(1) Ta pravilnik določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali njihove kombinacije, priprave tople vode in razsvetljave v stavbah, zagotavljanju lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z Direktivo ..... Evropskega Parlamenta in Sveta z dne ..... o energetske učinkovitosti stavb (UL L št. .... z dne ....., stran .....

V poglavju pravilnika, ki določa način izpolnjevanja predpisanih zahtev, so za uporabo te tehnične smernice najbolj pomembne naslednje določbe:

## 15. člen

(tehnična smernica)

Minister, pristojen za gradbene zadeve, izda tehnično smernico za graditev TSG-N-004 Učinkovita raba energije, ki določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseganje zahtev tega pravilnika in določa metodologijo izračuna energijskih lastnosti stavbe. Uporaba tehnične smernice je obvezna.

V poglavju pravilnika, ki določa vsebino projektne dokumentacije, so najbolj pomembne naslednje določbe:

## 17. člen

(elaborat URE)

(1) Doseganje učinkovite rabe energije v stavbah oziroma izpolnjevanje zahtev tega pravilnika se dokazuje v elaboratu gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah (v nadaljnjem besedilu: elaborat URE).

(2) Elaborat mora vsebovati:

- vhodne podatke,
- navedbo uporabljenih metod in uporabo privzetih vrednosti,
- izračune, iz katerih mora biti razvidno, da projektirane gradbene konstrukcije in stavba kot celota izpolnjujejo zahteve tega pravilnika,
- vmesne rezultate za elemente učinkovite rabe energije iz 8. do 13. ter 15. člena tega pravilnika,
- potrebno letno primarno energijo za delovanje sistemov v stavbi,
- izpuste CO<sub>2</sub>, ki nastanejo pri delovanju sistemov obravnavanih v tem pravilniku, in
- kazalnike letne rabe primarne energije in kazalnike emisije CO<sub>2</sub>.

## 19. člen

(izkaz energijskih lastnosti stavbe)

- (1) Povzetki izračunov iz elaborata URE morajo biti navedeni v obrazcu »Izkaz energijskih lastnosti stavbe«, ki je v Prilogi 1 in je sestavni del tega pravilnika.
- (2) Po zaključku gradnje je treba na podlagi izvedene gradnje energijske lastnosti stavbe ponovno določiti in izpolniti »Izkaz energijskih lastnosti stavbe« (izvedeno). Izkaz, ki je obvezen sestavni del dokazila o zanesljivosti objekta mora dokazovati, da so dosežene zahteve iz 6. in 15. člena tega pravilnika.
- (3) Izkaz energijskih lastnosti stavbe izpolni izdelovalec elaborata URE.

### 0.1.3 Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice

#### a) Uporaba tehnične smernice - domneva o skladnosti

Kot je razvidno iz prejšnjih točk tega uvoda so v tej tehnični smernici zapisani gradbeni ukrepi oziroma rešitve obvezen način za izpolnitev v pravilniku predpisanih zahtev. Upoštevanje tehničnih ukrepov iz tehnične smernice je podlaga za ustvaritev domneve o izpolnjenosti zahtev pravilnika. Pri tem je treba izhajati iz dejstva, da so ukrepi za zagotavljanje učinkovite rabe energije praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotnega izbranega koncepta učinkovite rabe energije. Zato mora odgovorni projektant pri izbiri ukrepov po tej tehnični smernici in njihovem kombiniranju z ukrepi, navedenimi v različnih referenčnih (podpornih) dokumentih, vedno poskrbeti za njihovo medsebojno usklajenost.

Dokazno breme o neizpolnjenosti zahtev iz pravilnika je v primeru uporabe te tehnične smernice na strani pristojnih državnih organov oziroma z zakonodajo določenih udeležencev pri graditvi, katerih vloga je nadzor nad pravilnostjo projektiranja. Kadar je projektiranje sledilo gradbenim ukrepom iz te tehnične smernice, med gradnjo in pri pridobitvi potrebnih upravnih odločb ni treba dokazovati skladnosti z ustreznimi predpisi, ker se ta samodejno domneva na podlagi določb pravilnika.

#### b) Razmerje do zahtev pravnih predpisov s področja učinkovite rabe energije

Vsebina te tehnične smernice določa gradbene ukrepe, ki so izjemoma lahko tudi predmet urejanja nekaterih pravnih predpisov. V razmerju do veljavnih predpisov je tehnična smernica napisana tako, da predstavlja del specialnega predpisa in ima zato njegova uporaba prednost pred drugimi hierarhično enakimi predpisi. Če pa se pri njeni uporabi kljub temu ugotovi, da bi izvedba določenega predlaganega ukrepa pomenila kršitev določb hierarhično višjega veljavnega predpisa, (zakona) je treba v celoti upoštevati obvezne zahteve zakonodaje.

## 0.2. REFERENČNI DOKUMENTI<sup>1</sup>

V točki 0.2.1 je upoštevano stanje veljavnosti predpisov na dan izdaje te tehnične smernice. Spremembe, povezane z izdajo novih predpisov in s tem povezanimi razveljavitvami morajo uporabniki spremljati preko Uradnega lista Republike Slovenije oziroma Uradnega lista Evropskih skupnosti za pravne akte ES.

### 0.2.1 Predpisi

- 0.2.1.1 Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05-popr., 92/05-ZJC-B, 93/05-ZVMS, 111/05 – odl.US, 126/07 in 108/09),
- 0.2.1.2 Energetski zakon (Uradni list RS, št. 27/07 EZ–UPB2– uradno prečiščeno besedilo),
- 0.2.1.3 Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 52/00),
- 0.2.1.4 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 99/04),
- 0.2.1.5 Uredba o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena (Uradni list RS, št. 33/03),
- 0.2.1.6 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. ....)
- 0.2.1.7 Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02),
- 0.2.1.8 Pravilnik o vrstah zahtevnih, manj zahtevnih in enostavnih objektov, o pogojih za gradnjo enostavnih objektov brez gradbenega dovoljenja in o vrstah del, ki so v zvezi z objekti in pripadajočimi zemljišči (Uradni list RS, št. 114/03 in 130/04),
- 0.2.1.9 Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08),
- 0.2.1.10 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07).

### 0.2.2. Standardi

- 0.2.2.1 SIST-TP CEN/TR 15615 Razlaga splošne povezave med različnimi standardi CEN in Direktivo o energetski učinkovitosti stavb (EPBD) - Krovni dokument
- 0.2.2.2 SIST EN 15217 Energijske karakteristike stavb - Metode za izražanje karakteristik energije in za certificiranje energije v stavbah
- 0.2.2.3 SIST EN 15603 Energijske karakteristike stavb - Splošna raba energije in opredelitev potreb po energiji
- 0.2.2.4 SIST EN 15316-1 Grelni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 1. del: Splošno
- 0.2.2.5 SIST EN 15316-2-1 Grelni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 2-1. del: Emisija sistemov za ogrevanje prostora
- 0.2.2.6 SIST EN 15316-3-1 Grelni sistemi v stavbah - Metoda izračuna energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 3-1.del.: Hišni sistemi in značilnosti potreb za toplo vodo (zahteve porabe)
- 0.2.2.7 SIST EN 15316-3-2 Grelni sistemi v stavbah - Metoda izračuna energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 3-2. del: Hišni razvod tople vode
- 0.2.2.8 SIST EN 15316-3-3 Grelni sistemi v stavbah - Metoda izračuna energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 3-3. del: Hišna proizvodnja tople vode
- 0.2.2.9 SIST EN 15316-4-1 Ogrevalni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 4-1. del: Sistemi za ogrevanje prostora, zgorevalni sistemi
- 0.2.2.10 SIST EN 15316-4-2 Ogrevalni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 4-2. del: Sistemi za ogrevanje prostora, toplotni črpalni sistemi
- 0.2.2.11 SIST EN 15316-4-3 Grelni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 4-3. del: Sistemi za ogrevanje prostora, toplotni sončni sistemi

<sup>1</sup> Referenčni dokumenti, navedeni v:

- točki 0.2.1 so dosegljivi na spletni strani: <http://zakonodaja.gov.si/>,
- točki 0.2.2 so dosegljivi na Slovenskem inštitutu za standardizacijo,
- točki 0.2.3 so dosegljivi na spletni strani Ministrstva za okolje in prostor,



- 0.2.2.12 SIST EN 15316-4-4 Grelni sistemi v stavbah – Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema – 4-4. del: Sistemi za ogrevanje prostora, lastnosti in kakovost CHP elektrike in toplote
- 0.2.2.13 SIST EN 15316-4-5 Grelni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 4-5. del: Sistemi za ogrevanje prostora, lastnosti in kakovost daljinskega ogrevanja in velikih sistemov
- 0.2.2.14 SIST EN 15316-4-6 Grelni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 4-6. del: Sistemi za gretje prostora, fotonapetostni sistemi
- 0.2.2.15 SIST EN 15316-4-7 Ogrevalni sistemi v stavbah - Metoda za preračun energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 4-7. del: Proizvodnja toplote za ogrevanje prostorov, sistemi za zgorevanje biomase
- 0.2.2.16 SIST EN 15242 Prezračevanje stavb - Računske metode za določitev zračnih tokov v stavbah, vključno z infiltracijo
- 0.2.2.17 SIST EN 15241 Prezračevanje stavb - Računske metode za energijske izgube zaradi prezračevanja in infiltracije v poslovnih stavbah
- 0.2.2.18 SIST EN 13779 Prezračevanje nestanovanjskih stavb - Zahtevane lastnosti za prezračevalne naprave in klimatizirne sisteme
- 0.2.2.19 SIST EN 15243 Prezračevanje stavb – Izračun sobne temperature ter obremenitve in energije stavb s sobnim klimatizirnim sistemom
- 0.2.2.20 SIST EN ISO 13790 Toplotne značilnosti stavb - Računanje potrebne energije za gretje in hlajenje prostora (ISO 13790:2008)
- 0.2.2.21 SIST EN 15255 Toplotne značilnosti stavb - Natančen preračun obremenitve ohlajevanja prostora - Splošna merila in validacija postopka
- 0.2.2.22 SIST EN 15265 Toplotne značilnosti stavb - Računanje porabljene energije za segrevanje in hlajenje prostora z dinamično metodo - Splošna merila in validacija postopka
- 0.2.2.23 SIST EN ISO 13791 Toplotne značilnosti stavb - Izračun notranje temperature prostorov poleti brez mehanskega hlajenja - Splošna merila in validacija postopka (ISO 13791:2004)
- 0.2.2.24 SIST EN ISO 13792 Toplotne značilnosti stavb - Izračun notranje temperature prostorov poleti brez mehanskega hlajenja – Poenostavljena metoda (ISO 13792:2005)
- 0.2.2.25 SIST EN 15193 Energijske značilnosti stavb - Energijske zahteve za osvetlitev
- 0.2.2.26 SIST EN 15232 Grelni sistemi v stavbah - Vpliv avtomatizacije stavb in izvršnih elementov ter upravljanja stavb
- 0.2.2.27 SIST EN 15377-1 Ogrevalni sistemi v stavbah - Načrtovanje vodnih sistemov za ogrevanje in hlajenje, vgrajenih v konstrukcijo - 1. del: Določevanje načrtovane izhodne toplotne in hladilne moči površine
- 0.2.2.28 SIST EN 15377-3 Grelni sistemi v stavbah - Načrtovanje vodnih sistemov za ogrevanje in hlajenje, vgrajenih v gradbeno konstrukcijo - 3. del: Optimizacija rabe obnovljivih energijskih virov
- 0.2.2.29 oSIST prEN 15377-2 Heating systems in buildings - Design of embedded water based surface heating and cooling systems - Part 2: Design, dimensioning and installation
- 0.2.2.30 SIST EN 15459 Grelni sistemi v stavbah - Postopek ekonomskega vrednotenja stavbnih energijskih sistemov
- 0.2.2.31 SIST EN 15251 Merila notranjega okolja za načrtovanje in ocenjevanje toplotnih lastnosti stavb z upoštevanjem notranje kakovosti zraka, toplotnega okolja, svetlobe in hrupa
- 0.2.2.32 SIST EN ISO 10456 Gradbeni materiali in proizvodi - Higrotermalne lastnosti - Tabelirane računске vrednosti in postopki za določevanje nazivnih in računskih vrednosti toplotnih vrednosti (ISO 10456:2007)
- 0.2.2.33 SIST ISO 9836 Standardi za lastnosti stavb - Definicija in računanje indikatorjev površine in prostornine
- 0.2.2.34 SIST EN ISO 14683 Toplotni mostovi v stavbah - Linearna toplotna prehodnost - Poenostavljena metoda in privzete vrednosti (ISO 14683:2007)
- 0.2.2.35 SIST EN ISO 6946 Gradbene komponente in gradbeni elementi - Toplotna upornost in toplotna prehodnost - Računska metoda (ISO 6946:2007)
- 0.2.2.36 SIST EN ISO 10211 Toplotni mostovi v stavbah - Toplotni tokovi in površinske temperature - Podrobni izračuni (ISO 10211:2007)

- 0.2.2.37 SIST EN ISO 13789 Toplotne značilnosti stavb - Toplotni koeficienti pri prenosu toplote in prezračevanja - Računska metoda (ISO 13789:2007)
- 0.2.2.38 SIST ISO 9972 Toplotna izolacija - Določanje tesnosti stavb - Metoda vzdrževanja nadtlaka z ventilatorjem
- 0.2.2.39 SIST EN 12207 Okna in vrata - Prepustnost zraka na pripirah - Klasifikacija
- 0.2.2.40 SIST EN 13829 Toplotne značilnosti stavb - Ugotavljanje tesnosti obodnih konstrukcij - Metoda tlačne razlike z uporabo ventilatorja (ISO 9972:1996, modificiran)
- 0.2.2.41 SIST EN ISO 12241 Toplotna izolacija za opremo stavb in industrijske inštalacije - Pravila za računanje (ISO 12241:2008)
- 0.2.2.42 SIST EN 14511-1 Klimatske naprave, enote za tekočinsko hlajenje in toplotne črpalke z električnimi kompresorji za segrevanje in hlajenje prostora – 1. del: Pojmi in definicije
- 0.2.2.43 oSIST prEN 14511-4 Klimatske naprave, enote za tekočinsko hlajenje in toplotne črpalke z električnimi kompresorji za segrevanje in hlajenje prostora - 4. del: Zahteve
- 0.2.2.44 SIST EN 779 Particulate air filters for general ventilation - Determination of the filtration performance
- 0.2.2.45 SIST EN 1886 Prezračevanje stavb - Centralne enote - Mehanske lastnosti in merilni postopki
- 0.2.2.46 SIST EN 806 Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah - 1. del: Splošno

### **0.2.3 Smernice in drugi dokumenti**

- 0.2.3.1 Tehnična smernica TSG-1-001:2007 Požarna varnost v stavbah,
- 0.2.3.2 Tehnična smernica TSG-N-003:2009 Zaščita pred delovanjem strele.

### 0.3 Pomen izrazov

- (1) Izrazi s področja graditve stavb in energetike, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kakor je opredeljen v Zakonu o graditvi objektov, Energetskem zakonu in Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah.
- (2) Izrazi s področja učinkovite rabe energije v stavbah, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici in dokumentih iz prejšnjega odstavka, imajo pomen, kakor so opredeljeni v standardih navedenih med referenčnimi dokumenti tehnične smernice.
- (3) Izrazi uporabljeni tej tehnični smernici imajo naslednji pomen:
  1. »Adiabatsko« je sprememba stanja brez dovoda ali odvoda toplote;
  2. »Celotne toplotne izgube«,  $Q_L$ , (kWh) so vsota transmisijskih in prezračevalnih toplotnih izgub stavbe;
  3. »Delež zasteklitve« (%) je delež zastekljenih površin v površini posameznega elementa ovoja stavbe;
  4. »Dobitki notranjih virov«,  $Q_i$ , (kWh) predstavljajo toploto, ki v prostoru nastaja, in njen vir ni ogrevalni sistem;
  5. »Dobitki sončnega obsevanja«,  $Q_s$ , (kWh) predstavljajo toploto, ki vstopa v prostor zaradi sončnega obsevanja;
  6. »Faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja«,  $g$ , je razmerje vpadle in prepuščene gostote energijskega toka sončnega sevanja;
  7. »Generator hlada« je naprava za pretvarjanje energije vira v hlad;
  8. »Globalno sončno obsevanje«,  $j$ , (kWh/m<sup>2</sup>) je energija toplotnega sončnega obsevanja na vodoravno površino v določenem časovnem obdobju;
  9. »Izkoristek cevnega razvoda«,  $h_{om}$ , je razmerje med toploto, oddano v končnih prenosnikih toplote, in toploto, potrebno za ogrevanje ali hlajenje stavbe in proizvedeno v generatorju toplote ali hladu;
  10. »Količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub«,  $H'_{T_s}$  (W/m<sup>2</sup>K) je kot razmerje med količnikom transmisijskih toplotnih izgub stavbe  $H_T$  in celotno zunanjo površino stavbe  $A$ ;
  11. »Količnik transmisijskih toplotnih izgub«,  $H_T$  (W/K) je količnik, določen po standardu SIST EN ISO 13790;
  12. »Količnik energijske učinkovitosti«, COP, je razmerje med pridobljeno toplotno energijo in vloženo pogonsko energijo (kW<sub>h</sub>/kW<sub>e</sub>), kadar delujejo generatorji hlada kot toplotne črpalke (obrnjeni proces) ali pri napravah za vračanje toplote;
  13. »Končni prenosnik toplote« je prenosnik toplote v prostorih, ki jih grejemo ali hladimo;
  14. »Kurilna naprava« je naprava, v kateri se z zgorevanjem goriv pridobiva toplota. Sestavljajo jo kurišče ali več kurišč, gorilnik, dimniški priključki ali dimni vodi za odvajanje dimnih plinov skozi dimnik in dovodniki zgorevalnega zraka;
  15. »Letna potrebna toplota za ogrevanje«,  $Q_{NH}$ , (kWh) je potreba po toploti, ki jo je treba v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju ogrevanja, določena po standardu SIST EN ISO 13790;
  16. »Letna potrebna toplota za hlajenje stavbe«,  $Q_{NC}$  (kWh) je potreba po energiji, ki jo je treba v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju hlajenja, določena po standardu SIST EN ISO 13790;
  17. »Neposredno ogrevani hranilnik toplote« ima vgrajen lasten vir energije in ni povezan s cevnim razvodom z generatorjem toplote;

18. »Obdobje hlajenja«,  $n_c$ , je število ur med začetkom in koncem hlajenja stavbe. Začetek in konec hlajenja sta za posamezno lokacijo določena s karto trajanja obdobja hlajenja;
19. »Povprečna dnevna temperatura zraka« je določena z enačbo:  $T_d = (T_7 + T_{14} + 2T_{21})/4$ , kjer so  $T_7$ ,  $T_{14}$  in  $T_{21}$  (°C) časovne meritve temperature zunanjega zraka po srednjeevropskem času;
20. »povprečna mesečna temperatura« je za posamezno lokacijo in mesec določena s kartami povprečnih mesečnih temperatur<sup>2</sup>;
21. »Povprečna letna temperatura«,  $T_l$  (°C), je za posamezno lokacijo določena s karto povprečne letne temperature<sup>2</sup>;
22. »Povprečna toplotna prehodnost stavbe«,  $U_m$  (W/m<sup>2</sup>K), je računsko uravnotežena povprečna vrednost toplotnih prehodnosti ovoja stavbe z upoštevanjem toplotnih mostov;
23. »Povprečna sezonska energetska učinkovitost«, ESEER, je utežena srednja vrednost EER pri različnih obremenitvah po standardu Eurovent (EER 100%, EER 75%, EER 50% in EER 25%) in se izračuna po izrazu:  $ESEER = 0,03.EER 100\% + 0,33.EER 75\% + 0,41.EER 50\% + 0,23.EER 25\%$  (kW(c)/kW(e));
24. »Povprečni letni izkoristek kurilne naprave«,  $\eta_{gh}$ , se določi na podlagi nazivnega izkoristka generatorja toplote,  $\eta_g$ , pričakovane letne obremenitve kurilne naprave in izgub zaradi stanja pripravljenosti;
25. »Projektna temperatura«,  $\theta_{iph}$ ,  $\theta_{eph}$ ,  $\theta_{ipc}$ ,  $\theta_{epc}$  (°C), je računsko temperatura zraka za izračun toplotnih obremenitev z indeksi: notranja – ip, zunanja – ep; pozimi – h in poleti – c;
26. »Prezračevalne toplotne izgube«,  $Q_V$  (kWh) so toplotne izgube zaradi izmenjave odtočnega zraka iz prostorov z zunanjim zrakom;
27. »Projektirana moč ogreval« (W) je moč ogreval po projektu strojnih napeljav;
28. »Projektna zunanja temperatura« je temperatura zunanjega zraka, ki jo je treba upoštevati pri načrtovanju ogrevalnega sistema in je za posamezno lokacijo določena s karto projektne zunanje temperature<sup>2</sup>;
29. »Razmerje energetske učinkovitosti«, EER, je razmerje med pridobljeno hladilno energijo in vloženo pogonsko energijo (kW(c)/kW(e));
30. »Temperaturni primanjkljaj«,  $DD$ , (dan K) je vsota razlik med notranjo temperaturo (20 °C) in povprečno dnevno zunanjo temperaturo zraka po vseh dneh ogrevalne sezone. Temperaturni primanjkljaj upošteva le dneve, ko je bila povprečna zunanja temperatura zraka nižja od 12 °C. Za posamezno lokacijo je določen s karto temperaturnega primanjkljaja<sup>2</sup>;
31. »Toplotna črpalka« je naprava ali sistem, ki odvzema toploto pri nižji temperaturi iz različnih toplotnih virov, npr. iz zraka, vode ali zemlje, in jo pri višji temperaturi dobavlja stavbi;
32. »Toplotna prehodnost«,  $U$  (W/m<sup>2</sup>K) je celotna toplotna prehodnost, ki upošteva prehod toplote skozi element ovoja stavbe in vključuje prevajanje, konvekcijo in sevanje;
33. »Toplotna prevodnost«,  $\lambda$  (W/mK), je snovna lastnost materiala, določena pri srednji delovni temperaturi in vlažnosti materiala;
34. »Toplotni most« je mesto povečanega prehoda toplote v konstrukciji ali napravi zaradi spremembe materiala, debeline ali geometrije konstrukcije;

<sup>2</sup> Karte s krajevno ugotovljenimi podnebnimi podatki so dostopne preko spletne aplikacije pregledovalnika podnebnih podlag na spletnem naslovu:

[http://www.geodetska-uprava.si/DHTML\\_HMZ/wm\\_ppp.htm](http://www.geodetska-uprava.si/DHTML_HMZ/wm_ppp.htm)

35. »Trajanje ogrevalne sezone« je število dni med začetkom in koncem ogrevalne sezone. Začetek in konec ogrevalne sezone sta za posamezno lokacijo določena s kartama začetka in konca ogrevalne sezone<sup>2</sup>;
36. »Transmisijske toplotne izgube«,  $Q_T$ , (kWh) so toplotne izgube zaradi prehoda toplote skozi ovoj stavbe;
37. »Zunanja linijska toplotna prehodnost«,  $\psi_e$  (W/mK), je linijska toplotna prehodnost, določena po standardu SIST EN ISO 14683 po sistemu zunanjih mer;
38. »Zunanja temperatura«,  $\theta_e$  (°C), je temperatura zunanjega zraka.

# 1. NAMEN IN PODROČJE UPORABE

(1) Za zagotavljanje učinkovite rabe energije v stavbah ta tehnična smernica na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, priprave tople pitne vode in razsvetljave v stavbah določa:

1. mejne vrednosti elementov učinkovite rabe energije v stavbah,
2. elemente arhitekturne zasnove, ki vplivajo na učinkovito rabo energije,
3. dopustno toplotno prehodnost posameznih gradbenih elementov in sklopov,
4. načine pasivnega zmanjševanja pregrevanja zaradi sončnega obsevanja,
5. sestave takšnih gradbenih konstrukcij, da ne bo prišlo do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare,
6. ravni in tehnične rešitve primerne zrakotesnosti stavbe,
7. energijske lastnosti generatorjev toplote,
8. zahteve načrtovanja in izvedbe cevovodnega razvoda ogrevanja stavbe,
9. projektne temperature ogrevalnega sistema,
10. načine uravnoteženja in regulacije sistema ogrevanja,
11. energijske lastnosti klimatskih naprav in sistemov,
12. zahteve načrtovanja in izvedbe cevovodnega razvoda hlajenja stavbe,
13. načine regulacije sistema klimatizacije,
14. ravni potrebnega vračanja toplote odtočnega zraka,
15. elemente zagotavljanja učinkovite priprave tople pitne vode,
16. zahteve načrtovanja in izvedbe hranilnika in cevovodnega razvoda tople pitne vode,
17. energijske lastnosti elementov razsvetljave,
18. stavbe oziroma njihove dele, v katerih je treba razsvetljava regulirati v odvisnosti od dnevne svetlobe in prisotnosti uporabnikov.

(2) Ta tehnična smernica določa potrebne izračune, s katerimi preverjamo učinkovito rabo energije v stavbah. Razlikovati je treba med:

- enostanovanjskimi stavbami,
- večstanovanjskimi stavbami,
- upravnimi in pisarniškimi stavbami,
- stavbami za izobraževanje,
- stavbami za zdravstvo,
- gostinskimi stavbami,
- športnimi dvoranami,
- trgovskimi stavbami in stavbami za storitvene dejavnosti, in
- stavbami za druge namene, ki so porabniki energije.

zato je treba za vsako stavbo ali njen del skladno s predpisom, ki ureja klasifikacijo objektov, uporabiti najbolj primerno metodologijo iz točke 10 te tehnične smernice.

(3) V tej tehnični smernici so navedeni tudi snovni podatki za najbolj običajne materiale in se uporabijo v primerih, kadar podatki proizvajalca niso na voljo.

(4) Metodologija za izračun energijskih lastnosti stavbe temelji na določbah veljavnih slovenskih standardov, ki so nastali s prevzemom evropskih ali tujih nacionalnih standardov, predvsem standarda SIST EN ISO 13790. Dopustna je tudi uporaba standardov drugih držav članic Evropskega gospodarskega prostora in Turčije, če ti standardi omogočajo doseganje vsaj enake ravni energetske učinkovitosti, obravnavajo enake parametre in omogočajo enako stopnjo natančnosti.

## 2. ARHITEKTURNE ZAHTEVE

### 7. člen

(arhitekturna zasnova)

Stavba mora biti zasnovana in grajena tako, da je energijsko ustrezno orientirana, da je razmerje med površino ovoja stavbe in njeno prostornino z energijskega stališča kar najbolj ugodno, da so prostori v stavbi energijsko optimalno razporejeni, in da materiali in elementi konstrukcije ter celotna zunanja površina stavbe omogočajo učinkovito upravljanje z energijskimi tokovi.

### 2.1 UVOD

Pri zasnovi stavbe mora odgovorni projektant arhitekture upoštevati vse dejavnike, ki zagotavljajo, da bo stavba učinkovita pri izrabi toplote za ogrevanje in hlajenje ter za prezračevanje in pri pripravi tople (in hladne) vode ter bo vzpostavila in vzdrževala ustrezno notranje okolje stavbe.

### 2.2 ARHITEKTURNA ZASNOVA

Arhitekturna zasnova stavbe mora upoštevati še zlasti:

- orientacijo stavbe, tako da s premišljeno umestitvijo stavbe optimiziramo zahteve glede ohranjanja energije ob upoštevanju predvidene rabe stavbe;
- razmerje med ovojem stavbe in njeno prostornino, ki mora biti čim bolj ugodno, kar pomeni, da se je treba izogibati nepotrebni členjenosti stavb in elementom, ki povzročajo nepotrebne toplotne mostove;
- obliki in razmerju zasteklitve, ki mora zagotoviti zahtevano osvetljenost prostorov obenem pa zagotoviti čim večje dobitke toplotne energije pozimi in zaščito pred prekomernim segrevanjem poleti;
- obstoječe in načrtovane sosednje stavbe tako, da se upošteva tudi načrtovani razvoj, kar se odraža tudi na zasnovi stavbe;
- orientacijo stavbe in površine primerne za namestitve sprejemnikov sončne energije, foto-napetostnih elementov; pri čemer se za primerno usmerjenost in naklon zunanje površine stavbe šteje tista površina, ki je obrnjena v eno ali več smeri od jugozahoda preko juga do jugovzhoda, naklon pa je med 20° in 60°;
- zunanje okolje in stavbe zasnovati tako, da se upoštevajo klimatske razmere preko celega leta, spremembe preko dne in vse posebnosti, ki so značilne za lokacijo gradnje;
- notranje okolje tako, da se pri zasnovi stavbe ustrezno posveti različnim ciklom njene uporabe preko različnih časovnih ciklov, (npr. štiriindvajset urni cikel, mesečni cikel, drugi vzorci uporabe preko celega leta).
- čim višjo raven vključitve sistemov za zajem sončnega obsevanja v osnovno arhitekturno zasnovo, ki jih je dovoljeno namestiti na poševne ali ravne strehe stavb, na fasade ali na samostojne konstrukcije ob stavbi, npr. pergole, nadstreški,
- da so v primeru večstanovanjskih stavb sprejemniki sončne energije in foto-napetostni elementi nameščeni na površinah, ki so del skupnih delov stavbe in morajo biti dostopni za namene vzdrževanja,
- da morajo biti pri namestitvi na poševne strehe sprejemniki sončne energije in foto-napetostni elementi v smeri in z naklonom, ki se ne razlikuje od smeri in naklona poševnine.

## 2.3 IZBIRA MATERIALOV

- (1) Pri snovanju stavbe je treba upoštevati tudi vpliv gradbenih materialov in elementov stavbe na zahteve toplotne zaščite in ohranjanja energije ter na preprečevanje površinske kondenzacije in škode zaradi kondenzacije znotraj elementov ovoja.
- (2) Izkoristiti je treba tehnike načrtovanja, s katerimi je omogočena uporaba materialov nosilne konstrukcije, polnil, oblog, oken, odprtih in drugih elementov, ki najbolj učinkovito dosežejo zahteve učinkovite rabe energije v stavbah pri določenih zahtevah glede toplotnega in drugega ugodja znotraj stavbe.
- (3) Obenem morajo biti izpolnjene zahteve, ki izhajajo iz predpisov, ki ustrezajo varnostnim zahtevam v primeru požara, predpisov, ki ustrezajo zahtevam glede dostopnosti in varnosti pri uporabi in predpisov, ki ustrezajo zahtevam glede okoljskih vidikov.



### 3. TOPLOTNA ZAŠČITA

#### 8. člen

(toplotna zaščita)

(1) S toplotno zaščito površine toplotnega ovoja stavbe in ločilnih elementov delov stavbe z različnimi režimi notranjega toplotnega ugodja je treba:

- zmanjšati prehod energije skozi površino toplotnega ovoja stavbe,
- zmanjšati pregrevanje ali podhladitve stavbe,
- zagotoviti tako sestavo gradbenih konstrukcij, da ne bo prišlo do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare in
- nadzorovati (uravnavati) zrakotesnost stavbe.

(2) Stavbe je treba projektirati in graditi tako, da je vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po energiji čim manjši in da toplotni mostovi ne povzročajo škode stavbi ali njenim uporabnikom.

#### 3.1 TOPLOTNA PREHODNOST

##### 3.1.1 Splošno

(1) Toplotna prehodnost elementov zunanje površine stavbe in ločilnih elementov delov stavbe z različnimi režimi notranjega toplotnega ugodja, ki se določi po standardih SIST EN ISO 6946 in SIST EN ISO 10211, ne sme presegati vrednosti, navedenih v tabeli 1.

Tabela 1

| Gradbena konstrukcija   | $U_{max}$ (W/m <sup>2</sup> K) |
|---|--------------------------------|
| 1. Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom,  | 0,28                           |
| 2. Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10% površine neprozornega dela zunanje stene ter terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5% površine strehe | 0,60                           |
| 3. Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo...   | 0,35                           |
| 4 Tla nad zunanjim zrakom   | 0,30                           |
| 5. Stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov  | 0,90                           |
| 6. Stene, ki mejijo na sosednje stavbe  | 0,50                           |
| 7. Zunanja stena proti terenu, strop proti terenu in tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)  | 0,35                           |
| 8. Medetažna konstrukcija proti neogrevanemu prostoru, ravna in poševna streha nad neogrevanim prostorom  | 0,20                           |
| 9. Tla na terenu in tla nad terenom pri panelnem – talnem ogrevanju (ploskovnem gretju)   | 0,30                           |
| 10. Lahke zunanje vertikalne gradbene konstrukcije (pod 150 kg/m <sup>2</sup> )   | 0,20                           |
| 11. Okna, balkonska vrata gretih prostorov in greti zimski vrtovi   | 1,30                           |
| 12. Strešna okna  | 1,40                           |
| 13. Steklene strehe, svetlobniki, zimski vrtovi, svetlobne kupole   | 2,40                           |

(2) Vrednosti za toplotno prehodnost iz tabele 2 se smiselno uporabljajo tudi za notranje gradbene konstrukcije, ki mejijo na prostore, v katerih lahko notranja temperatura pri projektni zunanji temperaturi pade pod 12 °C.

### 3.1.2 Toplotni mostovi

(1) Vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po toploti mora biti čim manjši. Toplotnim mostovom z linijsko toplotno prehodnostjo  $\Psi_e > 0,2 \text{ W/mK}$  (standard SIST EN ISO 14683, Tabela 2 ali SIST EN ISO 10211) se je treba z ukrepi v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike izogniti s popravki načrtovanih detajlov, če pa to ni mogoče, je treba dokazati, da vodna para na mestih toplotnih mostov ne bo kondenzirala.

(2) V računu potrebne toplote za ogrevanje se vpliv toplotnih mostov upošteva po standardih SIST EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 oziroma SIST EN ISO 10211.

(3) Če imajo vsi toplotni mostovi v stavbi linijsko toplotno prehodnost  $\Psi_e < 0,2 \text{ W/mK}$  (standard SIST EN ISO 14683, Tabela 2), se lahko njihov vpliv upošteva na poenostavljeni način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za  $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 3.1.3 Stavbno pohoštvo

(1) V ogrevanih prostorih stavbe se sme uporabljati zasteklitev s toplotno prehodnostjo  $U_{st}$  največ  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

(2) Toplotna prehodnost oken (steklo in okvir) v odvisnosti od materiala okvirjev ne sme biti večja od  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  pri oknih z lesenim profilom, profilom iz umetne mase in s profilom iz kombinacije materialov, katerih osnova je profil iz lesa ali iz umetne mase, oziroma od  $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  pri oknih s kovinskimi okvirji.

(3) Toplotna prehodnost zunanjih vrat ne sme biti večja od  $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

(4) Toplotna prehodnost dela ovoja na mestu, kjer je vgrajena omarica za rolete ali druga senčila, vključno s pogoni in napravami za njihovo upravljanje ne sme biti večja od  $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

(5) Zahteve tega člena ne veljajo za izložbena okna, ki omejujejo zaprt izložbeni prostor, in za steklena vrata, ki so del vetrolova.

(6) V neogrevanih prostorih s temperaturo pod 15 °C je na ovoju stavbe dovoljena uporaba steklenih prizem (steklakov).

## 3.2 ZMANJŠEVANJE PREGREVANJA

### 3.2.1 Splošno

(1) Pri načrtovanju stavbe je treba s pasivnimi ukrepi, kot so npr. primerna arhitekturna zasnova, senčenje, nočno prezračevanje zagotoviti, da bodo potrebe po hlajenju čim manjše.

(2) Pri načrtovanju in pri izračunu potrebe po hlajenju je treba izkoristiti ugodne potencialne nočnega prezračevanja stavbe, v kolikor je to glede na predvideni način rabe stavbe dopustno. Šteje se, da je nočno prezračevanje stavbe omogočeno, če je avtomatsko upravljano.

### 3.2.2 Zastekljene površine in senčila

(1) Vse zastekljene površine večje od  $0,5 \text{ m}^2$  razen tistih, ki so obrnjene v smeri od severovzhoda preko severa do severozahoda ali so poleti trajno zasenčene z naravno oziroma umetno oviro, morajo omogočati tako zaščito proti sončnemu sevanju, pri kateri je faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja stekla in senčila (upoštevaje vpliv položaja vgradnje: zunaj ali v medstekelnem prostoru)  $g < 0,55$ . Faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja stekla in senčila se določi kot

produkt faktorjev prepustnosti celotnega sončnega sevanja posamičnih plasti (stekla in senčila) ob upoštevanju zmanjšanja učinkovitosti senčila v medstekelnem prostoru.

(2) Faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja senčila se pri vgradnji senčila v medstekelni prostor določi po enačbi:

$$g_{s,m} = 1 - 0,4 (1 - g_s)$$

kjer je:

$g_s$  - faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja senčila

$g_{s,m}$  - faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja senčila v medstekelnem prostoru

(3) Senčila vgrajena na notranjo stran se ne štejejo kot protisončna zaščita.

### 3.3 PREHOD VODNE PARE

#### 3.3.1 Splošno

(1) Stavbe morajo biti projektirane in zgrajene tako, da se pri namenski uporabi vodna para, ki zaradi difuzije prodira v gradbeno konstrukcijo, ne kondenzira. V primeru, da pride do kondenzacije vodne pare v konstrukciji, se mora le ta po koncu računskega obdobja difuzijskega navlaževanja in izsuševanja povsem izsušiti.

(2) Vse gradbene konstrukcije stavb morajo biti projektirane in zgrajene tako, da vodna para pri projektnih pogojih na njihovih površinah ne kondenzira.

(3) Vlaga, ki se kondenzira v konstrukciji ne sme povzročiti škode na gradbenih materialih (na primer korozija, nastanek plesni).

(4) Difuzija vodne pare se računa za zunanje gradbene konstrukcije in konstrukcije, ki mejijo na neogrevane prostore, razen za konstrukcije, ki mejijo neposredno na teren (tla, strop, stene).

#### 3.3.2 Zahteve za gradbeno konstrukcijo

(1) Za račun higrotermičnih lastnosti konstrukcij se uporablja SIST EN ISO 13788.

(2) Pri izračunu se upošteva notranjo temperaturo 20 °C in notranjo relativno zračno vlago 65 %.

(3) Skupna količina kondenzirane vlage ne sme v nobenem trenutku preseči vrednosti iz Tabele F.1 Priloge F standarda SIST EN ISO 13788 ali vrednosti, ki jih določi proizvajalec gradbenega materiala.

(4) V strešnih in stenskih konstrukcijah ne sme skupna količina kondenzirane vlage na površinsko enoto nikoli preseči vrednosti 1 kg/m<sup>2</sup>.

(5) Če pride do kondenzacije na materialu, ki ne omogoča kapilarnega navzemanja vlage, skupna količina kondenzirane vlage na površinsko enoto nikoli ne sme preseči vrednosti 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

(6) Če pride do kondenzacije v lesu, se skupna vlaga lesa ne sme povečati za več kot 5%, pri materialih narejenih iz lesa pa za 3%

(7) Pri izračunu se lahko uporabi vrednosti iz projektne naloge, če sta ta določeni projektna notranja temperatura in/ali relativna zračna vlaga višji od vrednosti določenih v tej smernici.

(8) Mesečne vrednosti zunanje temperature in zunanje relativne zračne vlage so podane v klimatskih podatkih.

### 3.4 ZRAKOTESNOST

(1) Zračna prepustnost stavbe ali njenega dela brez mehanskega prezračevanja, merjena po standardu SIST ISO 9972, ne sme presegati 3 izmenjav zraka na uro (pri tlačni razliki 50 Pa).

(2) V stavbah z vgrajenim sistemom mehanskega prezračevanja z več kot 0,7-kratno izmenjavo zraka, računano z  $V_e$ , zračna prepustnost ne sme presegati 2 izmenjavi zraka na uro (pri tlačni razliki 50 Pa).

(3) V stavbah je treba uporabljati okna in vrata z izjavo o skladnosti z razvidnimi relevantnimi lastnostmi o zračni prepustnosti:

- vsaj razreda 2 po standardu SIST EN 12207, za okna in balkonska vrata, vgrajena v eno- ali dvoetažne stavbe, in za vhodna vrata, vgrajena v prvem ali v drugem nadstropju stavbe, oziroma
- vsaj razreda 3 po standardu SIST EN 12207 za okna in balkonska vrata, vgrajena v tri- ali večnadstropne stavbe, in za vhodna vrata, vgrajena v tretji ali višji etaži stavbe.

(4) Če se tesnost ovoja pri stavbah z uporabno površino, večjo od 5000 m<sup>2</sup>, ki so polno ali delno klimatizirane, preverja, se preizkus izvede po standardu SIST EN 13829 ( $Q_{50}/S_T$  – vključno s površino poda pritličja) ali pa se izmeri indeks zračne prepustnosti ( $Q_{50}/S$ ).

## 4. OGREVANJE

### 9. člen (ogrevanje)

Projektirani in izvedeni sistem ogrevanja stavbe mora ob najmanjših toplotnih izgubah zagotoviti takšno raven notranjega toplotnega okolja, kot je določena s predpisi o prezračevanju in klimatizaciji stavb oziroma je določena v projektni nalogi in je strožja od predpisane. Energijsko učinkovitost ogrevalnega sistema se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih generatorjev toplote, načrtovanja in izvedbe energijsko učinkovitega cevne razvoda, izbora nizke projektne temperature ogrevalnega sistema in njegovega uravnoveženja ter regulacije temperature zraka v stavbi, njenem delu ali prostoru.

### 4.1 GENERATORJI TOPLOTE

#### 4.1.1 Splošno

- (1) Pri uporabi plinastih goriv se lahko vgrajujejo le kondenzacijski kotli.
- (2) V stavbah z do dvema stanovanjema mora biti generator toplote vgrajen znotraj toplotnega ovoja stavbe.
- (3) Izkoristek toplotne izolacije razvodnega omrežja,  $h_{om}$ , mora biti večji od 0,95 oziroma morajo biti toplotne izgube manjše od 5 %.
- (4) Specifična poraba elektrike za transport tople vode mora biti manjša od  $0,015 W_{el}/W_{toplote}$ .
- (5) Črpalke v stavbah z več kot dvema stanovanjema morajo imeti električno regulacijo na konstantni  $D_p$ .
- (6) Zmanjšanje potrebne toplote za gretje pri nočnem znižanju ali prekinitvi gretja se upošteva v skladu s časom trajanja in zadnjim stanjem gradbene tehnike.
- (7) V vseh stavbah mora biti vgrajena samodejna regulacija delovanja naprav za gretje.

#### 4.1.2 Zahteve za izkoristek generatorja toplote

V stavbe je treba vgrajevati le generatorje, ki imajo računski najnižji dovoljeni povprečni letni izkoristek generatorjev toplote  $h_{gn}$ , vsaj tak, kot je prikazane v tabeli 2.

Tabela 2:

| Moč   | < 50 kW                   | > 50 do 120 kW            | > 120 do 350 kW           | > 350 kW                  |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Vrsta generatorja toplote                     | Letni računski izkoristek | Letni računski izkoristek | Letni računski izkoristek | Letni računski izkoristek |
| 1. Na kurilno olje                            |                           |                           |                           |                           |
| 1. a) avtomatski, specialni, z ventilatorjem  | 0,85                      | 0,87                      | 0,88                      | 0,88                      |
| 1. b) s prilagodljivim ali menjalnim kuriščem | 0,82                      | 0,84                      | -                         | -                         |
| 2. Na biomaso, avtomatski                     |                           |                           |                           |                           |
| 2. a) z ventilatorjem                         | 0,79<br>0,76              | 0,83<br>0,79              | 0,83                      | 0,83                      |

|   |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|
| 2. b) s prilagodljivim ali menjalnim kuriščem             |      |      |      |      |
| 3. Na plin  |      |      |      |      |
| 3. a) nizko-temperaturni, z gorilnikom, brez ventilatorja | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,92 |
| 3. b) nizko-temperaturni, z ventilatorjem                 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| 3. c) kondenzacijski                                      | 0,97 | 0,98 | 0,99 | 0,99 |
| 4. Toplotne podpostaje s pripravo tople vode*             | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |

\* Brez priprave tople vode je letni izkoristek 1,0.

## 4.2 CEVOVODNI RAZVOD OGREVANJA

### 4.2.1 Splošno

- (1) Razvodni sistemi, ki oskrbujejo posamezni prostor s toploto, morajo imeti uravnotežene pretoke ogrevnega medija.
- (2) Razdelilni sistem mora biti znotraj toplotnega ovoja stavbe razen priključnih cevovodov do naprav zunaj ovoja.

### 4.2.2 Toplotna izolacija cevovodnega razvoda

(1) V neogrevanih prostorih je treba cevi in armature za razvod vode v ogrevalnih sistemih z notranjim premerom cevi do 100 mm zaščititi pred izgubo toplote s toplotno izolacijo. Debelina toplotne izolacije mora biti najmanj enaka notranjemu premeru cevi, če toplotna prevodnost izolacije znaša 0,035 W/mK. Pri ceveh in armaturah z notranjim premerom večjim od 100 mm mora debelina toplotne izolacije znašati najmanj 100 mm. Pri materialih, katerih toplotna prevodnost ni enaka 0,035 W/(mK), se najmanjša dopustna debelina toplotne izolacije preračuna po pravilih računanja prehoda toplote skladno s standardom SIST EN ISO 12241.

- (2) Ne glede na prejšnji odstavek, je polovična debelina toplotne izolacije dovoljena:
- pri ceveh in armaturah, ki oddajajo toploto v ogrevane prostore različnih uporabnikov oziroma lastnikov,
  - na prehodih cevi in armatur skozi stene ali strope,
  - pri križanju cevovodov,
  - pri cevni razdelilnikih,
  - na priključnih vodih grelnih teles do dolžine 8 m.

(3) Zahteve iz prvega in drugega odstavka te točke ne veljajo za cevi in armature, ki oddajajo toploto v ogrevane prostore istega uporabnika oziroma lastnika.

(4) Ne glede na določbe prvega, do tretjega odstavka te točke, mora debelina toplotne izolacije cevi, vgrajenih v tla, znašati najmanj 6 mm.

(5) Za centralno gretje s temperaturo dovodne vode pod 50 °C se debelina toplotne izolacije cevi iz prvega in drugega odstavka tega člena lahko zmanjša, vendar samo toliko, da toplotne izgube niso višje kot pri izolaciji cevi iz prvega odstavka te točke.

#### 4.2.3 Ogrevala

(1) Vsa grelna telesa morajo imeti vgrajene elemente za uravnavanje temperature v prostoru s proporcionalnim območjem 1K, če je uporabna površina prostora večja od 6 m<sup>2</sup>. Pri vgradnji regulacije, s katero se dosega enaka ali boljša regulacija temperature zraka v prostoru, vgradnja elementov iz prvega stavka ni obvezna.

(2) Končni prenosniki toplote z naravno konvekcijo morajo biti postavljeni prosto, praviloma ob zunanji steni. Ploskovno gretje oziroma hlajenje mora biti izvedeno v skladu z navodili proizvajalca sistema.

#### 4.3 PROJEKTNE TEMPERATURE OGREVALNEGA SISTEMA

Projektna temperatura grelnega sistema v stavbi ne sme biti višja od 55 °C. Omejitev ne velja za pripravo tople pitne vode in zraka v klimatizacijskih ali prezračevalnih sistemih, v katerih je dovoljena najvišja temperatura 70 °C. Omejitev pa tako ne velja za distribucijske sisteme med stavbami.

#### 4.4 URAVNOTEŽENJE IN REGULACIJA SISTEMA OGREVANJA

(1) Razvodni sistemi, ki oskrbujejo posamezni prostor s toploto, morajo imeti uravnotežene pretoke ogrevnega medija.

(2) Sistemi morajo biti projektirani in grajeni tako, da se doseže naravno hidravlično uravnoteženje sistema (sistemi razvoda z obrnjenim povratkom). Kadar iz tehničnih ali ekonomskih razlogov to ni mogoče, morajo biti na glavnih hidravličnih vejah vgrajeni elementi za ročno ali samodejno hidravlično uravnoteženje sistema z napisnimi tablicami in trajno oznako o potrebni nastavitvi.

## 5. HLAJENJE

### 10. člen

#### (hlajenje)

(1) S projektiranjem in vgradnjo pasivnih gradbenih elementov je treba zagotoviti, da se tudi v času intenzivnega sončnega obsevanja in visokih zunanjih temperatur zraka prostori v stavbi zaradi sončnega obsevanja ne pregrejejo prek ravnih, določeni s predpisi o prezračevanju in klimatizaciji stavb.

(2) V primerih, ko z uporabo rešitev iz prejšnjega odstavka, v stavbi ni mogoče zagotoviti predpisanega toplotnega okolja, se sme projektirati in izvesti sistem za hlajenje stavbe. Energijsko učinkovit hladilni sistem se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih generatorjev hlada in pripadajočih elementov, energijsko učinkovitim razvodom, izborom ustrezne projektne temperature hladilnega sistema in njegovim uravnoteženjem ter regulacijo temperature zraka v stavbi, njenem delu ali prostoru.

### 5.1 UVOD

(1) Ta točka smernice obravnava samo energijske vidike hlajenja stavb. Pri projektiranju in gradnji ter vzdrževanju sistemov klimatizacije stavb je treba upoštevati tudi zahteve iz predpisa o prezračevanju in klimatizaciji stavb.

(2) Da bi poleti omejili potrebo po energiji za klimatske sisteme in preprečili pregrevanje prostorov, morajo biti vsa okna, ki so izpostavljena neposrednemu sončnemu obsevanju, opremljena z zunanji fiksnimi ali premičnimi senčili, ki zmanjšajo največjo sončno obsevanje za vsaj 70 %.

(3) Pri načrtovanju sistema za hlajenje in pri izračunu potrebne energije za hlajenje je treba izkoristiti ugodne potenciale nočnega prezračevanja stavbe, v kolikor je to glede na predvideni način rabe stavbe možno. Šteje se, da je nočno prezračevanje stavbe zagotovljeno, če je avtomatsko upravljano.

### 5.2 KLIMATSKE NAPRAVE

(1) Klimatizacijske naprave morajo biti projektirane tako, da lahko izkoriščajo naravno hlajenje.

(2) Nazivna projektna temperatura hlajene vode v sistemih z razvlaževanjem je 6/14 °C, v primeru brez razvlaževanja pa 14/18 °C ter 18/23 °C za ploskovno hlajenje. Predviden mora biti primarni oziroma sekundarni krog za hlajeno vodo in hidravlično naravno uravnotežen sistem razvoda (sistem z obrnjenim povratkom). Odstopanja od navedenih zahtev so dovoljena, če se s tem zagotovi večja energijska učinkovitost sistema.

(3) Specifična poraba elektrike za transport hladne vode mora biti manjša od 0,020  $W_{el}/W_{hlada}$  v primarnem in manjša od 30  $W_{el}/kW_{hlada}$  v sekundarnem krogu. Obtočne črpalke v sekundarnem krogu morajo imeti zvezno regulacijo pretoka v odvisnosti od obremenitve, v primarnem pa le po potrebi.

(4) Regulacija hladilne moči z obtokom vročega plina za hladilne moči nad 25 kW ni dovoljena.

(5) Dovoljena je le vgradnja generatorjev hlada z učinkovitostjo, ki je enaka ali večja od vrednosti, določenih v tabeli 3.

(6) Prezračevalne naprave in klimatizacijske naprave je treba dimenzionirati tako, da je specifična moč:

- dovodnega ventilatorja manjša od  $P_{do} < 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3\text{s})$  dovedenega zraka,
- odvodnega ventilatorja manjša od  $P_{od} < 1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3\text{s})$  odvedenega zraka.



(7) Pri klimatizaciji stavb brez osnovnega toplovodnega gretja morajo biti vgrajene klimatizacijske naprave s spremenljivo količino zraka.

(8) Toplotna izolacija ohišja klimatizacijskih naprav s toplotno obdelavo zraka, nameščenih na prostem, mora biti v razredu največ T3 oziroma TB3, za klimatizacijske naprave v stavbah pa T4 oziroma TB4 po standardu SIST EN 1886. Navedene zahteve ne veljajo za klimatizacijske naprave brez toplotne obdelave zraka.

Tabela 3:

| Vrsta generatorja hlada (GH)  | EER           | COP           | ESEER                | COP*                 | IPVL                 |
|---|---------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Preskus po:   | prEN<br>14511 | prEN<br>14511 | Euro<br>vent         | ARI 550/<br>560/590  | ARI                  |
| zračno hlajeni GH   | 2,90          | 3,00          | 3,00                 | 2,80                 | 3,05                 |
| zračno hlajeni GH s priključnimi kanali                                       | 2,50          | 2,80          | 3,00                 | -                    | -                    |
| zračno hlajeni GH za ploskovno hlajenje/gretje                                | 3,65          | 3,90          | 4,20                 |                      | -                    |
| vodno hlajeni GH – vsi do 1500 kW<br>GH z batnimi kompresorji                 | 4,65          | 4,15          | 4,25                 | -<br>4,45            | -<br>5,05            |
| vodno hlajeni GH – spiralni, vijačni kompr. do 500 kW                         | -             | -             | 5,00                 | 4,45                 | 5,20                 |
| vodno hlajeni GH – vijačni kompr. 500–1000 kW                                 |               |               | 5,00                 | 4,90                 | 5,60                 |
| vodno hlajeni GH – centrif. kompresor do 500 kW<br>500–1000 kW<br>nad 1000 kW | -             | -             | 5,15<br>5,80<br>6,30 | 5,00<br>5,55<br>6,10 | 5,25<br>5,90<br>6,40 |
| zračno hlajeni GH za ploskovno hlajenje/gretje                                | 4,9           | 4,2           | 5,00                 | -                    | -                    |
| GH z oddaljenim kondenzatorjem  | 3,4           | -             | 3,60                 | 3,1                  | 3,45                 |
| absorpcijski – zračno/vodno hlajeni, enostopenjski                            | -             | -             | -                    | 0,60/0,70            | -                    |
| absorpcijski – zračno/vodno hlajeni, dvostopenjski                            | -             | -             | -                    | 1,00                 | 1,00                 |

\* COP velja za meritve po ARI in je enakovreden EER brez upoštevanja dodatne električne moči.

(9) EER in COP veljata za posamezno enoto. Vrednosti veljajo za zračno hlajene hladilnike vode do 600 kW in vodno hlajene do 1500 kW, razen tam, kjer so navedene večje moči. V projektu je treba navesti podatek o uporabljeni vrednosti (po prEN, Eurovent ali ARI).

(10) Priporočena uporaba GH glede na velikost in vrsto pogona:

- do 350 kW: električno gnani batni, absorpcijski enostopenjski;
- od 350 do 1000 kW: električno gnani vijačni, absorpcijski dvostopenjski;
- nad 1000 kW: električno gnani centrifugalni, absorpcijski dvostopenjski.

### 5.3 CEVOVODNI IN KANALSKI RAZVOD KLIMATIZACIJSKEGA SISTEMA

(1) Pri hladilnih sistemih mora biti debelina izolacije cevodov, armatur in obešal izbrana tako, da na njihovi površini ne pride do kondenzacije vodne pare. Debelina izolacije mora biti pri premeru cevodov do DN 40 najmanj 13 mm, pri premeru cevodov od DN50 do DN200 pa najmanj 38 mm.

(2) Razvodni sistem kanalov mora biti praviloma v notranjosti toplotnega ovoja stavbe. Toplotna izolacija kanalov se mora izvesti v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike.

#### **5.4 REGULACIJA KLIMATIZACIJSKEGA SISTEMA**

Vsa hladilna telesa morajo imeti vgrajene elemente za uravnavanje temperature v prostoru s proporcionalnim območjem 1K, če je uporabna površina prostora večja od 6 m<sup>2</sup>. Vgradnja takih elementov ni obvezna, če so uporabljeni drugi načini regulacije, s katero se dosega vsaj enaka regulacija temperature zraka v prostoru.

## 6. PREZRAČEVANJE

### 11. člen

#### (prezračevanje)

(1) Energijsko učinkovitost prezračevalnega sistema se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih ventilatorjev in pripadajočih elementov, energijsko učinkovitim razvodom, najmanjšo še potrebno količino zraka, uravnoteženje sistema ter regulacijo kakovosti zraka v stavbi, njenem delu ali prostoru.

(2) Vgrajeni mehanski ali hibridni sistemi prezračevanja stavb morajo zagotoviti učinkovito vračanje toplote zraka.

### 6.1 UVOD

Ta točka smernice obravnava samo energijske vidike prezračevanja stavb. Pri projektiranju in gradnji ter vzdrževanju primerne kakovosti zraka v stavbah je treba upoštevati tudi zahteve pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb.

### 6.2 VRAČANJE TOPLOTE

(1) Vse prezračevalne in klimatizacijske naprave, namenjene za normalno obratovanje stavbe, morajo imeti vgrajene prenosnike toplote za vračanje toplote zavrženega ali odtočnega zraka pri gretju s temperaturnim izkoristkom nad 65 %. Pri nizkoenergijskih stavbah je treba predvideti sistem mehanskega prezračevanja s stopnjo vračanja toplote odpadnega zraka najmanj 0,75.

(2) Pri centralnem prezračevanju večstanovanjskih (1122, CC-SI) ali nestanovanjskih (12, CC-SI) stavb se lahko za pridobivanje odpadne toplote pozimi uporabijo reverzibilne toplotne črpalke, ki delujejo in so namenjene tudi za delno hlajenje stavbe poleti in obratno.

(3) Kadar se vlaga v stanovanjskih stavbah uravnava z naravnim prezračevanjem s pomočjo lokalnih prezračevalnih naprav na zunanjem ovoju stavbe, vgradnja naprave za vračanje toplote ni obvezna, pri uporabi prisilnega prezračevanja pa mora biti izkoristek rekuperatorja toplote nad 50 %.

### 6.3 PREZRAČEVALNI SISTEMI

(1) Odsesovalne naprave je treba dimenzionirati tako, da je specifična moč ventilatorja manjša od  $P_{od} < 1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3\text{s})$  odvedenega zraka.

(2) Prezračevalne naprave je treba dimenzionirati tako, da je specifična moč:

- dovodnega ventilatorja manjša od  $P_{do} < 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3\text{s})$  dovedenega zraka,
- odvodnega ventilatorja manjša od  $P_{od} < 1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3\text{s})$  odvedenega zraka.

(3) Vsi ventilatorji morajo biti opremljeni z najmanj tristopenjsko ali zvezno regulacijo števila vrtljajev in ustrezno povezavo z regulacijo pretoka.

(4) Pri uporabi filtrov HEPA, filtrov za pline (ogljenih ipd.) je dovoljen premosorazmeren dodatek v razliki moči zaradi večjih uporov filtrov.

(5) Filtri na klimatizacijskih napravah s pretokom nad  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  morajo biti opremljeni z merilniki padca tlaka in signalizacijo pri prekoračitvi največjega dopustnega upora na filtrih. Filtri morajo biti dimenzionirani tako, da znaša računski končni padec tlaka na filtrih v odvisnosti od razreda po standardu SIST EN 779:

- za razred G: 150 Pa,
- za razrede F5 do F7: 200 Pa in

- za razreda F8 in F9: 300 Pa.

Pri 20-odstotni prekoračitvi največjega dovoljenega upora se mora naprava samodejno ustaviti, razen kadar sta lahko ogrožena zdravje ljudi ali delovni proces.

(6) Zračna tesnost vidnih kanalov s tlačno razliko do 150 Pa, ki potekajo znotraj toplotnega ovoja stavb, mora biti najmanj razreda A ( $f = 0,027 \cdot p^{0,65}$ ). Kanali zunaj toplotnega ovoja stavbe, vsi tlačni kanali zavrženega zraka v stavbi in kanali v stavbi s tlačno razliko nad 150 Pa morajo biti razreda B ( $f = 0,009 \cdot p^{0,65}$ ). Zračna tesnost razreda C ( $f = 0,003 \cdot p^{0,65}$ ) se uporabi za sisteme s posebno povišano tlačno razliko ali kadar puščanje zraka pomeni nevarnost za zdravje ljudi.

(7) Zračna tesnost ohišja klimatizacijskih naprav mora biti razreda A po standardu SIST EN 1886, pri higiensko zahtevnih sistemih pa razreda B.

#### 6.4 NADZOR VLAGE V STAVBI

(1) V sistemih z razvlaževanjem ni dovoljeno dogrevati zraka z virom toplote iz fosilnih goriv. Odstopanje je dovoljeno, če se zrak dogreva s toploto iz kondenzatorja generatorja hlada ali z obtokom zraka. Omejitve ne velja za klimatizacijo v tehnoloških procesih.

(2) Pri klimatizacijskih napravah, priključenih na centralno gretje ali na daljinsko oskrbo s toploto, je treba uporabljati adiabatno ovlaževanje s svežo vodo. Električno parno ovlaževanje je dovoljeno le pri visokih higienskih omejitvah (bolnišnice 1264, CC-SI, čisti prostori in drugi podobni prostori).

(3) Najnižji odstotek dovoljene relativne vlage v klimatiziranih prostorih v zimskih razmerah s temperaturo zunanjega zraka pod  $-5\text{ °C}$  je 20 %.

## 7. PRIPRAVA TOPLE VODE

### 12. člen

#### (priprava tople vode)

- (1) Energijsko učinkovitost sistema za pripravo tople vode se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih hranilnikov tople vode in pripadajočih elementov, energijsko učinkovitim razvodom, uravnoteženjem in regulacijo sistema v stavbi, njenem delu ali prostoru.
- (2) Če je le mogoče, se toplo vodo zagotavlja s sprejemniki sončne energije ali drugim obnovljivim virom energije.

### 7.1 NAČINI ZAGOTAVLJANJA TOPLE VODE

(1) Priprava tople vode se izvede centralno s hranilnikom toplote. Pri nesorazmernih stroških in le občasni uporabi se lahko topla voda pripravlja tudi lokalno. V tem primeru imajo prednost grelniki vode s toplotno črpalko, hranilnikom toplote in pomožnim električnim grelnikom, kadar toplotna črpalka ne omogoča občasnega pregretja vode nad 70 °C v skladu z zahtevami standarda SIST EN 806.

(2) Lokalna priprava tople vode z električnimi grelniki ni dovoljena, razen v nestanovanjskih stavbah v katerih dela oziroma se zadržuje manj kot 10 uporabnikov ali je standardna poraba tople vode manjša od 65 litrov/dan. V teh stavbah je dovoljena uporaba lokalne priprave tople vode z električnimi grelniki do največje moči 2,0 kW.

(3) Kjer je to mogoče, je za zagotovitev potrebe po topli vodi treba v zunanjo površino stavbe ali nanjo namestiti sprejemnike sončne energije (SSE). Če bi faktorji usmerjenosti, naklona in zasenčenosti lahko predstavljali tehnološko in okoljsko omejitev za izpolnjevanje zahtev za uporabo SSE, je dovoljena popolna ali delna uporaba drugih obnovljivih virov energije. Če obnovljivi viri energije niso na voljo, je treba uporabiti najboljše možne tehnologije za proizvodnjo toplote, npr. kombinacijo z grelnim sistemom.

(4) V stavbe se smejo vgrajevati samo toplotno izolirani hranilniki v ogrevalnih sistemih ali sistemih za toplo vodo, ki ustrezajo zahtevam standarda SIST EN 15332.

### 7.2 PRIPOROČILA ZA NAMESTITEV SPREJEMNIKOV SONČNE ENERGIJE

- (1) Pri namestitvi SSE na ravnih strehah so lahko koristna naslednja priporočila:
  - a) za čim večjo učinkovitost morajo biti SSE obrnjeni proti jugu, največja dovoljeno odstopanje pa znaša  $\pm 10^\circ$ ;
  - b) pri napravah, ki se bodo uporabljale skozi vse leto, je priporočen naklon 35–40°
  - c) pri napravah, ki se bodo uporabljale predvsem poleti, je priporočen naklon 30–35°
  - d) pri napravah, ki se bodo uporabljale predvsem pozimi, je priporočen naklon 50–60°
- (2) Namestitev SSE je smotno prilagoditi tudi naslednjim merilom:
  - a) Pri sistemih, namenjenih izključno pripravi tople vode, ki se nameščajo v obstoječe stavbe, naj ocena porabljene energije temelji na izračunih za določanje potreb po topli vodi. Vsekakor je iz ekonomskih razlogov priporočljivo zagotoviti, da so sistemi takšne velikosti, da lahko zadovoljujejo približno 60 % predvidenih potreb.
  - b) pri sistemih za pripravo tople vode in ogrevanje vode v plavalnih bazenih, ki so ves čas v uporabi, ni priporočljivo preseči velikosti površine, ki zmore samo z uporabo sončne energije zagotavljati polno zadovoljevanje potreb v mesecu maju
  - d) pri sistemih za pripravo tople vode za sezonsko uporabo (od aprila do oktobra) in ogrevanje vode poleti v plavalnih bazenih, ni priporočljivo preseči velikosti površine, ki zmore samo z

uporabo sončne energije zagotavljati polno zadovoljevanje potreb v mesecu, ko je na voljo največ sončne energije

- e) sistemi za pripravo tople vode morajo biti opremljeni s termostatskim mešalnim ventilom in tako ohranjati delovne temperature pod ravnjo določeno v standardu SIST EN 806.
- f) poleg namestitve solarnih toplotnih sistemov je priporočljivo uvesti tudi ukrepe za varčevanje z energijo, kot je npr. naprave za prekrivanje površine plavalnih bazenov, kadar niso v uporabi.

### **7.3 HRANILNIK IN CEVOVODNI RAZVOD TOPLE VODE**

(1) Hranilnik toplote mora biti gret posredno in se izvede pri stavbah z uporabno površino do 500 m<sup>2</sup> kot bivalentni ali trivalentni hranilnik

(2) Razdelilno omrežje tople vode mora biti znotraj toplotnega ovoja, praviloma nameščeno v inštalacijskem jašku in izolirano v skladu z zahtevami točke 5.2.

(3) Če ima razvodno omrežje obtočno črpalko za toplo vodo, mora biti ta temperaturno krmiljena.

## 8. RAZSVETLJAVA

### 13. člen

#### (razsvetljava)

Učinkovito rabo energije za razsvetljavo se zagotavlja z naravno osvetlitvijo, če to ni mogoče, pa je treba uporabiti energijsko učinkovita svetila in pripadajoče elemente. V nestanovanjskih stavbah je poleg tega treba zagotoviti zvezno regulacijo osvetljenosti v odvisnosti od vpadle dnevne svetlobe in prisotnosti uporabnikov v prostoru ali delu stavbe.

### 8.1 UVOD

(1) Ta točka smernice obravnava samo energijske vidike razsvetljave. Upoštevati je treba tudi zahteve posebnih predpisov s področja gradnje stanovanj in stanovanjskih stavb ter predpise s področja zdravja in varstva pri delu.

(2) V prostorih, ki bi jih bilo možno neposredno osvetliti z dnevno svetlobo, mora biti primerna okenska ali strešna odprtina primaren vir osvetlitve v dnevnem času. Pri načrtovanju in vgradnji oken je treba upoštevati tudi zahteve točke 3 te tehnične smernice.

### 8.2 ENERGIJSKE LASTNOSTI SVETIL

(1) Projektirati in vgrajevati se smejo le svetilke z elektronskimi predstikali oziroma elektronskim balastom, razen kadar s posebnim predpisom ni drugače določeno. Za lokalno in občasno razsvetljavo je dovoljeno uporabljati žarnice z žarilno nitko, vendar njihova priključna moč ne sme presegati 20 % priključne moči vse razsvetljave.

(2) Povprečna moč vgrajenih svetilk na enoto uporabne površine ( $W/m^2$ ) za posamezne vrste stavb ne sme presegati vrednosti, prikazanih v tabeli 4.

(3) V nestanovanjskih stavbah (12, CC-SI) je treba v prostorih, kjer se zadržujejo uporabniki, projektirati in vgraditi sisteme za regulacijo umetne osvetlitve v odvisnosti od naravne osvetlitve in prisotnosti uporabnikov v njih.

(4) V prostorih brez stalne prisotnosti uporabnikov (npr. stopnišča, hodniki, kleti, pomožni prostori) morajo biti svetilke oziroma ustrezni deli sistema osvetlitve opremljene s senzorji prisotnosti, ki z nastavljivo zakasnitvijo ugašajo sijalke, ko v prostoru ni uporabnikov.

Tabela 4:

| Oznaka po CC-SI                         | Opis   | Gostota moči svetilk ( $W/m^2$ ) |
|---|--|----------------------------------|
| 111, 112                                | Eno in več-stanovanjske stavbe   | 8                                |
| 113, 12111, 1212, del 12201, 1241, 1274 | Stanovanjske stavbe za posebne namene, hotelske in podobne stavbe, druge gostinske stavbe za kratkotrajno nastanitev, upravne in pisarniške stavbe, postaje, terminali, poboljševalni domovi, zapori, gasilske postaje | 11                               |
| 12112                                   | Gostilne, restavracije, točilnice  | 15                               |
| 1251, del 1262, 12721                   | Industrijske stavbe, knjižnice, stavbe za opravljanje verskih obredov  | 14                               |

|   |  |    |
|---|--|----|
| del 12201, del 12203, del 1261, 1263, 1264, | sodišča, kongresne in konferenčne stavbe, kinodvorane, paviljoni in stavbe za živali in rastline v živalskih in botaničnih vrtovih, stavbe za izobraževanje in znanstveno-raziskovalno delo, stavbe za zdravstvo | 13 |
| del 12201, del 12610, del 1262, 1265,       | Pošte, dvorane za družabne prireditve, igralnice, plesne dvorane, diskoteke glasbeni paviljoni, muzeji, galerije, športne dvorane,   | 12 |
| del 12301                                   | Samostojne prodajalne in butiki, lekarne prodajalne očal, prodajne galerije  | 16 |
| del 12301, 12302                            | Nakupovalni centri, trgovski centri, veleblagovnice, pokrite tržnice, sejemske dvorane, razstavišča  | 9  |
| 1242  | Garažne stavbe   | 3  |
| del 1261                                    | Gledališča, koncertne dvorane, operne hiše   | 17 |

\* V tabeli so navedene povprečne vrednosti, ki omogočajo lokalno bistveno višjo ali bistveno nižjo moč svetilk in s tem prilagajanje realnim potrebam in razmeram v stavbi oziroma prostorih v njej.



## 9. METODOLOGIJA ZA IZRAČUN ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

### 9.1 UVOD

Metodologija za izračun energijskih lastnosti stavbe podaja način izračuna:

- a) letne potrebne toplote za ogrevanja stavbe in letnega potrebnega hlada za hlajenje stavbe in
- b) dovedene energije za delovanje stavbe za naslednje sisteme v stavbi:
  - za ogrevanje na tekoča in plinasta goriva ter biomaso,
  - toplotne črpalke,
  - toplotno podpostajo daljinskega ogrevanja, kjer je nosilec toplote v sekundarnem sistemu voda,
  - za pripravo tople vode na tekoča in plinasta goriva, električno energijo, biomaso ali s sprejemniki sončne energije,
  - za hlajenje,
  - za prezračevanje,
  - za razsvetljavo.

### 9.2 IZRAČUN LETNE POTREBNE TOPLOTE ZA OGREVANJE STAVBE IN LETNEGA POTREBNEGA HLADU ZA HLAJENJE STAVBE

#### 9.2.1 Računska metoda

(1) Letno potrebno toploto za ogrevanje stavbe  $Q_{NH}$  in letni potrebni hlad za hlajenje stavbe  $Q_{NC}$  določimo skladno s standardom SIST EN ISO 13790 in z nacionalno določenimi posebnostmi, določenimi v tej tehnični smernici.

(2) Pri izračunu letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe in letnega potrebnega hlada za hlajenje se uporablja mesečna računsko metoda

(3) Uporabiti je treba iterativni postopek, pri katerem upoštevamo vrnjeno energijo sistemov. Izvede se najmanj ena iteracija. Iteracijski postopek se zaključi, ko se rezultati posameznega iteracijskega koraka med seboj razlikujejo za manj kot 10%.

#### 9.2.2 standardni pogoji rabe stavbe

(1) Letno potrebno toploto za ogrevanje stavbe  $Q_{NH}$  in letni potrebni hlad za hlajenje stavbe  $Q_{NC}$ , ki sta podlaga za ugotavljanje skladnosti stavbe z zahtevami pravilnika, izračunamo pri standardnih pogojih rabe stavbe.

(2) Pri stanovanjskih stavbah se za določitev letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe upošteva notranja projektna temperatura  $20^{\circ}\text{C}$  in za določitev letnega potrebnega hlada za hlajenje notranja projektna temperatura v času hlajenja  $26^{\circ}\text{C}$ . Pri standardnih pogojih rabe stanovanjske stavbe prekinjeno ogrevanje in hlajenje ni predvideno.

### 9.2.3 Toplotne cone

- (1) Toplotne cone se določi po standardu SIST EN ISO 13790.
- (2) Posamezna cona obsega prostore oziroma delež tlorisa stavbe. Če cona obsega 80 % ali več celotne stavbe, se upošteva celotna stavba kot enotna cona. Kadar prostornina neogrevanih in manj ogrevanih prostorov (npr.: stopnišča, hodniki, avle) ne presega 20% ogrevane prostornine stavbe  $V_e$ , se lahko, ne glede na določila standarda SIST EN ISO 13790 o določitvi toplotnih con, privzame ena toplotna cona, ki vključuje omenjene manj ogrevane in neogrevane prostore.
- (3) Kadar je treba v stavbi upoštevati več toplotnih con, se na stiku toplotnih con upoštevajo adiabatne razmere.
- (4) Kadar je za izračun potrebne energije za delovanje stavbe potrebna delitev stavbe na cone, se potrebna energija za delovanje stavbe določi kot vsota potrebnih energij vseh con v stavbi.

### 9.2.4 Karakteristične površine in prostornine stavbe

- (1) Zunanja površina stavbe  $A$  ( $m^2$ ), ki omejuje bruto ogrevano prostornino stavbe  $V_e$ , in skozi katero prehaja toplota v okolico, se določi z upoštevanjem zahteve standarda OSIST EN ISO 13790 za stavbe z eno toplotno cono, ki zajema najmanj vse ogrevane prostore. Pri določanju površine je treba upoštevati standard SIST EN ISO 13789, dodatek B, zunanji sistem določanja mer.
- (2) Uporabna površina stavbe  $A_u$  ( $m^2$ ), ki predstavlja notranjo tlorisno površino ogrevanih prostorov po projektu, se določi po standardu SIST ISO 9836. Za stanovanjske stavbe se lahko uporablja poenostavljeni izraz:

$$A_u = 0,32 V_e$$

- (2) Neto ogrevana prostornina stavbe  $V$  ( $m^3$ ), potrebna za izračun toplotnih izgub zaradi prezračevanja, oziroma potrebne stopnje pretoka zraka  $\dot{V}$ , po standardu SIST EN ISO 13790 (poglavje 9), se določi z upoštevanjem zahteve standardov SIST EN ISO 13790 in SIST EN ISO 9836, točka 5.2.5, oziroma po poenostavljenem izrazu:

$$V = 0,8 V_e$$

### 9.2.5 Toplotne izgube in pritoki skozi okna

- (1) Če faktor okvirja ni natančno poznan, se privzame vrednost 0,7.
- (2) Pri izračunu toplotnih izgub in pritokov skozi okna ne upoštevamo vpliva umazanosti šip in vpliva zaves, ki so del stanovanjske opreme.
- (3) Vpliv nočne toplotne zaščite na oknih je dovoljeno upoštevati, kadar je predvideno avtomatsko vodenje elementov za nočno toplotno zaščito.

### 9.2.6 Notranji toplotni viri

- (1) Prispevek notranjih toplotnih virov pri potrebni toploti za ogrevanje stavbe po poenostavljeni metodi znaša na enoto neto uporabne površine stavbe:

|                    |   |
|--------------------|---|
| 4 W/m <sup>2</sup> | stanovanjske stavbe, šole in njim podobne stavbe,   |
| 6 W/m <sup>2</sup> | nestanovanjske stavbe, kot so gostinske, upravne in pisarniške, trgovske in njim podobne stavbe z večjim številom naprav. |

(2) Prispevek notranjih virov zajema notranje toplotne vire zaradi ljudi, naprav, procesov, materialnih tokov in razsvetljave v stavbi.

(3) Prispevek notranjih toplotnih virov je lahko pri nestanovanjskih stavbah tudi drugačen, če projektant zagotovi natančnejše podatke, na podlagi projektne naloge ali standarda SIST EN ISO 13790.

### 9.2.7 Toplotna kapaciteta stavbe

(1) Sodelujoča toplotna kapaciteta stavbe, za izračun izkoristka toplotnih dobitkov v stavbi, se lahko določi po naslednjem postopku:

- a) standardu SIST EN ISO 13790 ali
- b) po poenostavljenem izrazu, kjer je
 

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| $C = 15 \cdot V_e$ (Wh/K) | za lahke stavbe, |
| $C = 50 \cdot V_e$ (Wh/K) | za težke stavbe. |

(2) Med lahke stavbe uvrščamo lesene stavbe, montažne stavbe brez bistvenih masivnih elementov v notranjosti, masivne stavbe z visečimi stropovi in pretežno lahkimi predelnimi stenami.

(3) Med težke stavbe uvrščamo stavbe z masivnimi zunanjimi in notranjimi gradbenimi elementi, stavbe z velikim delom zunanjih in notranjih masivnih gradbenih elementov, s plavajočim estrihom in brez visečega stropa.

### 9.2.8 Prezračevanje

Za izračun potrebne toplote za ogrevanje stavbe se upošteva urna izmenjava notranjega zraka z zunanjim, računana na neto ogrevano prostornino stavbe, ki znaša za stanovanjske stavbe najmanj  $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$  oziroma se določi v skladu s tehničnim predpisom, ki ureja prezračevanje in klimatizacijo stavb.

## 9.3 LETNA DOVEDENA ENERGIJA ZA DELOVANJE STAVBE

### 9.3.1 Simboli, enote in indeksi

| Oznaka    | Opis                    | Enota                |
|-----------|-------------------------|----------------------|
| <i>A</i>  | površina                | m <sup>2</sup>       |
| <i>B</i>  | širina                  | m                    |
| <i>b</i>  | faktor                  | -                    |
| <i>C</i>  | konstanta               | -                    |
| <i>d</i>  | čas                     | d/a, d/M             |
| <i>e</i>  | faktor (električni)     | -                    |
| <i>f</i>  | faktor                  | -                    |
| <i>h</i>  | višina                  | m                    |
| <i>L</i>  | dolžina                 | m                    |
| <i>n</i>  | eksponent               | -                    |
| <i>P</i>  | moč                     | W, kW                |
| <i>p</i>  | tlak                    | Pa, kPa              |
| <i>q</i>  | specifična toplotna moč | W/m                  |
| <i>Q</i>  | toplota                 | kWh                  |
| <i>Q̇</i> | toplotna moč            | W, kW                |
| <i>t</i>  | čas, časovna perioda    | h/d, h/M, h/a        |
| <i>U</i>  | toplotna prehodnost     | W/(m <sup>2</sup> K) |

|           |                 |             |
|-----------|-----------------|-------------|
| $V$       | volumen         | $m^3$       |
| $\dot{V}$ | Volumski pretok | $m^3/h$     |
| $\beta$   | obremenitev     | -           |
| $\Delta$  | razlika         | -           |
| $\eta$    | izkoristek      | .           |
| $\theta$  | temperatura     | $^{\circ}C$ |

| Indeks        | pomen                      |
|---------------|----------------------------|
| 0             | obratovalna pripravljenost |
| 100%          | nazivni                    |
| <i>a</i>      | leto                       |
| <i>A</i>      | priključni vod             |
| <i>aux</i>    | pomožni                    |
| <i>col</i>    | skupni                     |
| <i>cor</i>    | korigiran                  |
| <i>d</i>      | razdelilni                 |
| <i>design</i> | projektni                  |
| <i>e</i>      | zunanj, električni         |
| <i>em</i>     | ogrevalo                   |
| <i>env</i>    | ovoj                       |
| <i>f</i>      | končna energija            |
| <i>g</i>      | generator toplote          |
| <i>G</i>      | nadstropje                 |
| <i>h</i>      | ogrevanje                  |
| <i>h</i>      | ure, ogrevanje             |
| <i>H</i>      | ogrevan                    |
| <i>hydr</i>   | hidravlični                |
| <i>i</i>      | notranji, števec           |
| <i>in</i>     | doveden                    |
| <i>ind</i>    | posamezni                  |
| <i>int</i>    | vmesni, prekinjen          |
| <i>j</i>      | števec                     |
| <i>l</i>      | izgube                     |
| <i>LH</i>     | grelnik zraka              |
| <i>M</i>      | mesečni                    |

|             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| <i>m</i>    | povprečni                   |
| <i>max</i>  | maksimalen                  |
| <i>min</i>  | minimalen                   |
| <i>n</i>    | nazivni                     |
| <i>N</i>    | nazivni, namestitev         |
| <i>nop</i>  | normalni obratovalni pogoji |
| <i>out</i>  | odveden                     |
| <i>P</i>    | črpalka                     |
| <i>r</i>    | izstop                      |
| <i>R</i>    | regulacija                  |
| <i>ra</i>   | izstopna temp.              |
| <i>rod</i>  | računski obratovalni dnevi  |
| <i>s</i>    | hranilnik                   |
| <i>S</i>    | dvižni vod                  |
| <i>SL</i>   | priključni vod              |
| <i>test</i> | preizkusni                  |
| <i>U</i>    | neogrevan                   |
| <i>v</i>    | vstop                       |
| <i>V</i>    | ventilator                  |
| <i>V</i>    | Horizontalni vod            |
| <i>va</i>   | vstopna temp.               |
| <i>w</i>    | topla voda                  |
| <i>Z</i>    | vertikalni                  |
| <i>zn</i>   | znižan / prekinjen          |
|             |                             |

Kadar je za izračun dovedene energije za delovanje stavbe potrebna delitev stavbe na cone, se dovedena energija za delovanje stavbe določi kot vsota dovedenih energij za delovanje vseh con v stavbi.

### 9.3.2 Dovedena energija za delovanje stavbe

$$Q_f = Q_{f,h,skupni} + Q_{f,c,skupni} + Q_{f,v} + Q_{f,st} + Q_{f,w} + Q_{f,l} + Q_{f,PV} + Q_{f,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (1)$$

$Q_{f,h,skupni}$  - dovedena energija za ogrevanje [kWh] (enačba 2)

$Q_{f,c,skupni}$  - dovedena energija za hlajenje [kWh] (enačba 3)

$Q_{f,v}$  - dovedena energija za prezračevanje [kWh] (enačba 4)

$Q_{f,st}$  - dovedena energija za ovlaževanje [kWh] (enačba 5)

$Q_{f,w}$  - dovedena energija za pripravo tople vode [kWh] (enačba 6)

$Q_{f,l}$  - dovedena energija za razsvetljavo [kWh] (enačba 20)

$Q_{f,PV}$  - dovedena energija fotonapetostnega sistema [kWh] (enačba 211)

$Q_{f,aux}$  - dovedena pomožna energija za delovanje sistemov [kWh] (enačba 21)

$$Q_{f,h,skupni} = Q_{h,f} + Q_{h^*,f} \quad [\text{kWh}] \quad (2)$$

$Q_{h,f}$  - dovedena energija za ogrevanje (vodni sistem) [kWh]

$Q_{h^*,f}$  - dovedena energija za ogrevanje - HVAC sistem [kWh]

$$Q_{h,f} = Q_{h,out,g} + Q_{h,g,l} - Q_{h,rev} \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_{h^*,f} = Q_{h^*,out,g} + Q_{h^*,g,l} - Q_{h^*,rev} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{h,out,g}$  - potrebna toplota generatorja toplote (kotla) [kWh] (enačba 7)

$Q_{h,g,l}$  - toplotne izgube ogrevalnega (vodnega) sistema [kWh] (enačba 99)

$Q_{h,rev}$  - vrnjene toplotne izgube ogrevalnega (vodnega) sistema [kWh] ( $Q_{h,rev} = Q_{rh}$  - enačba 30)

$Q_{h^*,out,g}$  - potrebna toplota generatorja toplote (HVAC sistem) [kWh] (enačba 8)

$Q_{h^*,g,l}$  - toplotne izgube ogrevalnega (HVAC) sistema [kWh] (enačba 99)

$Q_{h^*,rev}$  - vrnjene toplotne izgube ogrevalnega (HVAC) sistema [kWh] ( $Q_{h,rev} = Q_{rh}$  - enačba 30)

$$Q_{f,c,skupni} = Q_{c,f} + Q_{c^*,f} \quad [\text{kWh}] \quad (3)$$

$Q_{c,f}$  - dovedena energija za hlajenje (vodni sistem) [kWh]

$Q_{c^*,f}$  - dovedena energija za hlajenje (HVAC sistem) [kWh]

$$Q_{c,f} = Q_{c,out,g} + Q_{c,g,l} - Q_{c,rev} \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_{c^*,f} = Q_{c^*,out,g} + Q_{c^*,g,l} - Q_{c^*,rev} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{c,out,g}$  - potreben hlad generatorja hladu (vodni sistem) [kWh] (enačba 9)

$Q_{c,g,l}$  - toplotne izgube hladilnega sistema (vodni sistem) [kWh] (  $Q_{c,g,l} = 0$  )

$Q_{c,rev}$  - vrnjene toplotne izgube hladilnega sistema (vodni sistem) [kWh]

$Q_{c^*,out,g}$  - potreben hlad generatorja hladu (HVAC sistem) [kWh] (enačba 10)

$Q_{c^*,g,l}$  - toplotne izgube hladilnega sistema (HVAC sistem) [kWh] (  $Q_{c^*,g,l} = 0$  )

$Q_{c^*,rev}$  - vrnjene toplotne izgube hladilnega sistema (HVAC) [kWh] (  $Q_{c^*,g,l} = 0$  )

$$Q_{f,v} = Q_{v,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (4)$$

$Q_{v,aux}$  - potrebna energija za prezračevanje [kWh]

$$Q_{f,st} = Q_{st^*,f} \quad [\text{kWh}] \quad (5)$$

$Q_{st^*,f}$  - potrebna energija generatorja vlage [kWh]

$$Q_{f,w} = Q_{w,f} \quad [\text{kWh}] \quad (6)$$

$Q_{w,f}$  - dovedena energija za pripravo tople vode [kWh]

$$Q_{w,f} = Q_{w,out,g} + Q_{w,g,l} - Q_{w,reg} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota generatorja za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

$Q_{w,g,l}$  - toplotne izgube sistema tople vode [kWh] (enačba 131)

$Q_{w,reg}$  - vrnjene toplotne izgube sistema tople vode [kWh] (enačba 164)

$$Q_{h,out,g} = Q_{NH} + Q_{h,em,l} + Q_{h,d,l} + Q_{h,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (7)$$

$Q_{NH}$  - potrebna standardna toplota za ogrevanje [kWh]

$Q_{h,em,l}$  - toplotne izgube končnega prenosnika [kWh] (enačba 52)

$Q_{h,d,l}$  - toplotne izgube razvodnega sistema [kWh] (enačba 75)

$Q_{h,s,l}$  - toplote izgube akumulatorja [kWh] (enačba 109)

$$Q_{h^*,out,g} = Q_{NH} + Q_{h^*,em,l} + Q_{h^*,d,l} + Q_{h^*,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (8)$$

$Q_{NH}$  - potrebna standardna toplota za ogrevanje [kWh]

$Q_{h^*,em,l}$  - toplotne izgube končnega prenosnika HVAC sistema (grelni register) [kWh]

( $Q_{h^*,em,l} = 0$ )

$Q_{h^*,d,l}$  - toplotne izgube vodnega dela HVAC sistema [kWh]

$Q_{h^*,s,l}$  - toplote izgube akumulatorja HVAC sistema [kWh]

$$Q_{c,out,g} = Q_{NC} + Q_{c,em,l} + Q_{c,d,l} + Q_{c,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (9)$$

$Q_{NC}$  - potrebna standardna toplota za hlajenje [kWh]

$Q_{c,em,l}$  - izgube hladu končnega prenosnika [kWh] (enačba 318)

$Q_{c,d,l}$  - izgube hladu razvodnega sistema vodnega hlajenja [kWh] (enačba 317)

$Q_{c,s,l}$  - izgube hladu akumulatorja [kWh] (enačba 316)

$$Q_{c^*,out,g} = Q_{NC} + Q_{c^*,em,l} + Q_{c^*,d,l} + Q_{c^*,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (10)$$

$Q_{NC}$  - potrebna standardna toplota za hlajenje [kWh]

$Q_{c^*,em,l}$  - izgube hladu končnega prenosnika HVAC sistema (hladilni register) [kWh]

( $Q_{c^*,em,l} = 0$ )

$Q_{c^*,d,l}$  - izgube hladu vodnega dela HVAC sistema [kWh] (enačba 317)

$Q_{c^*,s,l}$  - izgube hladu akumulatorja [kWh] (enačba 316)

$$Q_{st^*,f} = Q_{st^*} \cdot f_{st^*,f} \quad [\text{kWh}] \quad (11)$$

$Q_{st^*}$  - potrebna energija generatorja vlage [kWh] (enačba 396)

$f_{st^*,f}$  - faktor učinkovitosti generatorja [-] (Tabela 63)

$$Q_{w,out,g} = Q_w + Q_{w,d,l} + Q_{w,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (12)$$

$Q_w$  - potrebna standardna toplota za toplo vodo [kWh] (enačba 116)

$Q_{w,d,l}$  - toplotne izgube razvodnega sistema [kWh] (enačba 119)

$Q_{w,s,l}$  - toplotne izgube hranilnika [kWh] (enačba 122 ali 125 ali 128)

## Dovedena energija za ogrevanje

$$Q_{f,h} = Q_{h,f} + Q_{h,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (13)$$

$$Q_{f,h^*} = Q_{h^*,f} + Q_{h^*,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (14)$$

$Q_{h,f}$ ,  $Q_{h^*,f}$  - dovedena energija v generator toplote [kWh] (enačba 28)

$Q_{h,aux}$ ,  $Q_{h^*,aux}$  - pomožna energija ogrevalnega sistema [kWh] (enačba 22 in 25)

## Dovedena energija za hlajenje

$$Q_{f,c} = Q_{c,f} + Q_{c,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (15)$$

$$Q_{f,c^*} = Q_{c^*,f} + Q_{c^*,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (16)$$

$Q_{c,f}$ ,  $Q_{c^*,f}$  - dovedena energija v generator hladu [kWh] (enačba 32)

$Q_{c,aux}$ ,  $Q_{c^*,aux}$  - pomožna energija hladilnega sistema [kWh] (enačba 23 in 26)

## Dovedena energija za prezračevanje

$$Q_{f,v} = Q_{v,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (17)$$

$Q_{v,aux}$  - potrebna dodatna energija za prezračevanje [kWh] (enačba 24)

## Potrebna energija za ovlaževanje

$$Q_{f,st} = Q_{st^*,f} + Q_{st,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (18)$$

$Q_{st^*,f}$  - potrebna energija generatorja vlage [kWh] (enačba 397)

$Q_{st,aux}$  - dodatna energija generatorja vlage [kWh] (enačba 398)

## Potrebna energija za pripravo tople vode

$$Q_{f,w} = Q_{w,f} + Q_{w,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (19)$$

$Q_{w,f}$  - potrebna energija za pripravo tople vode [kWh] (enačba 34)

$Q_{w,aux}$  - dodatna energija sistema za pripravo tople vode [kWh] (enačba 139)



## Potrebna energija za razsvetljavo

$$Q_{f,l} = Q_{l,f} + Q_{l,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (20)$$

$Q_{f,l} = W_{light}$  - po standardu oSIST prEN 15193-1 [kWh]

$Q_{l,f}$  - potrebna energija za razsvetljavo, ki je enaka deležu  $W_{light}$  zaradi svetil, po standardu oSIST prEN 15193-1 [kWh]

$Q_{l,aux}$  - dodatna energija sistema za razsvetljavo, ki je enaka deležu  $W_{light}$  zaradi parazitske razsvetljave, po standardu oSIST prEN 15193-1 [kWh]

(2) Za stanovanjske stavbe se letna dovedena energija za razsvetljavo določi tako, da skupno vgrajeno moč fiksnih svetil pomnožimo s 1500 obratovalnimi urami letno, pri čemer lahko uporabimo naslednje privzete vrednosti oziroma sorazmerne vrednosti:

- za pretežno uporabo svetil na žarilno nitko  $10 \text{ W/m}^2$
- za pretežno uporabo sijalk  $2 \text{ W/m}^2$

(3) Upošteva se, da je potrebna dodatna energija sistema za razsvetljavo  $Q_{l,aux}$  [kWh] v stanovanjskih stavbah enaka nič.

Potrebna dodatna energija:

$$Q_{f,aux} = Q_{h,aux} + Q_{c,aux} + Q_{V,aux} + Q_{h^*,aux} + Q_{c^*,aux} + Q_{st^*,aux} + Q_{w,aux} + Q_{l,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (21)$$

$Q_{h,aux}$  - potrebna dodatna energija sistema za ogrevanje [kWh] (enačba 22)

$Q_{c,aux}$  - potrebna dodatna energija sistema za hlajenje [kWh] (enačba 23)

$Q_{V,aux}$  - potrebna dodatna energija sistema za prezračevanje [kWh] (enačba 24)

$Q_{h^*,aux}$  - potrebna dodatna energija HVAC sistema za ogrevanje [kWh] (enačba 25)

$Q_{c^*,aux}$  - potrebna dodatna energija HVAC sistema za hlajenje [kWh] (enačba 26)

$Q_{st^*,aux}$  - potrebna dodatna energija sistema za ovlaževanje [kWh] (enačba 27)

$Q_{w,aux}$  - potrebna dodatna energija sistema za pripravo in distribucijo tople vode [kWh] (enačba 139)

$Q_{l,aux}$  - potrebna dodatna energija sistema za razsvetljavo [kWh]

$$Q_{h,aux} = \sum_i W_{h,g,aux,i} + W_{h,d,aux} + W_{h,s,aux} + W_{h,em,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (22)$$

$\sum_i W_{h,g,aux,i}$  - potrebna dodatna energija generatorja toplote za ogrevanje [kWh]

$$\sum_i W_{h,g,aux,i} = W_{h,g,aux} + W_{p,sol} + W_{TC,aux} + W_{h,DO,aux} \quad [\text{kWh}]$$

$W_{h,g,aux}$  - potrebna dodatna energija kotla za ogrevanje [kWh] (enačba 102)

$W_{p,sol}$  - potrebna dodatna energija solarnega sistema za ogrevanje [kWh] (enačba 175 ali 201)

$W_{T\check{C},aux}$  - potrebna dodatna energija toplotne črpalke za ogrevanje [kWh] (enačba 271)

$W_{h,DO,aux}$  - potrebna dodatna energija toplotne podpostaje [kWh]

( $W_{h,DO,aux} = 0$ )

$W_{h,d,aux}$  - potrebna dodatna energija razdelilnega sistema [kWh] (enačba 61)

$W_{h,s,aux}$  - potrebna dodatna energija akumulatorja toplote [kWh] (enačba 112)

$W_{h,em,aux}$  - potrebna dodatna energija končnih prenosnikov toplote – ogreval [kWh]  
(enačba 54, 57 ali 58)

$$Q_{c,aux} = W_{c,primarni} + W_{c,f,R,e} + W_{c,d,aux} + W_{c,em,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (23)$$

$W_{c,primarni}$  - potrebna dodatna energija za primarni krogotok [kWh] (enačba 322a)

$W_{c,f,R,e}$  - potrebna dodatna energija za hlajenje kondenzatorja [kWh] (enačba 333)

$W_{c,d,aux}$  - potrebna dodatna energija za hidravlični krogotok [kWh] (enačba 322b)

$W_{c,em,aux}$  - potrebna dodatna energija za končne prenosnike [kWh] (enačba 321)

$$Q_{V,aux} = W_V \quad [\text{kWh}] \quad (24)$$

$W_V$  - potrebna energija za delovanje ventilatorjev [kWh] (enačba 343 ali 345)

$$Q_{h^*,aux} = \sum_i W_{h^*,g,aux,i} + W_{h^*,d,aux} + W_{h^*,s,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (25)$$

$\sum_i W_{h^*,g,aux,i}$  - potrebna dodatna energija generatorja toplote za HVAC grelni register [kWh]

$$\sum_i W_{h^*,g,aux,i} = W_{h^*,g,aux} + W_{p,sol} + W_{T\check{C},aux} + W_{h^*,DO,aux} \quad [\text{kWh}]$$

$W_{h^*,g,aux}$  - potrebna dodatna energija kotla za ogrevanje [kWh] (enačba 102)

$W_{p,sol}$  - potrebna dodatna energija solarnega sistema za ogrevanje [kWh]  
(enačba 175 ali 201)

$W_{T\check{C},aux}$  - potrebna dodatna energija toplotne črpalke za ogrevanje [kWh] (enačba 271)

$W_{h^*,DO,aux}$  - potrebna dodatna energija toplotne podpostaje [kWh]

( $W_{h^*,DO,aux} = 0$ )

$W_{h^*,d,aux}$  - potrebna dodatna energija razdelilnega sistema [kWh] (enačba 61)

$W_{h^*,s,aux}$  - potrebna dodatna energija akumulatorja toplote [kWh] (enačba 112)

$$Q_{c^*,aux} = W_{c^*,primarni} + W_{c^*,f,R,e} + W_{c^*,d,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (26)$$

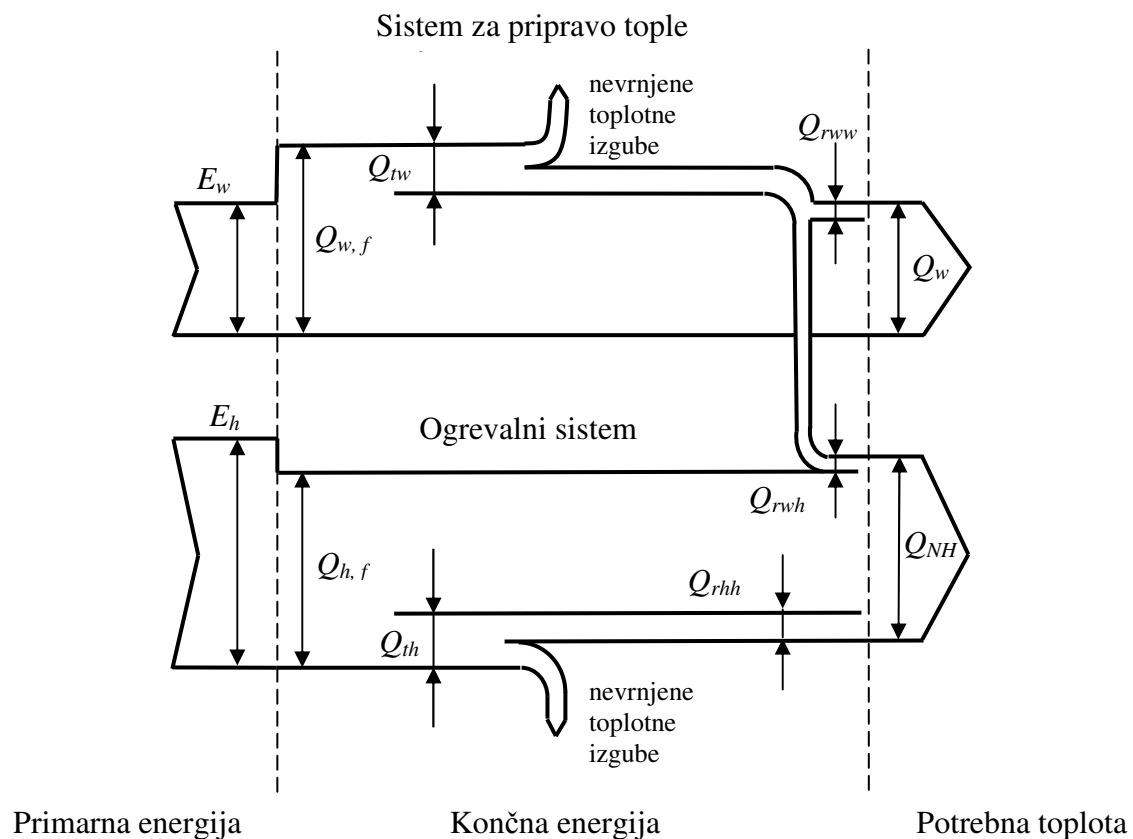
$W_{c^*,primarni}$  - potrebna dodatna energija za primarni krogotok [kWh] (enačba 322a)

$W_{c^*,f,R,e}$  - potrebna dodatna energija za hlajenje kondenzatorja [kWh] (enačba 333)

$W_{c^*,d,aux}$  - potrebna dodatna energija za hidravlični krogotok [kWh] (enačba 322b)

$$Q_{st^*,aux} = W_{st,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (27)$$

$W_{st,aux}$  - potrebna dodatna energija sistema za ovlaževanje [kWh] (enačba 398)



Slika 1: Potek računanja energijskih tokov

### 9.3.3 Letna dovedena energija za ogrevanje

$$Q_{h,f} = (Q_{NH} - Q_{rhh} - Q_{rwh}) + Q_{th} \quad [\text{kWh}] \quad (28)$$

$Q_{h,f}$  – končna energija za ogrevanje [kWh]

$Q_{NH}$  – potrebna toplota za ogrevanje, določena skladno s SIST EN ISO 13790 [kWh]

$Q_{rhh}$  – vrnjena toplotna energija ogrevalnega sistema (toplotna in električna) [kWh] (enačba 30)

$Q_{rwh}$  – vrnjena toplotna energija sistema za toplo vodo (toplotna in električna) glede na

potrebno toploto za ogrevanje [kWh] (enačba 31)  
 $Q_{th}$  – skupne toplotne izgube ogrevalnega sistema. Skupne toplotne izgube vključujejo tudi vrnjene toplotne izgube [kWh] (enačba 29)

$$Q_{th} = (Q_{h,em,l} + Q_{h,d,l} + Q_{h,s,l} + Q_{h,g,l}) + (Q_{h^*,d,l} + Q_{h^*,s,l} + Q_{h^*,g,l}) \quad [\text{kWh}] \quad (29)$$

$Q_{h,em,l}$  - toplotne izgube zaradi neidealnega sistema oddaje toplote ogreval [kWh] (enačba 52)

$Q_{h,d,l}$  - toplotne izgube razvodnega sistema [kWh] (enačba 75)

$Q_{h,s,l}$  - toplotne izgube akumulatorja [kWh] (enačba 109)

$Q_{h,g,l}$  - toplotne izgube generatorja toplote za ogrevanje med delovanjem, v stanju obratovalne pripravljenosti in zaradi neidealne regulacije [kWh] (enačba 99)

$Q_{h^*,d,l}$  - toplotne izgube razdelilnega sistema HVAC [kWh] (enačba 75)

$Q_{h^*,s,l}$  - toplotne izgube akumulatorja toplote za HVAC sistem [kWh] (enačba 109)

$Q_{h^*,g,l}$  - toplotne izgube generatorja toplote [kWh] (enačba 99)

$$Q_{rhh} = Q_{rhh,em} + Q_{rhh,d} + Q_{rhh,s} + Q_{rhh,g} \quad [\text{kWh}] \quad (30)$$

$Q_{rhh,em}$  – vrnjena toplota potrebne dodatne energije ogreval [kWh] (enačba 59)

$Q_{rhh,d}$  - vrnjena toplota razvodnega sistema za ogrevanje [kWh] (enačba 81)

$Q_{rhh,s}$  - vrnjena toplota hranilnika za ogrevanje [kWh] (enačba 111)

$Q_{rhh,g}$  – vrnjena toplota generatorja toplote za ogrevanje [kWh] (enačba 107)

$$Q_{rwh} = Q_{rwh,d} + Q_{rwh,s} + Q_{rwh,g} \quad [\text{kWh}] \quad (31)$$

$Q_{rwh,d}$  - vrnjena toplota razvodnega sistema za toplo vodo [kWh] (enačba 161)

$Q_{rwh,s}$  - vrnjena toplota hranilnika za toplo vodo [kWh] (enačba 162)

$Q_{rwh,g}$  – vrnjena toplota generatorja toplote za toplo vodo [kWh] (enačba 163)

#### 9.3.4 Letna dovedena energija za hlajenje

$$Q_{c,f} = (Q_{NC} + Q_{rwh}) + Q_{tc} \quad (32)$$

$Q_{c,f}$  - končna energija za hlajenje [kWh]

$Q_{NC}$  - potreben hlad za hlajenje, določen skladno s OSOST EN 13790 [kWh]

$Q_{rwh}$  - vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo [kWh] (enačba 31)

$Q_{tc}$  - toplotne izgube hladilnega sistema [kWh]

$$Q_{tc} = (Q_{c,em,l} + Q_{c,d,l} + Q_{c,s,l} + Q_{c,g,l}) + (Q_{c^*,d,l} + Q_{c^*,s,l} + Q_{c^*,g,l}) \quad [\text{kWh}] \quad (33)$$

$Q_{c,em,l}$  - toplotne izgube zaradi neidealnega hlajenja končnega prenosnika [kWh] (enačba 318)

$Q_{c,d,l}$  - toplotne izgube razvodnega sistema [kWh] (enačba 317)

$Q_{c,s,l}$  - toplotne izgube akumulatorja [kWh] (enačba 316)

$Q_{c,g,l}$  - toplotne izgube generatorja hladu [kWh] (  $Q_{c,g,l} = 0$  )

$Q_{c^*,d,l}$  - toplotne izgube vodnega dela HVAC sistema za hlajenje [kWh] (enačba 317)

$Q_{c^*,s,l}$  - toplotne izgube akumulatorja hladu [kWh] (enačba 316)

$Q_{c^*,g,l}$  - toplotne izgube generatorja hladu [kWh] (  $Q_{c^*,g,l} = 0$  )

### 9.3.5 Letna dovedena energija za pripravo tople vode

$$Q_{w,f} = Q_w - Q_{rww} + Q_{tw} \quad [\text{kWh}] \quad (34)$$

$Q_{w,f}$  - končna energija za pripravo tople vode [kWh]

$Q_w$  - potrebna toplota za toplo vodo [kWh] (enačba 116 ali 117 )

$Q_{rww}$  - vrnjena toplotna energija sistema za toplo vodo (toplotna in električna) glede na toplo vodo (del pomožne energije prenesene neposredno na toplo vodo) [kWh] (enačba 36)

$Q_{tw}$  - skupne toplotne izgube sistema za toplo vodo. Skupne toplotne izgube vključujejo tudi vrnjene toplotne izgube [kWh] (enačba 35)

$$Q_{tw} = Q_{w,d,l} + Q_{w,s,l} + Q_{w,g,l} \quad [\text{kWh}] \quad (35)$$

$Q_{w,d,l}$  - toplotne izgube zaradi razvodnega sistema za toplo vodo [kWh] (enačba 119)

$Q_{w,s,l}$  - toplotne izgube hranilnika za toplo vodo [kWh] (enačba 122 ali 125 ali 128)

$Q_{w,g,l}$  - toplotne izgube generatorja toplote za toplo vodo med delovanjem, v stanju obratovalne pripravljenosti in zaradi neidealne regulacije [kWh] (enačba 131 ali 136)

$$Q_{rww} = Q_{rww,d} + Q_{rww,s} + Q_{rww,g} \quad [\text{kWh}] \quad (36)$$

$Q_{rww,d}$  - vrnjena toplota razvodnega sistema za toplo vodo na toplo vodo [kWh] (enačba 149)

$Q_{rww,s}$  - vrnjena toplota hranilnika za toplo vodo na toplo vodo [kWh] (enačba 155)

$Q_{rww,g}$  - vrnjena toplota generatorja toplote za toplo vodo na toplo vodo [kWh] (enačba 160)

## 9.4 IZHODIŠČNI PARAMETRI

V tej točki so podane lastnosti ogrevalnega sistema, ki jih pogojuje stavba, ter nekateri robni pogoji, potrebni za izračun.

### 9.4.1 Povprečna temperatura in nadtemperatura ogrevnega medija

$$\Delta\theta_a = \frac{\theta_{va} + \theta_{ra}}{2} - \theta_i \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (37)$$

$\Delta\theta_a$  - nadtemperatura ogrevala [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_{va}$  - standardna temperatura ogrevnega medija – vstop [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_{ra}$  - standardna temperatura ogrevnega medija – izstop [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_i$  - standardna temperatura prostora (= notranja temperatura) [ $^{\circ}\text{C}$ ]

### 9.4.2 Standardni temperaturni režim ogrevalnega sistema

Tabela 1: Standardni temperaturni režim ogrevalnega sistema

| Vrsta ogreval           | $\theta_{va}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ] | $\theta_{ra}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ] |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Radiatorji, konvektorji | 90                                   | 70                                   |
|                         | 70                                   | 55                                   |
|                         | 55                                   | 45                                   |
|                         | 40                                   | 30                                   |
| Ploskovna ogrevala      | 40                                   | 30                                   |
|                         | 35                                   | 28                                   |

Temperaturna razlika ogrevnega medija  $\Delta\theta_{HK}$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]:

$$\Delta\theta_{HK} = \theta_{va} - \theta_{ra} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (38)$$

### 9.4.3 Povprečna temperatura ogrevnega medija pri spremenljivi temperaturi

$$\theta_m(\beta_i) = \Delta\theta_a \cdot \beta_i^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (39)$$

$$\theta_v(\beta_i) = (\theta_{va} - \theta_i) \cdot \beta_i^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (40)$$

$$\theta_r(\beta_i) = (\theta_{ra} - \theta_i) \cdot \beta_i^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (41)$$

$\theta_m$  - povprečna temperatura ogrevnega medija pri delni obremenitvi  $\beta_i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_v$  - temperatura ogrevnega medija – vstop – pri delni obremenitvi [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_r$  - temperatura ogrevnega medija – izstop – pri delni obremenitvi [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\beta_i$  – povprečna obremenitev  $i$ -tega podsistema

$n$  – eksponent ogrevala: radiator:  $n = 1,33$

ploskovna ogrevala:  $n = 1,1$

#### 9.4.4 Izračun povprečnih obremenitev podsistemov

$$\beta_i = \frac{Q_{in,i}}{\dot{Q}_N \cdot t_h} \quad [-] \quad (42)$$

$\beta_i$  - delna obremenitev  $i$  - tega podsistema [-]

$Q_{in,i}$  – potrebna energija, dovedena v  $i$  - ti podsistem [kWh]

$\dot{Q}_N$  – standardna potrebna toplotna moč za ogrevanje (cone) skladno s SIST EN 12831 ali z drugimi enakovrednimi, v stroki priznanimi računskimi metodami [kW]

$t_h$  – mesečne obratovalne ure – mesečni čas ogrevanja [h]

##### 9.4.4.1 Ogrevanje

$$t_{h,M} = d_{noh} \cdot t_{h,d} \quad [h]$$

$d_{nop}$  – mesečno število dni z normalnim ogrevanjem [d]

$t_{h,d}$  – dnevno število ur z normalnim ogrevanjem [h]

$$t_h = t_{h,M} \cdot \frac{\beta_h}{0,05} \quad \text{za } \beta_h \leq 0,05 \quad [h] \quad (43a)$$

$$t_h = t_{h,M} \quad \text{za } \beta_h > 0,05 \quad [h] \quad (43b)$$

$\beta_h$  - delna obremenitev [-]

$$\beta_h = \frac{Q_{NH}}{\dot{Q}_N \cdot t_{h,M}} \quad [-]$$

ali

$$\beta_{h,nop} = \frac{Q_{NH}}{\dot{Q}_{h,max,res} \cdot t_{h,M}} \quad [-]$$

$\dot{Q}_{h,max,res}$  - potrebna toplotna moč za ogrevanje [kW] (enačba 309)

##### 9.4.4.2 Hlajenje

$$t_{c,M} = d_{noc} \cdot t_{c,d} \quad [h]$$

$d_{noc}$  – mesečno število dni z normalnim hlajenjem [d]

$t_{c,d}$  – dnevno število ur z normalnim hlajenjem [h]

$$t_c = t_{c,M} \cdot \frac{\beta_c}{0,15} \text{ [h]} \quad \text{za } \beta_c \leq 0,15 \quad (44a)$$

$$t_c = t_{c,M} \text{ [h]} \quad \text{za } \beta_c > 0,15 \quad (44b)$$

$$\beta_c = \frac{Q_{NC}}{Q_{c,max,res} \cdot t_{c,M}} \quad [-] \quad (45)$$

$Q_{NC}$  - potrebna toplotna energija za hlajenje [kWh] (OSIST EN 13790)

$Q_{c,max,res}$  - potrebna toplotna moč za ogrevanje [kW] (enačba 313)

- Mesečni računski obratovalni dnevi

$$d_{h,rod} = d_M \cdot \frac{365 - f_{zn} \cdot (365 - d_a)}{365} \cdot \frac{t}{d_M \cdot 24} \quad [\text{d}] \quad (46)$$

$d_{h,rod}$  – mesečni računski obratovalni dnevi [d]

$d_M$  – število dni v mesecu [d]

$f_{zn}$  – faktor znižanja temperature ogrevanja ob koncu tedna [-] (enačba 47)

$d_a$  – število dni koriščenja cone v letu (čas trajanja ogrevanja) [d]

$t$  – mesečni čas delovanja (ogrevanja  $t_h$  ali hlajenja  $t_c$ ) [h] (enačba 43a ali 43b ali 44a ali 44b)

Faktor znižanja temperature – konec tedna:

- brez znižanja:  $f_{zn} = 0$

- ob izklopu:  $f_{zn} = 1$

- ob znižanju temperature ogrevanja:

$$f_{zn} = 1 - \frac{\theta_{zn,min} - \theta_e}{\theta_{zn,min} - \theta_{e,min}} \quad [-] \quad (47)$$

$\theta_{zn,min}$  – mejna temperatura znižanja [°C] – primer: predpostavitev 15 °C

$\theta_z$  – povprečna mesečna zunanja temperatura [°C]

$\theta_{e,min}$  – srednja dnevna projektna temperatura [°C]



## 9.5 IZRAČUN MESEČNIH RAČUNSKIH OBRATOVALNIH UR OGREVALNEGA IN/ALI HLADILNEGA SISTEMA

$$t_{x,roh} = t_{x,rod} \cdot d_{x,rod} \quad [\text{h}] \quad (48)$$

- $t_{x,roh}$  – mesečne računske obratovalne ure [h]  
 $t_{h,roh}$  - mesečne računske obratovalne ure ogrevanja [h]  
 $t_{c,roh}$  - mesečne računske obratovalne ure hlajenja [h]  
 $t_{x,rod}$  – dnevne računske obratovalne ure [h] (enačba 49)  
 $t_{h,rod}$  - dnevne računske obratovalne ure ogrevanja [h]  
 $t_{c,rod}$  - dnevne računske obratovalne ure hlajenja [h]  
 $d_{x,rod}$  - mesečni računski obratovalni dnevi [d] (enačba 46)  
 $d_{h,rod}$  - mesečni računski obratovalni dnevi ogrevanja [d]  
 $d_{c,rod}$  - mesečni računski obratovalni dnevi hlajenja [d]

$$t_{h,rod} = 24 - f_{zn,d} \cdot (24 - t_{h,nop}) \quad [\text{h}] \quad (49)$$

- $f_{zn,d}$  – faktor dnevnega znižanja temperature ogrevanja [-] (enačba 50)  
 $t_{h,nop}$  – mesečne obratovalne ure pri normalnem ogrevanju [h] (enačba 43a ali 43b)

$$f_{zn,d} = 1 - \frac{\theta_{zn,min} - \theta_e}{\theta_{zn,min} - \theta_{e,min}} \quad [-] \quad (50)$$

- $\theta_{zn,min}$  – mejna temperatura znižanja [°C] – primer: predpostavitev 10 °C  
 $\theta_e$  – povprečna mesečna zunanja temperatura [°C]  
 $\theta_{e,min}$  – srednja dnevna projektna temperatura [°C]

### 9.5.1 Temperatura neogrevanega prostora

V okviru te metodologije se za temperaturo neogrevanega prostora privzame temperatura 13 C.

## 9.6 PODSISTEM OGREVALA

### 9.6.1 Potrebna toplota za ogrevala

$$Q_{h,in,em} = Q_{h,out,em} - k \cdot W_{e,em} + Q_{h,em} \quad [\text{kWh}] \quad (51)$$

$Q_{h,out,em}$  – potrebna toplotna oddaja ogreval [kWh]

Je enaka potrebni toploti za ogrevanje  $Q_{NH}$ .

$k$  – delež vračljive potrebne električne energije [-]

$W_{e,em}$  – dodatna potrebna električna energija (npr. zaradi pogona ventilatorja pri ventilatorskem konvektorju) [kWh] (točka 0.)

$Q_{h,em}$  – dodatne toplotne izgube podsistema ogrevala [kWh] (točka 0.)

### 9.6.2 Dodatne toplotne izgube podsistema ogrevala

$$Q_{h,em,l} = \left( \frac{f_{int} \cdot f_r}{\eta_{h,em}} - 1 \right) \cdot Q_{NH} \quad [\text{kWh}] \quad (52)$$

$Q_{h,em,l}$  – dodatne toplotne izgube ogreval [kWh]

$f_{int}$  – faktor zaradi prekinjenega delovanja [-]

neprekinjeno delovanje:  $f_{int} = 1$

prekinjeno delovanje:  $f_{int} = 0,97$

$f_r$  – faktor vpliva sevanja – samo pri ogrevanju prostorov z  $h > 4 \text{ m}$

višina prostora  $h \leq 4 \text{ m}$ :  $f_r = 1$

višina prostora  $h > 4 \text{ m}$ : glej točko 0. ali 0.

$\eta_{h,em}$  – skupni faktor učinkovitosti prenosa toplote

$$\eta_{h,em} = \frac{1}{[4 - (\eta_Z + \eta_R + \eta_N)]} \quad [-] \quad (53)$$

$\eta_Z$  – faktor učinkovitosti zaradi vpliva vertikalnega temperaturnega profila

$\eta_R$  – faktor učinkovitosti zaradi vpliva regulacije temperature prostora

$\eta_N$  – faktor učinkovitosti zaradi vpliva namestitve ogrevala – specifične izgube skozi zunanje površine

### 9.6.3 Faktor učinkovitosti za prosto stoječa ogrevala; višina prostora $h \leq 4 \text{ m}$

Faktorji učinkovitosti so podani v tabeli 2.

Faktor vpliva vertikalnega temperaturnega profila je določen kot aritmetična sredina med faktorjem učinkovitosti zaradi nadtemperature ogrevala in faktorjem učinkovitosti zaradi specifičnih toplotnih izgub skozi zunanje stene:

$$\eta_Z = \frac{\eta_{Z1} + \eta_{Z2}}{2} \quad [-]$$

Tabela 2:

|   |  | $\eta_Z$    |             | $\eta_R$ | $\eta_N$ |
|---|--|-------------|-------------|----------|----------|
| Regulacija temperature prostora                           | neregulirana, samo centralna regulacija vstopne vode |             |             | 0,80     |          |
|   | preko referenčnega prostora                          |             |             | 0,88     |          |
|   | P-regulator (2 K)                                    |             |             | 0,93     |          |
|   | P-regulator (1 K)                                    |             |             | 0,95     |          |
|   | PI-regulator   |             |             | 0,97     |          |
|   | PI-regulator s funkcijo optimiranja                  |             |             | 0,99     |          |
| Nadtemperatura ( $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) | 60 K (npr: 90/70)                                    | $\eta_{Z1}$ | $\eta_{Z2}$ |          |          |
|   | 42,5 K (npr: 70/55)                                  | 0,88        |             |          |          |
|   | 30 K (npr: 55/45)                                    | 0,93        |             |          |          |
| Specifične toplotne izgube skozi zunanje stene            | ogrevala ob notranji steni                           |             | 0,87        |          | 1        |
|   | ogrevala ob zunanji steni:                           |             |             |          |          |
|   | - razdeljena površina brez sevalne zaščite           |             | 0,83        |          | 1        |
|   | - zastekljena površina s sevalno zaščito             |             | 0,88        |          | 1        |
|   | - normalna zunanja okna                              |             | 0,95        |          | 1        |

*Primer:*

Ogrevalo nameščeno ob zunanji steni, ogrevalni sistem 70/55 (nadtemperatura 42,5 K), na ogrevalu nameščen termostadni ventil (P-regulator, proporcionalno področje 2 K)

$$\eta_Z = \frac{\eta_{Z1} + \eta_{Z2}}{2} = \frac{0,93 + 0,95}{2} = 0,94$$

$$\eta_R = 0,93$$

$$\eta_N = 1$$

$$\eta_{h,em} = \frac{1}{4 - (0,94 + 0,93 + 1)} = 0,88$$

9.6.4 Faktorji učinkovitosti za vgrajena površinska ogrevala; višina prostora  $h \leq 4 \text{ m}$ 

Faktorji učinkovitosti so podani v tabeli 3.

Faktor vpliva učinkovitosti zaradi vpliva namestitve ogrevala je določen glede na sistem izvedbe ploskovnega ogrevala in specifične toplotne izgube konstrukcije ogrevala kot aritmetična sredina obeh faktorjev:

$$\eta_N = \frac{\eta_{N1} + \eta_{N2}}{2} \quad [-]$$

Tabela 3: Faktorji učinkovitosti za vgrajena površinska ogrevala ; višina prostora  $h \leq 4 m$ 

|  |   | $\eta_Z$ | $\eta_R$ | $\eta_N$    |             |
|--|---|----------|----------|-------------|-------------|
| Regulacija temperature prostora                  | neregulirana  |          | 0,75     |             |             |
|  | neregulirana, samo centralna regulacija temperature vstopne vode                |          | 0,78     |             |             |
|  | neregulirana z vzpostavitvijo ( $\theta_V - \theta_R$ )                         |          | 0,83     |             |             |
|  | preko referenčnega prostora   |          | 0,88     |             |             |
|  | dvotočkovna / P-regulacija  |          | 0,93     |             |             |
|  | PI-regulator  |          | 0,95     |             |             |
| Sistem   | mokri sistem  | 1        |          | $\eta_{N1}$ | $\eta_{N2}$ |
|  | suhi sistem   | 1        |          | 0,93        |             |
|  | suhi sistem z majhno talno oblogo   | 1        |          | 0,96        |             |
|  | stenski sistem  | 0,96     |          | 0,98        |             |
|  | stropni sistem  | 0,93     |          | 0,93        |             |
| Specifične toplotne izgube konstrukcije ogrevala | ploskovno ogrevanje brez toplotne izolacije po SIST EN 1264                     |          |          |             | 0,86        |
|  | ploskovno ogrevanje s toplotno izolacijo skladno z SIST EN 1264                 |          |          |             | 0,95        |
|  | ploskovno ogrevanje s povečano toplotno izolacijo glede na zahteve SIST EN 1264 |          |          |             | 0,99        |

*Primer:*

Talno ogrevanje (mokri sistem polaganja), dvotočkovna regulacija, sistem talnega ogrevanja s povečano toplotno izolacijo.

$$\eta_Z = 1$$

$$\eta_R = 0,93$$

$$\eta_N = \frac{\eta_{N1} + \eta_{N2}}{2} = \frac{0,93 + 0,95}{2} = 0,94$$

$$\eta_{h,em} = \frac{1}{4 - (1,0 + 0,93 + 0,94)} = 0,88$$

## 9.6.5 Faktor učinkovitosti ogrevalnega sistema za prostore, visoke od 4 m do 10 m

Faktorji učinkovitosti so podani v tabeli 4.

Tabela 4: Faktorji učinkovitosti za prostore, visoke od 4m do 10m

|                                      |  |  | $\eta_Z$ |      |      |      | $\eta_R$ | $\eta_N$ |           |
|--------------------------------------|--|--|----------|------|------|------|----------|----------|-----------|
|                                      |  |  | 4 m      | 6 m  | 8 m  | 10 m |          |          |           |
| Regulacija temperature prostora      | neregulirana   |  |          |      |      |      | 0,80     |          |           |
|                                      | dvotočkovni regulator                                  |  |          |      |      |      | 0,93     |          |           |
|                                      | P-regulator (2 K)                                      |  |          |      |      |      | 0,93     |          |           |
|                                      | P-regulator (1 K)                                      |  |          |      |      |      | 0,95     |          |           |
|                                      | PI-regulator   |  |          |      |      |      | 0,97     |          |           |
| PI-regulator s funkcijo optimizacije |  |  |          |      |      |      | 0,99     |          |           |
| Ogrevalni sistem                     | toplozračno ogrevanje                                  | dovod zraka s strani                       | 0,98     | 0,94 | 0,88 | 0,83 |          | 1        |           |
|                                      | razporeditev zraka z norm. indukcijskim razmerjem      | dovod zraka od zgoraj                      | 0,99     | 0,96 | 0,91 | 0,87 |          | 1        |           |
|                                      | toplozračno ogrevanje                                  | dovod zraka s strani                       | 0,99     | 0,97 | 0,94 | 0,91 |          | 1        |           |
|                                      | razporeditev zraka z regulirano navpično recirkulacijo | dovod zraka od zgoraj                      | 0,99     | 0,98 | 0,96 | 0,93 |          | 1        |           |
|                                      | stropna sevala (vodni sistem)                          |  |          | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,96     |          | 1         |
|                                      | stropna sevala (cevna)                                 |  |          | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,96     |          | 1         |
|                                      | sevala   |  |          | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,96     |          | 1         |
|                                      | talno ogrevanje  | integrirano v konstrukcijo toplotno ločeno |          | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,96     |          | 0,95<br>1 |

Faktor učinkovitosti za toplozračno ogrevanje s povečanim indukcijskim razmerjem je določeno z aritmetično sredino med vrednostmi za sistem z dovodom zraka s strani in od zgoraj.

*Primer:* Višina prostora  $h = 8$  m, toplozračno ogrevanje z dovodom zraka od zgoraj, P – regulacija (1K)

$$\eta_Z = 0,91$$

$$\eta_R = 0,95$$

$$\eta_N = 1$$

$$\eta_{h,em} = \frac{1}{4 - (0,91 + 0,95 + 1)} = 0,88$$

Faktor za vpliv sevanja:  $f_r = 0,85$  za stropna sevala – vodni sistem, cevna sevala, direktna sevala ter talno ogrevanje.

9.6.6 Faktor učinkovitosti ogrevalnega sistema za prostora višje od 10 m ( $h > 10$  m)

Tabela 5

|                                 |  |  | $\eta_Z$ |      |      | $\eta_R$ | $\eta_N$ |           |
|---------------------------------|--|--|----------|------|------|----------|----------|-----------|
|                                 |  |  | 12m      | 15m  | 20m  |          |          |           |
| Regulacija temperature prostora | neregulirana   |  |          |      |      | 0,80     |          |           |
|                                 | dvotočkovni regulator                                  |  |          |      |      | 0,93     |          |           |
|                                 | P-regulator (2K)                                       |  |          |      |      | 0,93     |          |           |
|                                 | P-regulator (1K)                                       |  |          |      |      | 0,95     |          |           |
|                                 | PI-regulator   |  |          |      |      | 0,97     |          |           |
|                                 | PI-regulator s funkcijo optimizacije                   |  |          |      |      | 0,99     |          |           |
| Ogrevalni sistem                | toplozračno ogrevanje                                  | dovod zraka s strani                       | 0,78     | 0,72 | 0,63 |          | 1        |           |
|                                 | razporeditev zraka z norm. indukcijskim razmerjem      | dovod zraka od zgoraj                      | 0,84     | 0,78 | 0,71 |          | 1        |           |
|                                 | toplozračno ogrevanje                                  | dovod zraka s strani                       | 0,88     | 0,84 | 0,77 |          | 1        |           |
|                                 | razporeditev zraka z regulirano navpično recirkulacijo | dovod zraka od zgoraj                      | 0,91     | 0,88 | 0,83 |          | 1        |           |
|                                 | stropna sevala (vodni sistem)                          |  |          | 0,94 | 0,92 | 0,89     |          | 1         |
|                                 | stropna sevala (cevna)                                 |  |          | 0,94 | 0,92 | 0,89     |          | 1         |
|                                 | sevala   |  |          | 0,94 | 0,92 | 0,89     |          | 1         |
|                                 | talno ogrevanje  | integrirano v konstrukcijo toplotno ločeno |          | 0,94 | 0,92 | 0,89     |          | 0,95<br>1 |

Primer: Višina prostora 12 m, sevalno ogrevanje, P – regulacija (2K)

$$\eta_Z = 0,94$$

$$\eta_R = 0,93$$

$$\eta_N = 1$$

$$\eta_{h,em} = \frac{1}{4 - (0,94 + 0,93 + 1)} = 0,88$$

Faktor za vpliv sevanja:  $f_r = 0,85$  za stropna sevala – vodni sistem, cevna sevala, direktna sevala ter talno ogrevanje.

9.6.7 Dodatna (pomožna) električna energija  $W_{h,em}$ 9.6.7.1 Višina prostora  $h \leq 4$  m

Dodatna (pomožna) električna energija predstavlja del energije, ki je namenjena izboljšanju prenosa toplote v prostoru.

$$W_{h,em} = Q_C + Q_{V,P} \quad [\text{kWh}] \quad (54)$$

$W_{h,em}$  – dodatna (pomožna) električna energija [kWh]

$Q_C$  – dodatne električna energija za regulatorje [kWh]

$Q_{V,P}$  – dodatne električna energija za ventilatorje in dodatne črpalke [kWh]

$$Q_C = \frac{P_C \cdot d_M \cdot 24}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (55)$$

$$Q_{V,P} = \frac{(P_V \cdot n_V + P_P \cdot n_P) \cdot t_{h,roh}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (56)$$

$P_C$  – nazivna električna moč regulatorja [W] – podatek proizvajalca ali vrednost iz tabele 6

$d_M$  – število dni v mesecu

$P_V$  – nazivna električna moč ventilatorja [W] – podatek proizvajalca ali vrednost iz tabele 7

$n_V$  – število ventilatorjev [-]

$P_P$  – nazivna električna moč črpalke [W] – podatek proizvajalca ali po enačbi:

$$P_P = 50 \cdot \left[ \dot{Q}_{LH} \right]^{0,08} \quad [\text{W}]$$

$\dot{Q}_{LH}$  – nazivna električna moč grelnika zraka [kW]

$n_P$  – število črpalke

$t_{h,roh}$  – mesečne računske obratovalne ure [h] (enačba 48)

Tabela 6:

|  | [W]            |
|--|----------------|
| $P_C$ električni regulator z elektromotornim pogonom | 0,1 (na pogon) |
| električni regulator z elektrotermičnim pogonom      | 1,0 (na pogon) |
| električni regulator z elektromagnetnim pogonom      | 1,0 (na pogon) |

Tabela 7:

|   | [W] |
|---|-----|
| $P_V$ ventilatorski konvektor                                 | 10  |
| neposredno električno ogrevanje z ventilatorskim konvektorjem | 10  |
| termoakumulacijsko ogrevanje z dinamičnim odjemom             | 12  |
| termoakumulacijsko ogrevanje s stopenjskim odjemom            | 12  |

9.6.7.2 Višina prostora  $h > 4$  m

Pri prostorih z višino  $h > 4$  m (npr. dvorane) so uporabljena predvsem ogrevala, pri katerih ni ločene proizvodnje in oddaje toplote ter so nameščena v ogrevanem prostoru (npr. plinski sevalni grelniki), zato je skupna dodatna električna energija dovedena v prostor. Dodatna električna energija je določena kot:

$$W_{h,em} = \frac{P_{h,aux} \cdot t_{h,roh}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (57)$$

ali

$$W_{h,em} = \frac{P_{h,em,aux} \cdot t_{h,roh}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (58)$$

$P_{h,aux}$  – nazivna električna moč ventilatorjev in regulatorjev – sistem z neposrednim ogrevanjem (podatek proizvajalca ali vrednost iz tabele 8)

$P_{h,em,aux}$  – nazivna električna moč ventilatorjev in regulatorjev – sistem s posrednim ogrevanjem (podatek proizvajalca ali vrednost iz tabele 8)

$t_{h,roh}$  – mesečne računске obratovalne ure [h] (enačba 48)

Tabela 8: Nazivna električna moč ventilatorjev in regulatorjev za prostore z višino  $h > 4$  m

|                                      |   | [W]                  |
|--------------------------------------|---|----------------------|
| Neposredno ogrevanje<br>$P_{h,aux}$  | neposredno sevalno ogrevanje  | 25 (za napravo)      |
|                                      | cevni sevalni grelnik do 50kW<br>(regulacija in ventilator za zgorevalni zrak)  | 80 (za napravo)      |
|                                      | cevni sevalni grelnik nad 50kW<br>(regulacija in ventilator za zgorevalni zrak)   | 100 (za napravo)     |
|                                      | grelnik zraka z atmosferskim grelnikom in aksialnim ventilatorjem za obtočni zrak<br>(regulacija in ventilator za obtočni zrak)                   | $0,014 \cdot Q_{NH}$ |
|                                      | grelnik zraka z ventilatorskim grelnikom in aksialnim ventilatorjem za obtočni zrak<br>(regulacija in ventilatorja za obtočni in zgorevalni zrak) | $0,022 \cdot Q_{NH}$ |
| Posredno ogrevanje<br>$P_{h,em,aux}$ | grelnik zraka v prostoru ( $h < 8$ m)<br>(centralni grelnik s posrednim grelnikom zraka)  | $0,012 \cdot Q_{NH}$ |
|                                      | grelnik zraka v prostoru ( $h > 8$ m)<br>(centralni grelnik s posrednim grelnikom zraka)  | $0,016 \cdot Q_{NH}$ |
|                                      | navpični recirkulacijski ventilator ( $h < 8$ m)  | $0,002 \cdot Q_{NH}$ |
|                                      | navpični recirkulacijski ventilator ( $h > 8$ m)  | $0,013 \cdot Q_{NH}$ |

9.6.7.3 Vrnjena dodatna električna energija  $Q_{rh,em}$ 

Če so pomožne naprave (pogoni, regulacija) nameščeni v ogrevanih prostorih, je vrnjena toplota enaka električni energiji:



$$Q_{rhh,em} = W_{h,em} \quad [\text{kWh}] \quad (59)$$

$W_{h,em}$  – dodatna (pomožna) električna energija [kWh] (enačba 57, enačba 54  $h \leq 4$  m ali enačba 58 za  $h > 4$  m)

### V ogrevala vnesena toplota $Q_{h,in,em}$

$$Q_{h,in,em} = Q_{NH} + W_{h,em} - Q_{rhh,em} \quad [\text{kWh}] \quad (60)$$

$Q_{NH}$  – potrebna toplota za ogrevanje, določena skladno s SIST EN 13790 [kWh]

$W_{h,em}$  – dodatna (pomožna) električna energija [kWh] (enačba 54 ali 57 ali 58)

$Q_{rhh,em}$  – vrnjena dodatna električna energija [kWh] (enačba 59)

## 9.7 PODSISTEM RAZVOD OGREVALNEGA SISTEMA

### 9.7.1 Potrebna električna energija za razvodni podsistem

#### 9.7.1.1 Neprekinjeno obratovanje

$$W_{h,d,e} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,e} \quad [\text{kWh}] \quad (61)$$

$W_{h,d,e}$  – potrebna električna energija [kWh]. Če je znano število letnih obratovalnih ur ( $t_{h,a}$ ) in letna obremenitev razvodnega omrežja  $\beta_{h,d,a}$ , uporabimo enačbo 62; če tega podatka ni, uporabimo enačbo 61 in postopek v nadaljevanju.

$W_{h,d,hydr}$  – potrebna hidravlična energija [kWh] (enačba 64)

$e_{h,d,e}$  – faktor rabe električne energije črpalke [-] (enačba 68)

#### Za mesečni interval:

$$W_{h,d,e,M} = W_{h,d,e,a} \cdot \frac{\beta_{h,d,M} \cdot t_h}{\beta_{h,d,a} \cdot t_{h,a}} \quad [-] \quad (62)$$

$\beta_{h,d,M}$  – povprečna mesečna obremenitev razvodnega omrežja ( $= \beta_{h,d}$ ) [-] (enačba 39)

$\beta_{h,d,a}$  – povprečna letna obremenitev razvodnega omrežja [-]

$t_h$  – mesečne obratovalne ure – čas [h/M] (enačba 43)

$t_{h,a}$  – letne obratovalne ure – čas [h/a]

$$\beta_{h,d,M} = \frac{Q_{h,in,em}}{\dot{Q}_N \cdot t_h} \quad [-] \quad (63)$$

$Q_{h,in,em}$  – potrebna dovedena toplota v ogrevala [kWh] (enačba 60)

$t_h$  – mesečne obratovalne ure – čas [h/M] (enačba 43)

$$W_{h,d,hydr} = \frac{P_{hydr}}{1000} \cdot \beta_{h,d,M} \cdot t_h \cdot f_{sch} \cdot f_{abgl} \quad [\text{kWh}] \quad (64)$$

$P_{hydr}$  – hidravlična moč v načrtovani obratovalni točki [W] (enačba 65)

$f_{sch}$  – korekcijski faktor za hidravlično omrežje [-]

za dvocevni sistem:  $f_{sch} = 1$

za enocevni sistem:  $f_{sch} = 8,6 \cdot \bar{m} + 0,7$

$\bar{m}$  – delež masnega pretoka skozi ogrevalo

$f_{abgl}$  – korekcijski faktor za hidravlično uravnoveženje [-]

za hidravlično uravnovežene sisteme: 1

za hidravlično neuravnovežene sisteme: 1,1

### Hidravlična moč v načrtovani obratovalni točki

$$P_{hydr} = 0,2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \quad [\text{W}] \quad (65)$$

$\Delta p$  – tlačni padec [kPa]

$\dot{V}$  – volumski pretok ogrevnega medija [m<sup>3</sup>/h]

### Volumski pretok ogrevnega medija

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_N}{1,15 \cdot \Delta \theta_{HK}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (66)$$

$\dot{Q}_N$  – standardna potrebna toplotna moč za ogrevanje (cone) – moč ogreval, skladno s SIST EN 12831 ali z drugimi enakovrednimi, v stroki priznanimi računskimi metodami [kW]

$\Delta \theta_{HK}$  – temperaturna razlika pri standardnem temperaturnem režimu ogrevalnega sistema [°C] (enačba 38)

### Tlačni padec

$$\Delta p = 0,13 \cdot L_{\max} + 2 + \Delta p_{FBH} + \Delta p_{WE} \quad [\text{kPa}] \quad (67)$$

$$L_{\max} = 2 \cdot \left( L + \frac{B}{2} + n_G \cdot h_G + l_c \right)$$

$L$  – dolžina cone (stavbe) [m]

$B$  – širina cone (stavbe) [m]

$n_G$  – število ogrevanih etaž v coni (delu stavbe) [-]

$h_G$  – povprečna višina etaže v coni (delu stavbe) [m]

$l_c$ :  $l_c = 10$  za dvocevni sistem

$l_c = L + B$  za enocevni sistem

$\Delta p_{FBH}$  – dodatek pri ploskovnem ogrevanju, če ni proizvajalčevega podatka je 25 kPa vključno z ventili in razvodom (kPa)

$\Delta p_{WE}$  – tlačni padec generatorja toplote: standardni kotel: 1 kPa

stenski kotel: 20 kPa

kondenzacijski kotel: 20 kPa

**Faktor rabe električne energije črpalke  $e_{h,d,e}$** 

$$e_{h,d,e} = f_e \cdot \left( C_{P1} + \frac{C_{P2}}{\beta_{h,d,M}} \right) \quad [-] \quad (68)$$

$\beta_{h,d,M}$  – povprečna mesečna obremenitev razvodnega omrežja (=  $\beta_{h,d}$ ) [-] (enačba 63 oz. 42)

neznana črpalka: 
$$f_e = \left[ 1,25 + \left( \frac{200}{P_{hydr}} \right)^{0,5} \right] \cdot b$$

$b = 1$  – nova stavba

$b = 2$  – obstoječa stavba

pri  $P_{hydr}$  v W.

Znana črpalka: 
$$f_e = \frac{P_{pump}}{P_{hydr}}$$

|   |          |          |
|---|----------|----------|
| $C_{P1}$ , $C_{P2}$ – regulacija črpalke: | $C_{P1}$ | $C_{P2}$ |
| ni regulacije:                            | 0,25     | 0,75     |
| $\Delta p_{konst.}$ :                     | 0,75     | 0,25     |
| $\Delta p_{var.}$ :                       | 0,90     | 0,10     |

**9.7.1.2 Prekinjeno obratovanje**

$$W_{h,d,e} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,e} \cdot \frac{1,03 \cdot t_{h,nop} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,nop})}{t_h} \quad [\text{kWh}] \quad (69)$$

$W_{h,d,hydr}$  – potrebna hidravlična energija [kWh] (enačba 64)

$e_{h,d,e}$  – faktor rabe električne energije črpalke [-] (enačba 68)

$t_{h,nop}$  – mesečne obratovalne ure pri normalnem ogrevanju [h] (enačba 43a ali 43b)

$t_h$  – mesečne ure ogrevanja [h] (enačba 43)

$f_{P,A}$  – korekturni faktor pri znižanju temp. ogrevanja ali prekinitvi ogrevanja [-]

znižanje temp. ogrevanja:  $f_{P,A} = 0,6$  (prevzeta vrednost)

prekinitvev ogrevanja:  $f_{P,A} = 0$

**9.7.2 Vračljiva in vrnjena električna energija****Vračljiva električna energija  $Q_{h,d,rhh,aux}$** 

$$Q_{h,d,rhh,aux} = 0,5 \cdot W_{h,d,e} \quad [\text{kWh}] \quad (70)$$

$Q_{h,d,rhh,aux}$  - vračljiva električna energija [kWh]

$W_{h,d,e}$  – potrebna električna energija [kWh] (enačba 69)

**Vrnjena električna energija v ogrevni medij  $Q_{h,d,rhh,aux,d}$** 

$$Q_{h,d,rhh,aux,d} = 0,25 \cdot W_{h,d,e} \quad [\text{kWh}] \quad (71)$$

$Q_{h,d,rhh,aux,d}$  - vrnjena električna energija v ogrevni medij [kWh]  
 $W_{h,d,e}$  – potrebna električna energija [kWh] (enačba 69)

**Vračljiva električna energija v okoliški zrak  $Q_{h,d,rhh,aux,i}$** 

$$Q_{h,d,rhh,aux,i} = 0,25 \cdot W_{h,d,e} \quad [\text{kWh}] \quad (72)$$

$Q_{h,d,rhh,aux,i}$  - vračljiva električna energija v okolico [kWh]  
 $W_{h,d,e}$  – potrebna električna energija [kWh] (enačba 69)

**9.7.3 Toplotne izgube razvodnega podsistema****9.7.3.1 Splošno**

$$Q_{h,d} = Q_{h,d,rhh} + Q_{h,d,uhh} \quad [\text{kWh}] \quad (73)$$

$Q_{h,d}$  – celotne toplotne izgube [kWh]

$Q_{h,d,rhh}$  – vrnjene toplotne izgube [kWh]

$Q_{h,d,uhh}$  – nevrnjene toplotne izgube (toplotne izgube v neogrevanem prostoru) [kWh]

**Aproksimacija dolžine razvodnega podsistema**

$L_V$  – horizontalni razvod [m]

$L_S$  – dvižni vodi [m]

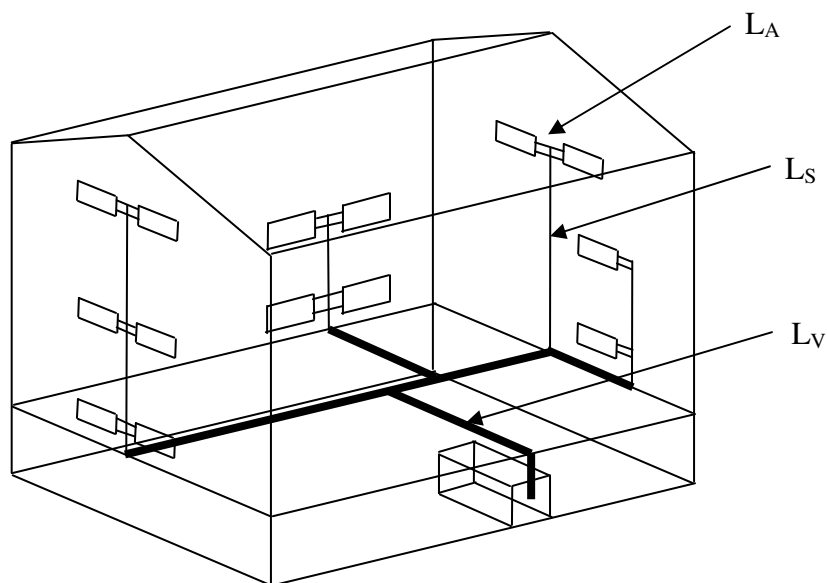
$L_A$  – priključni vodi [m]

$n_G$  – število nadstropij [-]

$h_G$  – višina nadstropja [-]

$L$  – dolžina cone (stavbe) [m]

$B$  – širina cone (stavbe) [m]



Slika 2: Elementi razvodnega cevovoda

**Dvocevni sistem:**

Cevi v zunanjem zidu:  $L_V = 2 \cdot L + 0,01625 \cdot L \cdot B^2$  [m]

$$L_S = 0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$$
 [m]

$$L_A = 0,55 \cdot L \cdot B \cdot n_G$$
 [m]

Cevi v notranjem zidu:  $L_V = 2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6$  [m]

$$L_S = 0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$$
 [m]

$$L_A = 0,55 \cdot L \cdot B \cdot n_G$$
 [m]

**Enocevni sistem:**

$$L_V = 2 \cdot L + 0,01625 \cdot L \cdot B^2$$
 [m]

$$L_S = 0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G + 2 \cdot (L + B) \cdot n_G$$
 [m]

$$L_A = 0,1 \cdot L \cdot B \cdot n_G$$
 [m]

## 9.7.2.1 Toplotna oddaja v časovnem intervalu

$$Q_{h,d,t} = \frac{\sum_i U'_i \cdot (\theta_m - \theta_{a,i}) \cdot L_i \cdot t_h}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (74)$$

$U'$  –  $U$ -vrednost na dolžino [W/mK]

$\theta_m$  – povprečna temperatura ogrevalnega medija [°C] (enačba 39)

$\theta_{a,i}$  – temperatura okolice v  $i$ -ti coni, kjer so nameščene cevi razreda V, S ali A [°C]

$L_i$  – dolžina cevi v  $i$ -ti coni; indeks  $i$  se nanaša na indekse V, S in A [m]

$i$  – indeks za cevi z enakimi robnimi pogoji

$t_h$  – čas ogrevanja [h]

Za odseke razdelilnega podsistema z enakimi  $U$ -vrednostmi, enako temperaturo medija in okolice se enačba za toplotno oddajo poenostavi:

$$Q_{h,d,l} = \frac{\sum_i \dot{q}_{h,d,i} \cdot L_i \cdot t_h}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (75)$$

kjer je specifična toplotna oddaja:

$$\dot{q}_{h,d,i}(\beta_{h,d,i}) = U'_i \cdot (\theta_m(\beta_{h,d,i}) - \theta_{a,i}) \quad [\text{W/m}] \quad (76)$$

$\beta_{h,d,i}$  – povprečna mesečna obremenitev razvodnega omrežja v  $i$ -ti coni (enačba 63)

### Toplotne izgube v neogrevanem prostoru

$$\dot{q}_{h,d,U}(\beta_{h,d}) = \dot{q}_{h,d}(\beta_{h,d}) \cdot \left( \frac{U'_U}{U'} + U'_U \cdot \frac{\Delta\theta_u}{\dot{q}_{h,d}(\beta_{h,d})} \right) \quad [\text{W/m}] \quad (77)$$

$\dot{q}_{h,d,U}$  - specifična toplotna oddaja cevi v neogrevanih prostorih [W/m]

$\Delta\theta_u$  - temperaturna razlika med ogrevanim in neogrevanim prostorom [K]

$$\Delta\theta_u = \theta_a - \theta_u$$

$U'$  –  $U$ -vrednost na dolžino za cevi v ogrevanem prostoru [W/mK]

$U'_U$  –  $U$ -vrednost na dolžino za cevi v neogrevanem prostoru [W/mK]

Tabela 9: Toplotna prehodnost  $U_i$  za posamezne odseke ogrevalnega sistema [W/(mK)]

|  | horizontalni | V zunanjem zidu  |                        | V notranji steni |                        |
|--|--------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
|  | $L_V$        | dvižni<br>$L_S$  | priključni<br>$L_{SL}$ | dvižni<br>$L_S$  | priključni<br>$L_{SL}$ |
| Izolirano                              | 0,200        | 0,255            | 0,255                  | 0,255            | 0,255                  |
| Neizolirano                            |              |                  |                        |                  |                        |
| $L_G \cdot B_G \leq 200 \text{ m}^2$   | 1,000        | 1,000            | 1,000                  | 1,000            | 1,000                  |
| $L_G \cdot B_G \leq 500 \text{ m}^2$   | 2,000        | 2,000            | 2,000                  | 2,000            | 2,000                  |
| $L_G \cdot B_G > 1000 \text{ m}^2$     | 3,000        | 3,000            | 3,000                  | 3,000            | 3,000                  |
| V zunanjem zidu (ZZ)                   |              | skupaj/koristno* |                        |                  |                        |
| ZZ neizoliran                          |              | 1,35 / 0,80      |                        |                  |                        |
| ZZ zunaj izoliran                      |              | 1,00 / 0,90      |                        |                  |                        |
| ZZ ( $U = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) |              | 0,75 / 0,55      |                        |                  |                        |

\* skupno – celotna toplotna oddaja, koristno – v prostor koristno oddana toplota

## Toplotna oddaja armatur in opreme

Kot približek se upošteva toplotno oddajo držal kot dodatno ekvivalentno dolžino 15%.

Ekvivalentna dolžina armatur in prirobnic je odvisna od izolacije in dimenzije cevi:

|                        | ekvivalentna dolžina [m]<br>d ≤ 100 mm | ekvivalentna dolžina [m]<br>d > 100 mm |
|------------------------|--|--|
| ventili in prirobnice: |  |  |
| neizolirano            | 4,0                                    | 6,0                                    |
| izolirano              | 1,5                                    | 2,5                                    |

## Vrnjena in nevrnjena toplotna oddaja

Vrnjena toplotna oddaja je enaka toplotnim izgubam v ogrevanih prostorih

$$Q_{h,d,rhh} = \frac{\sum_i \dot{q}_{h,d,H,i} \cdot L_{H,i} \cdot t_h}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (78)$$

$L_{H,i}$  – dolžina cevi v ogrevanih prostorih ( $i$ -ti coni) [m]

Nevrnjena toplotna oddaja  $Q_{h,d,uhh}$  je določena z upoštevanjem dolžine cevi v neogrevanem prostoru.

$$Q_{h,d,uhh} = \frac{\sum_i \dot{q}_{h,d,U,i} \cdot L_{U,i} \cdot t_h}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (79)$$

$L_{U,i}$  – dolžina cevi v neogrevanih prostorih ( $i$ -ti coni) [m]

### 9.7.4 Vrnjena toplota

#### V razvodni sistem vrnjena toplota $Q_{d,rhh}$

$$Q_{d,rhh} = Q_{h,d,rhh,aux,d} \quad [\text{kWh}] \quad (80)$$

$Q_{d,rhh}$  - v razvodni sistem vrnjena toplota [kWh]

$Q_{h,d,rhh,aux,d}$  - vrnjena električna energija v ogrevni medij [kWh] (enačba 71)

#### V okolico koristno vrnjena toplota $Q_{rhh,d}$

$$Q_{rhh,d} = Q_{h,d,rhh} + Q_{h,d,rhh,aux,i} \quad [\text{kWh}] \quad (81)$$

$Q_{rhh,d}$  - v okolico koristno vrnjen del toplotnih izgub [kWh]

$Q_{h,d,rhh}$  - vrnjena toplotna oddaja razvodnega sistema [kWh] (enačba 78)

$Q_{h,d,rhh,aux,i}$  - vrnjena električna energija razvodnega sistema [kWh] (enačba 72)

### V razvodni sistem vnesena toplota $Q_{h,in,d}$

$$Q_{h,in,d} = Q_{h,in,em} + Q_{h,d} - Q_{d,rhh} \quad [\text{kWh}] \quad (82)$$

$Q_{h,in,d}$  - v razvodni sistem vnesena toplota [kWh]

$Q_{h,in,em}$  - v ogrevala vnesena toplota [kWh] (enačba 60)

$Q_{h,d}$  - toplotne izgube razvodnega sistema [kWh] (enačba 73)

$Q_{d,rhh}$  - v razvodni sistem vrnjena toplota [kWh] (enačba 80)

## 9.8 PODSISTEM KURILNA NAPRAVA

(1) Pri izračunu energijske bilance kurilne naprave se upoštevajo naslednji parametri: potrebna toplota za ogrevalni sistem, v primeru kombiniranega kotla potrebna toplota za toplo vodo, dimnične izgube in toplotne izgube skozi ovoj kotla v času obratovanja in stanja obratovalne pripravljenosti ter pomožna električna energija.

(2) Za izračun kurilne naprave potrebni podatki: vrsta in karakteristika kurilne naprave, regulacija kurilne naprave, potrebna toplota za ogrevalni sistem določena po metodologiji SIST EN ISO 13790 in po postopkih določenih v nadaljevanju.

(3) Izračun rabe energije temelji na karakteristikah, ki so predpisane v Odredbi o zahtevanih izkoristkih za nove toplovodne ogrevalne kotle na tekoče ali plinasto gorivo, Pravilniku o energijski učinkovitosti kurilnih naprav za ogrevanje prostorov in pripravo tople vode v neindustrijskih stavbah in v SIST EN 304, SIST EN 303-5, SIST EN 297, SIST EN 483, SIST EN 656, SIST EN 625 in SIST EN 677.

(4) Izračun podaja potrebno vneseno toploto z gorivom, celotne toplotne izgube kurilne naprave, potrebno električno energijo, vračljivo in vrnjeno potrebno električno energijo ter vračljivo toplotno izgubo kurilne naprave.

### 9.8.1 Obratovalna temperatura generatorja toplote

$$\theta_{h,g} = \max(\theta_{h,g,\min}, \theta_{h,em}) \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (83)$$

$\theta_{h,g}$  - obratovalna temperatura generatorja toplote [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_{h,g,\min}$  – omejitev obratovalne temperature posameznega generatorja toplote [ $^{\circ}\text{C}$ ]. Vrednost v nacionalnem dodatku standarda ali vrednosti iz tabele 13.

$\theta_{h,em}$  – temperatura razvodnega podsistema v opazovanem časovnem intervalu [ $^{\circ}\text{C}$ ].  
Določena v odvisnosti od vrste regulacije

#### a) V odvisnosti od notranje temperature (v odvisnosti od vrste regulacije):

Toplotna moč ogreval:

$$\dot{Q}_{h,em} = \frac{Q_{h,out,d}}{t_h} \quad [\text{kW}] \quad (84)$$



$Q_{h,out,d}$  - povprečna potrebna dovedena energija v ogrevala [kWh]

$$Q_{h,out,d} = Q_{h,in,em} \text{ - enačba 60}$$

$t_h$  – mesečne obratovalne ure [h] (enačba 43)

Povprečna temperatura ogreval:

$$\theta_{h,em} = \theta_i + \left( \frac{\dot{Q}_{h,em}}{\dot{Q}_{h,em,n}} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \Delta\theta_{h,em,n} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (85)$$

$\theta_{h,em}$  - povprečna temperatura ogreval [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\theta_i$  – notranja temperatura ogrevanega prostora (brez upoštevanja toplotnih dobitkov) [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\dot{Q}_{h,em}$  – toplotna moč ogreval [kW] (enačba 84)

$\dot{Q}_{h,em,n}$  – nazivna toplotna moč ogreval (OSIST 12831) ( $\dot{Q}_{h,em,n} = \dot{Q}_N$ ) [kW]

$\Delta\theta_{h,em,n}$  – nazivna nadtemperatura ogreval (50 K)

$n$  – karakteristični eksponent toplotne oddaje ogreval – glej tabelo 10.

Tabela 10: Eksponent toplotne oddaje ogreval  $n$ .

| Vrsta ogreval             | $n$  |
|---------------------------|------|
| Radiatorji                | 1,30 |
| Konvektorji               | 1,40 |
| Ploskovna ogrevala        | 1,13 |
| Ventilatorski konvektorji | 1,00 |

### b) V odvisnosti od zunanje temperature in konstantne notranje temperature (v odvisnosti od vrste regulacije)

$$\theta_{h,em} = \theta_{h,d,n} + f_c \cdot (\theta_i - \theta_{h,d,n}) \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (86)$$

$\theta_{h,d,n}$  – standardna (projektna) temperatura razvodnega podsistema. Vrednosti so podane v tabeli 11.

$\theta_i$  – notranja temperatura ogrevanega prostora (brez upoštevanja toplotnih dobitkov) [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$f_c$  – korekcijski faktor za upoštevanje vrste regulacije in vrednosti med časom delovanja.

Vrednosti so podane v tabeli 12.

Tabela 11: Vrsta ogrevalnega sistema in pripadajoča standardna (projektna) temperatura razvodnega podsistema  $\theta_{h,d,n}$ .

| Vrsta ogrevalnega sistema | $\theta_{h,d,n}$      |
|---------------------------|-----------------------|
| Nizkotemperaturni         | 35 $^{\circ}\text{C}$ |
| Srednetemperaturni        | 50 $^{\circ}\text{C}$ |
| Visokotemperaturni        | 70 $^{\circ}\text{C}$ |

Tabela 12: Korekcijski faktor za upoštevanje vrste regulacije  $f_c$ .

| Vrsta regulacije kotla   | $f_c$   |
|--------------------------|---|
| Konstantna temperatura   | 0   |
| Spremenljiva temperatura | $\frac{(\theta_e - \theta_{e,design})}{(\theta_i - \theta_{e,design})}$ |

$\theta_e$  – zunanja temperatura [°C]

$\theta_{e,design}$  – projektna zunanja temperatura [°C]

### 9.8.2 Potrebna toplota za kurilno napravo

$$Q_{h,out,g} = \beta_{h,g} \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} \cdot t_h \quad [\text{kWh}] \quad (87)$$

$Q_{h,out,g}$  - iz kurilne naprave odvedena toplota [kWh]

$\beta_{h,g}$  - obremenitev kotla [-] (enačba 95)

$\dot{Q}_{h,g,Pn}$  – nazivna toplotna moč generatorja toplote [kW] (podatek ali enačba 98)

$t_h$  - mesečne obratovalne ure [h] (enačba 43)

Večje število generatorjev toplote:

$$\sum_j Q_{h,out,g,j} = \sum_i Q_{h,in,d,i} + \sum_k Q_{h^*,out,g,k} \quad [\text{kWh}] \quad (88)$$

Števec:  
 $j$  – število generatorjev toplote,  
 $i$  – število zank razvodnega sistema,  
 $k$  – število zank grelnikov HVAC sistema.

$Q_{h,out,g,j}$  - iz  $j$ -tega generatorja odvedena toplota [kWh],

$Q_{h,in,d,i}$  - v  $i$ -to zanko razvodnega sistema vnesena toplota [kWh] (enačba 82),

$Q_{h^*,out,g,k}$  - v  $k$ -to zanko grelnika HVAC sistema dovedena toplota [kWh] (enačba 386)

V primeru različnih vrst generatorjev toplote (npr. kotel v kombinaciji s solarnim sistemom, toplotno črpalko), upoštevamo prioriteto posameznih sistemov. V tem primeru je potrebna dodatna toplotna moč kotla:

$$Q_{h,out,g} = Q_{bu} \quad [\text{kWh}] \quad (89)$$

$Q_{bu}$  - potrebna toplota dodatnega grelnika:

- v primeru solarnega sistema:  $Q_{bu} = Q_{bu,sol}$  (enačba 208)

$$Q_{bu} = Q_{bu,w,sol} \quad (\text{enačba 209})$$

$$Q_{bu} = Q_{bu,h,sol} \quad (\text{enačba 210})$$

- v primeru toplotne črpalke:  $Q_{bu} = Q_{bu,T\check{c}} \quad (\text{enačba 268})$

$$Q_{bu} = Q_{bu,T\check{c},h} \quad (\text{enačba 271})$$

$$Q_{bu} = Q_{bu,T\check{c},w} \quad (\text{enačba 272})$$

### Toplotne izgube podsistema kurilne naprave

$\dot{Q}_{h,g,l,Pn}$  – toplotne izgube pri 100% obremenitvi [kW]

$\dot{Q}_{h,g,l,Pint}$  – toplotne izgube pri vmesni (običajno 30%) obremenitvi [kW]

$\dot{Q}_{h,g,l,P0}$  – toplotne izgube pri 0% obremenitvi [kW]

### Toplotne izgube pri 100% obremenitvi

Izkoristek kotla pri 100% obremenitvi:

$$\eta_{h,g,Pn,cor} = \eta_{h,g,Pn} + f_{cor,Pn} \cdot (\theta_{h,g,est,Pn} - \theta_{h,g}) \quad [-] \quad (90)$$

$\eta_{h,g,Pn,cor}$  - korigiran izkoristek kotla pri 100% obremenitvi [-]

$\eta_{h,g,Pn}$  – izkoristek kotla pri 100% obremenitvi in testnih pogojih  
če ni znane vrednosti upoštevamo vrednost iz tabele 13.

$f_{cor,Pn}$  – korekcijski faktor zaradi spremembe izkoristka v odvisnosti od povprečne temperature ogrevnega medija. Uporabi nacionalni dodatek standarda ali vrednosti iz tabele 14.

$\theta_{h,g,est,Pn}$  – povprečna temp. kotla pri testnih pogojih (100% obremenitvi) [°C] (glej tabelo 14)

$\theta_{h,g}$  - obratovalna temperatura generatorja toplote [°C] (enačba 83)

Tabela 13: Parametri za izračun izkoristka kotla in temperaturne omejitve

| Vrsta kotla       | $\eta_{h,g,Pn}$<br>[-]                         | $\eta_{h,g,Pint}$<br>[-]                       | $\theta_{h,g \min}$<br>[°C] |
|-------------------|--|--|-----------------------------|
| Standardni kotel  | $(84 + 2 \cdot \log \dot{Q}_{h,g,Pn})/100$     | $(80 + 3 \cdot \log \dot{Q}_{h,g,Pn})/100$     | 45                          |
| Nizkotemperaturni | $(87,5 + 1,5 \cdot \log \dot{Q}_{h,g,Pn})/100$ | $(87,5 + 1,5 \cdot \log \dot{Q}_{h,g,Pn})/100$ | 35                          |
| Kondenzacijski    | $(91 + 1 \cdot \log \dot{Q}_{h,g,Pn})/100$     | $(97 + 1 \cdot \log \dot{Q}_{h,g,Pn})/100$     | 20                          |

$\dot{Q}_{h,g,Pn}$  – nazivna moč kotla v kW, omejena na največ 400 kW. Če je moč večja od 400 kW, uporabimo vrednost 400 kW v ustrezni enačbi iz tabele 13.

Tabela 14: Korekcijski faktor  $f_{cor,Pn}$  pri 100% obremenitvi

| Vrsta kotla                  | Povprečna temp. kotla pri testnih pogojih / 100% obremenitvi, $\theta_{h,g, test, Pn}$ | $f_{cor,Pn}$ [-] |
|------------------------------|--|------------------|
| Standardni kotel             | 70 °C  | 0                |
| Nizkotemperaturni            | 70 °C  | 0,0004           |
| Kondenzacijski (plinasta g.) | 70 °C  | 0,002            |
| Kondenzacijski (tekoča g.)   | 70 °C  | 0,0004           |
| Biomasa (standardni kotel)   | 70 °C  | 0                |

Toplotne izgube pri 100% obremenitvi:

$$\dot{Q}_{h,g,I,Pn,cor} = \frac{1 - \eta_{h,g,Pn,cor}}{\eta_{h,g,Pn,cor}} \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} \quad [\text{kW}] \quad (91)$$

$\dot{Q}_{h,g,Pn}$  – nazivna toplotna moč generatorja toplote [kW]

### Toplotne izgube pri vmesni (30%) obremenitvi

Izkoristek kotla pri vmesni (30%) obremenitvi:

$$\eta_{h,g,Pint,cor} = \eta_{h,g,Pint} + f_{cor,Pint} \cdot (\theta_{h,g, test, Pint} - \theta_{h,g}) \quad [-] \quad (92)$$

$\eta_{h,g,Pint,cor}$  - korigiran izkoristek kotla pri vmesni (30%) obremenitvi [-]

$\eta_{h,g,Pint}$  – izkoristek kotla pri 30% obremenitvi in testnih pogojih  
če ni znane vrednosti upoštevamo vrednost iz tabele 13.

$f_{cor,Pint}$  – korekcijski faktor zaradi spremembe izkoristka v odvisnosti od povprečne temperature ogrevnega medija. Nacionalni dodatek standarda ali vrednosti iz tabele

15.

$\theta_{h,g}$  - obratovalna temperatura generatorja toplote [°C] (enačba 83)

Tabela 15: Korekcijski faktor  $f_{cor,Pint}$  pri vmesni obremenitvi

| Vrsta kotla                  | Povprečna temp. kotla pri testnih pogojih / vmesni obremenitvi, $\theta_{h,g, test, Pint}$ | $f_{cor,Pint}$ [-] |
|------------------------------|--|--------------------|
| Standardni kotel             | 50 °C  | 0,0004             |
| Nizkotemperaturni            | 40 °C  | 0,0004             |
| Kondenzacijski (plinasta g.) | 35 °C  | 0,002              |
| Kondenzacijski (tekoča g.)   | 35 °C  | 0,001              |
| Biomasa (standardni kotel)   | 70 °C  | 0,0004             |

Za kotle na plinasta in tekoča goriva:  $\dot{Q}_{h,g,Pint} = 0,3 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn}$

Toplotne izgube pri vmesni obremenitvi:

$$\dot{Q}_{h,g,l,P\text{int},cor} = \frac{1 - \eta_{h,g,P\text{int},cor}}{\eta_{h,g,P\text{int},cor}} \cdot \dot{Q}_{h,g,P\text{int}} \quad [\text{kW}] \quad (93)$$

$\dot{Q}_{h,g,l,P\text{int}}$  – toplotne izgube pri vmesni obremenitvi [kW]

### Toplotne izgube pri 0% obremenitvi

Toplotne izgube pri 0% obremenitvi so določene za temperaturno razliko 30 K.

Korigirane toplotne izgube (upoštevajoč različno temperaturno razliko) so določene z:

$$\dot{Q}_{h,g,l,P0,cor} = \dot{Q}_{h,g,l,P0} \cdot \left( \frac{\theta_{h,g} - \theta_{i,g}}{30} \right)^{1,25} \quad [\text{kW}] \quad (94)$$

$\dot{Q}_{h,g,l,P0}$  – toplotne izgube v času obratovalne pripravljenosti (stand-by) [kW]. Če je proizvod certificiran, je ta podatek znan. Če vrednost ni znana, upoštevamo vrednosti iz tabele 16.

$\theta_{h,g}$  - obratovalna temperatura generatorja toplote [°C] (enačba 83)

$\theta_{i,g}$  – temperatura prostora, v katerem je kotel nameščen [°C]

Tabela 16: Toplotne izgube kotla v času obratovalne pripravljenosti  $\dot{Q}_{h,g,l,P0}$  [kW]

| Vrsta kotla       |  |
|-------------------|--|
| Standardni kotel  | $\dot{Q}_{h,g,l,P0} = \frac{\dot{Q}_{h,g,Pn} \cdot (25 - 8 \cdot \log(\dot{Q}_{h,g,Pn}))}{1000}$     |
| Nizkotemperaturni | $\dot{Q}_{h,g,l,P0} = \frac{\dot{Q}_{h,g,Pn} \cdot (17,5 - 5,5 \cdot \log(\dot{Q}_{h,g,Pn}))}{1000}$ |
| Kondenzacijski    | $\dot{Q}_{h,g,l,P0} = \frac{\dot{Q}_{h,g,Pn} \cdot (17,5 - 5,5 \cdot \log(\dot{Q}_{h,g,Pn}))}{1000}$ |

$\dot{Q}_{h,g,Pn}$  – nazivna moč kotla v kW.

### Toplotne izgube pri vmesnem razmerju obremenitve $\beta_{h,g}$ in toplotna moč $\dot{Q}_{h,g,Pn}$

Razmerje toplotne obremenitve posameznega (*i*-tega) generatorja toplote  $\beta_{h,g,i}$  pri paralelni priključitvi *j* generatorjev. Vsi generatorji delujejo istočasno: obremenitev posameznega generatorja ustreza razmerju skupne povprečne toplotne obremenitve:

$$\beta_{h,g,i} = \frac{\dot{Q}_{h,in,d}}{\sum_j \dot{Q}_{h,g,Pn,j}} \quad [-] \quad (95)$$

$\dot{Q}_{h,in,d}$  – povprečna toplotna moč oddana v razvodni ogrevalni podsistem [kW]

$$\dot{Q}_{h,in,d} = \frac{Q_{h,in,d}}{t_h} \quad [\text{kW}] \quad (96)$$

$Q_{h,in,d}$  - v razvodni sistem vnesena toplota [kWh] (glej točko 0)

$t_h$  - mesečne obratovalne ure [h] (enačba 43)

$\dot{Q}_{h,g,Pn,j}$  – nazivna toplotna moč  $j$ -tega generatorja toplote [kW]

Če moč kotla ni znana, jo lahko ocenimo s pomočjo enačbe:

$$\dot{Q}_{h,g,Pn} = 1,3 \cdot \dot{Q}_{h,max,res} \quad [\text{kW}] \quad (97)$$

$\dot{Q}_{h,max,res}$  - potrebna toplotna moč za ogrevanje s funkcijo dogrevanja v primeru mehanskega prezračevanja [kW] (enačba 309)

Če je več generatorjev toplote priključeno zaporedno, je porazdelitev razmerja obremenitve med generatorji toplote odvisna od vrste regulacije:

**a) brez prioritete:**

$$\beta_{h,g,i} = \frac{\dot{Q}_{h,in,d}}{\sum (\dot{Q}_{h,g1,Pn} + \dot{Q}_{h,g2,Pn} + \dots)} \quad [-]$$

**b) s prioriteto:**

$$\beta_{h,g,i} = \frac{\dot{Q}_{h,in,d} - \sum_i \dot{Q}_{h,g,i-1,Pn}}{\dot{Q}_{h,g,i,Pn}} \quad [-]$$

$\dot{Q}_{h,g,i-1,Pn}$  – nazivna moč ( $i-1$ ) generatorjev, ki obratujejo pri 100% obremenitvi [kW]

$\dot{Q}_{h,g,i,Pn}$  – nazivna moč  $i$ -tega generatorja, ki ne obratuje pri 100% obremenitvi [kW]

**Toplotne izgube generatorja toplote v odvisnosti od razmerja obremenitve  $\beta_{h,g}$  :**

$\beta_{h,g, test, P_{int}}$  - obremenitev kotla pri testnih pogojih za vmesno obremenitev. Za kotle na plinasta in tekoča goriva je  $\beta_{h,g, test, P_{int}} = 0,3$  in za kotle na biomaso z avtomatskim podajanjem goriva je  $0,3 < \beta_{h,g, test, P_{int}} < 0,5$ .

$$\rightarrow 0 < \beta_{h,g} < \beta_{h,g, test, P_{int}} :$$

$$\dot{Q}_{h,g,l} = \frac{\beta_{h,g}}{\beta_{h,g, test, P_{int}}} \cdot (\dot{Q}_{h,g,l, P_{int}, cor} - \dot{Q}_{h,g,l, P0, cor}) + \dot{Q}_{h,g,l, P0, cor} \quad [\text{kW}] \quad (98a)$$

$\dot{Q}_{h,g,l,P\text{int},cor}$  – toplotne izgube pri vmesni obremenitvi [kW] (enačba 93)

$\dot{Q}_{h,g,l,P0,cor}$  – toplotne izgube pri stanju obratovalne pripravljenosti [kW] (enačba 94)

→  $\beta_{h,g,est,P\text{int}} < \beta_{h,g} < 1$ :

$$\dot{Q}_{h,g,l} = \frac{\beta_{h,g} - \beta_{h,g,est,P\text{int}}}{1 - \beta_{h,g,est,P\text{int}}} \cdot (\dot{Q}_{h,g,l,Pn,cor} - \dot{Q}_{h,g,l,P\text{int},cor}) + \dot{Q}_{h,g,l,P\text{int},cor} \quad [\text{kW}] \quad (98b)$$

$\dot{Q}_{h,g,l,Pn,cor}$  – toplotne izgube pri nazivni moči [kW] (enačba 91)

$\dot{Q}_{h,g,l,P\text{int},cor}$  – toplotne izgube pri vmesni obremenitvi [kW] (enačba 93)

→ Skupne toplotne izgube v času opazovanega časovnega intervala:

$$Q_{h,g,l} = \dot{Q}_{h,g,l} \cdot (t_{h,rod} - t_{w,100\%}) \quad [\text{kWh}] \quad (99)$$

$t_{h,rod}$  – dnevne računске obratovalne ure ogrevanja [h] (enačba 49)

$t_{w,100\%}$  – časovni interval potreben za pripravo tople vode [h] (enačba 158)

### 9.8.1 Generatorji toplote s funkcijo priprave tople vode:

$$\dot{Q}_{h,w,g} = \dot{Q}_{h,in,d} + \dot{Q}_{w,g} \quad [\text{kW}] \quad (100)$$

$$\dot{Q}_{w,g} = \frac{Q_{w,out,g}}{t_{w,100\%}} \quad [\text{kW}] \quad (101)$$

$\dot{Q}_{h,in,d}$  – povprečna toplotna moč kotla oddana v razvodni ogrevalni podsystem [kW] (enačba 96)

)

$Q_{w,out,g}$  – potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

$t_{w,100\%}$  – časovni interval potreben za pripravo tople vode [h] (enačba 158)

### 9.8.2 Pomožna električna energija

$$W_{h,g,aux} = \sum \left( P_{aux,g,i} \cdot \left( t_{h,roh} - \frac{t_{w,100\%} \cdot d_M \cdot d_a}{365[d]} \right) + P_{aux,g,P0} \cdot (24 \cdot d_M - t_{h,roh}) \right) \quad [\text{kWh}] \quad (102)$$

$P_{aux,g,i}$  – moč pomožnih električnih naprav za kotel pri delni obremenitvi [kW]. (enačba 103a ali 103b)

$P_{aux,g,P0}$  – moč pomožnih električnih naprav za kotel pri 0% obremenitvi – stanje obratovalne pripravljenosti [kW]. Če vrednosti niso znane upoštevamo vrednosti iz Tabela 17.

$t_{h,roh}$  – mesečne računске obratovalne ure ogrevanja [h] (enačba 48)

$t_{w,100\%}$  – časovni interval potreben za pripravo tople vode [h] (enačba 158)

$d_M$  – število dni v mesecu [d]

$d_a$  – število dni koriščenja cone v letu (čas trajanja ogrevanja) [d]

### Moč pomožnih električnih naprav za kotel v odvisnosti od obremenitve kotla

$$0 < \beta_{h,g} < \beta_{h,g, test, P_{int}} :$$

$$P_{aux,g,i} = \frac{\beta_{h,g}}{\beta_{h,g, test, P_{int}}} \cdot (P_{aux,g, P_{int}} - P_{aux,g, P0}) + P_{aux,g, P0} \quad [\text{kW}] \quad (103a)$$

$P_{aux,g, P_{int}}$  – moč pomožnih električnih naprav pri vmesni obremenitvi [kW] (podatek proizvajalca ali Tabela 17)

$P_{aux,g, P0}$  – moč pomožnih električnih naprav pri stanju obratovalne pripravljenosti [kW] (podatek proizvajalca ali Tabela 17)

$$\beta_{h,g, test, P_{int}} < \beta_{h,g} < 1:$$

$$P_{aux,g,i} = \frac{\beta_{h,g} - \beta_{h,g, test, P_{int}}}{1 - \beta_{h,g, test, P_{int}}} \cdot (P_{aux,g, P_n} - P_{aux,g, P_{int}}) + P_{aux,g, P_{int}} \quad [\text{kW}] \quad (103b)$$

$P_{aux,g, P_n}$  – moč pomožnih električnih naprav pri nazivni moči (100% obremenitvi) [kW] (podatek proizvajalca ali Tabela 17)

$P_{aux,g, P_{int}}$  – moč pomožnih električnih naprav pri vmesni obremenitvi [kW] (podatek proizvajalca ali Tabele 17)

Tabela 17: Moč pomožnih električnih naprav  $P_{aux,g}$  [kW]

| Vrsta kotla in gorilnika                  | $P_{aux,g, P_n}$   | $P_{aux,g, P_{int}}$   | $P_{aux,g, P0}$         |
|---|--|--|-------------------------|
| Kotel z ventilatorskim gorilnikom         | $P_{aux,g, P_n} = \frac{(45 \cdot \dot{Q}_{h,g, P_n}^{0,48})}{1000}$ | $P_{aux,g, P_{int}} = \frac{(15 \cdot \dot{Q}_{h,g, P_n}^{0,48})}{1000}$ | $P_{aux,g, P0} = 0,015$ |
| Kotel z atmosferskim gorilnikom do 250 kW | $P_{aux,g, P_n} = \frac{(0,35 \cdot \dot{Q}_{h,g, P_n} + 40)}{1000}$ | $P_{aux,g, P_{int}} = \frac{(0,1 \cdot \dot{Q}_{h,g, P_n} + 20)}{1000}$  | $P_{aux,g, P0} = 0,015$ |
| Kotel z atmosferskim                      |  |  |                         |



|  |   |   |                        |
|--|---|---|------------------------|
| gorilnikom od 250 kW                     | $P_{aux,g,Pn} = \frac{(0,7 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 80)}{1000}$   | $P_{aux,g,Pint} = \frac{(0,2 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 40)}{1000}$   | $P_{aux,g,P0} = 0,015$ |
| Kotel na pelete z avtomatskim dodajanjem | $P_{aux,g,Pn} = \frac{(2,0 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 40)}{1000}$   | $P_{aux,g,Pint} = \frac{(1,8 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 40)}{1000}$   | $P_{aux,g,P0} = 0,015$ |
| Kotel na sekance                         | $P_{aux,g,Pn} = \frac{(2,6 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 60)}{1000}$   | $P_{aux,g,Pint} = \frac{(2,2 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 70)}{1000}$   | $P_{aux,g,P0} = 0,015$ |
| <b>Standardni kotel:</b>                 |   |   |                        |
| Specialni plinski kotel                  | $P_{aux,g,Pn} = \frac{(0,148 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 40)}{1000}$ | $P_{aux,g,Pint} = \frac{(0,148 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 40)}{1000}$ |                        |
| Ventilatorski kotel (olje/plin)          | $P_{aux,g,Pn} = 0,045 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn}^{0,48}$              | $P_{aux,g,Pint} = 0,015 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn}^{0,48}$              |                        |
| <b>Nizkotemperaturni kotel:</b>          |   |   |                        |
| Specialni plinski kotel                  | $P_{aux,g,Pn} = \frac{(0,148 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 40)}{1000}$ | $P_{aux,g,Pint} = \frac{(0,148 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn} + 40)}{1000}$ |                        |
| Obtočni grelnik                          | $P_{aux,g,Pn} = 0,045 \cdot \dot{Q}_{Pn}^{0,48}$                  | $P_{aux,g,Pint} = 0,015 \cdot \dot{Q}_{Pn}^{0,48}$                  |                        |
| Ventilatorski kotel (olje/plin)          | $P_{aux,g,Pn} = 0,045 \cdot \dot{Q}_{Pn}^{0,48}$                  | $P_{aux,g,Pint} = 0,015 \cdot \dot{Q}_{Pn}^{0,48}$                  |                        |
| Kondenzacijski kotel (olje/plin)         | $P_{aux,g,Pn} = 0,045 \cdot \dot{Q}_{Pn}^{0,48}$                  | $P_{aux,g,Pint} = 0,015 \cdot \dot{Q}_{Pn}^{0,48}$                  |                        |

### 9.8.3 Vračljive in vrnjene toplotne izgube

#### 9.8.3.1 Potrebna dodatna električna energija

##### Vrnjena dodatna električna energija

$$W_{h,g,rhh} = W_{h,g} \cdot (1 - b_{h,aux,g}) \cdot p_{aux,g} \quad [\text{kWh}] \quad (104)$$

$p_{aux,g}$  – del nazivne električne moči prenesene v okolico. Vrednost v nacionalnem dodatku standarda ali po naslednji enačbi:

$$p_{aux,g} = 1 - \eta_{hydraulic} \quad [-]$$

Predpostavljena vrednost za hidravlični izkoristek je  $\eta_{hydraulic} = 0,4$

$b_{h,aux,g}$  – faktor redukcije ki upošteva vpliv okolice. Vrednost v nacionalnem dodatku standarda ali predpostavljena vrednost  $b_{h,aux,g} = 0$  (generator nameščen v ogrevanem prostoru),  $b_{h,aux,g} = 0,3$  (generator nameščen v kotlovnici).

$$Q_{h,g,rhh,aux} = W_{h,g,rhh} \quad [\text{kWh}] \quad (105)$$

$Q_{h,g,rhh,aux}$  – vrnjena električna energija [kWh]

### 9.8.3.2 Toplotne izgube skozi ovoj generatorja toplote

$$Q_{h,g,rhh,env} = \dot{Q}_{h,g,l,P0,cor} \cdot (1 - k_g) \cdot p_{h,g,env} \cdot t_h \quad [\text{kWh}] \quad (106)$$

$\dot{Q}_{h,g,l,P0,cor}$  – Korigirane toplotne izgube [kW] (enačba 94)

$p_{h,g,env}$  – toplotne izgube skozi ovoj generatorja toplote kot del celotnih toplotnih izgub v času stanja obratovalne pripravljenosti. Vrednost v nacionalnem dodatku standarda ali vrednosti iz tabele 18.

$k_g$  - delež vrnjenih toplotnih izgub skozi ovoj kotla [-]

$k_g = 0,1$  za kotel nameščen v ogrevanem prostoru

$k_g = 0,2$  za kotel z atmosferskim gorilnikom, nameščen v ogrevanem prostoru

$k_g = 0,7$  za kotel nameščen v kotlovnici

$k_g = 1$  za kotel nameščen v neogrevanem prostoru (okolici)

Tabela 18: Del toplotnih izgub skozi ovoj kotla v času obratovalne pripravljenosti  $p_{gn,env}$

| Vrsta kotla             | $p_{h,g,env}$ |
|-------------------------|---------------|
| Specialni plinski kotli | 0,50          |
| Vsi ostali kotli        | 0,75          |

### 9.8.3.3 Skupne vrnjene izgube $Q_{rhh,g}$

Skupne vrnjene izgube:

$$Q_{rhh,g} = Q_{h,g,rhh,env} + Q_{h,g,rhh,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (107)$$

$Q_{h,g,rhh,env}$  - delež vrnjenih toplotnih izgub skozi ovoj kotla [kWh] (enačba 106)

$Q_{h,g,rhh,aux}$  - vrnjena dodatna električna energija [kWh] (enačba 105)

### V kotel z gorivom vnesena toplota

$$Q_{h,in,g} = Q_{h,out,g} + Q_{h,g,rhh,env} - Q_{h,g,rhh,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (108)$$

$Q_{h,out,g}$  - v razvodni ogrevalni podsistem dovedena toplota [kWh] (enačba 87)

$Q_{g,rhh,env}$  - delež vrnjenih toplotnih izgub skozi ovoj kotla [kWh] (enačba 106)

$Q_{h,g,rhh,aux}$  - vrnjena dodatna električna energija [kWh] (enačba 105)

## 9.8.4 Akumulator toplote

### 9.8.4.1 Toplotne izgube akumulatorja toplote $Q_{h,s}$

$$Q_{h,s,l} = q_s \cdot f_{povezave} \cdot \frac{\theta_{h,s} - \theta_i}{45} \cdot t_h \quad [\text{kWh}] \quad (109)$$

$Q_{h,s}$  - toplotne izgube akumulatorja toplote [kWh]

$q_s$  - toplotne izgube akumulatorja pri pogojih preizkušanja [kWh/d]

Če ni podatka, toplotne izgube  $q_s$  izračunamo s pomočjo enačbe 110

$f_{povezave}$  - faktor toplotnih izgub cevne povezave med akumulatorjem in kotlom. Če sta kotel in akumulator nameščena v istem prostoru, je:

$$f_{povezave} = 1, 2$$

Če sta kotel in akumulator nameščena v različnih prostorih, določimo toplotne izgube povezave po postopku, opisanem v točki 0 .

$\theta_{h,s}$  - temperatura vode v akumulatorju [°C]; poenostavljeno  $\theta_{h,s} = \theta_{h,g}$  (glej točko 0)

$\theta_i$  - temperatura okolice oz. prostora, v katerem je akumulator nameščen [°C]

$t_h$  - število dni ogrevanja v mesecu [h] (enačba 43)

$$q_s = 0,4 + 0,14 \cdot V^{0,45} \quad [\text{kWh/d}] \quad (110)$$

$q_s$  - toplotne izgube akumulatorja v 24 urah [kWh/d]

$V$  - nazivni volumen akumulatorja [l]

- v kombinaciji s solarnim sistemom: glej točko 0, enačba 196, 197
- v kombinaciji s toplotno črpalko:  $V = 9,5 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn}$
- v kombinaciji s kotlom na biomaso:  $V = 50 \cdot \dot{Q}_{h,g,Pn}$

#### 9.8.4.1.1 Vrnjene toplotne izgube akumulatorja toplote $Q_{h,s,rhh}$

Če je akumulator nameščen v ogrevanem prostoru, so toplotne izgube akumulatorja vrnjene:

$$Q_{h,s,rhh} = Q_{h,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (111)$$

#### 9.8.4.2 Potrebna dodatna električna energija za polnjenje akumulatorja $W_{h,s,aux}$

$$W_{h,s,aux} = \frac{P_p \cdot t_p}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (112)$$

$W_{h,s,aux}$  - potrebna dodatna električna energija za polnjenje akumulatorja [kWh]

$P_p$  - nazivna električna moč črpalke [W] (podatek ali izračun po enačbi 113)

$t_p$  - čas delovanja črpalke [h] je enak času delovanja za ogrevanje (enačba 48):  $t_p = t_{h,roh}$

$$P_p = 40 + 0,003 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \quad [\text{W}] \quad (113)$$

$P_p$  - nazivna električna moč črpalke [W]

$L_G$  - dolžina stavbe (cone) [m]

$B_G$  - širina stavbe (cone) [m]

$n_G$  - število ogrevanih nadstropij [-]

## 9.9 SISTEM / PODSISTEM ZA PRIPRAVO TOPLE VODE

Potrebna energija za zagotovitev tople vode je razdeljena v štiri podsisteme:

- Iztočni podsistem,
- Razdelilni podsistem,
- Hranilnik,
- Pripravo tople vode (grelnik)

**Potrebna toplota grelnika za toplo vodo je določena z enačbo:**

$$Q_{w,out,g} = Q_w + Q_{w,l} - Q_{rww} \quad [\text{kWh}] \quad (114)$$

$Q_w$  – potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh] (enačba 116)

$Q_{w,l}$  – toplotne izgube sistema za toplo vodo [kWh] (enačba 118)

$Q_{rww}$  – vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo [kWh] (enačba 115)

$$Q_{rww} = Q_{rww,d,aux} + Q_{rww,s,aux} + Q_{rww,g,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (115)$$

$Q_{rww,d,aux}$  – vrnjena dodatna električna energija razvodnega omrežja [kWh] (enačba 149)

$Q_{rww,s,aux}$  – vrnjena dodatna električna energija hranilnika [kWh] (enačba 155)

$Q_{rww,g,aux}$  – vrnjena dodatna električna energija grelnika [kWh] (enačba 160)

### 9.9.1 Potrebna toplota za toplo vodo

Za stanovanjske stavbe:

$$Q_w = \frac{q_w}{365} \cdot d_{w,M} \cdot A_{u,s \tan} \quad [\text{kWh}] \quad (116)$$

$Q_w$  – potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh]

$q_w$  – specifična letna raba energije za toplo vodo na iztočnem mestu [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

prevzete vrednosti: enostanovanjska hiša:  $q_w = 12$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

večstanovanjska hiša:  $q_w = 16$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

$d_{w,M}$  – število dni zagotavljanja tople vode v določenem mesecu [d]

$A_{u,stan}$  površina stanovanja (neto površina) [m<sup>2</sup>]

Za nestanovanjske stavbe se potrebna toplota za toplo vodo določi po enačbi:

$$Q_w = \frac{q_w}{365} \cdot \frac{d_{w,M} \cdot A_{referenčni}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (117)$$

$Q_w$  - potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh]

$q_w$  - specifična dnevna raba energije za toplo vodo [Wh/m<sup>2</sup>d] (glej tabelo 19)

$d_{w,M}$  - število dni zagotavljanja tople vode v določenem mesecu [d]

$A_{referenčni}$  - referenčna površina [m<sup>2</sup>]

Tabela 19: Specifična dnevna raba energije za toplo vodo

| stavba                 | $q_w$ [Wh/(m <sup>2</sup> d)] | $A_{referenčni}$           |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| poslovna / pisarne     | 30                            | površina pisarn            |
| bolnišnica             | 530                           | površina sob s posteljo    |
| šola brez tušev        | 170                           | površina učilnic           |
| šola s tuši            | 500                           | površina učilnic           |
| trgovina               | 10                            | površina prodaje           |
| industrijska stavba    | 75                            | površina proizvodnega dela |
| hotel / penzion        | 190                           | površina hotelskih sob     |
| hotel – standardni     | 450                           | površina hotelskih sob     |
| hotel – luksuzni       | 580                           | površina hotelskih sob     |
| restavracija / kantina | 1250                          | površina dela za goste     |

## 9.9.2 Toplotne izgube in potrebna električna energija

### 9.9.2.1 Toplotne izgube:

$$Q_{w,l} = Q_{w,d,l} + Q_{w,s,l} + \sum_i Q_{w,g,l} \quad [\text{kWh}] \quad (118)$$

$Q_{w,l}$  – toplotne izgube sistema za toplo vodo [kWh]

$Q_{w,d,l}$  – toplotne izgube razdelilnega sistema [kWh] (enačba 119)

$Q_{w,s,l}$  – toplotne izgube hranilnika [kWh] (enačba 122)

$Q_{w,g,l}$  – toplotne izgube podsistema za pripravo tople vode v času delovanja, mirovanja in zaradi neidealne kontrole [kWh] (poglavje 0 - enačba 131 ∨ 136)

#### 9.9.2.1.1 Toplotne izgube razdelilnega sistema $Q_{w,d,l}$

Toplotne izgube razdelilnega sistema se lahko določi z upoštevanjem dejanskih dolžin cevi ali pa z oceno dolžin (glej tabelo 21)

Toplotne izgube razdelilnega omrežja:

$$Q_{w,d,l} = \sum_i Q_{w,d,l,ind,i} + Q_{w,d,l,col} \quad [\text{kWh}] \quad (119)$$

$Q_{w,d,l,ind}$  – toplotne izgube posameznega  $i$ -tega neodvisnega razdelilnega omrežja [kWh] (enačba 120)

$Q_{w,d,l,col}$  – toplotne izgube skupnega dela razdelilnega omrežja [kWh] (enačba 120)

$$Q_{w,d,l,i} = \frac{1}{1000} \cdot U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{w,m} - \theta_i) \cdot t_{w,M} \cdot t_{w,d} \quad [\text{kWh}] \quad (120)$$

$U_i$  – specifična toplotna prehodnost [W/mK] (glej tabelo 22)

$L_i$  – dolžina cevi v posameznem odseku [m] (glej tabelo 21)

$\theta_{w,m}$  – povprečna temperatura odseka [°C] (glej tabelo 20)

$\theta_i$  – povprečna temperatura prostora [°C]

$t_{w,M}$  – čas rabe tople vode v mesecu [d/M]

$t_{w,d}$  – čas rabe tople vode v urah na dan [h/d]

sistem za toplo vodo brez cirkulacije:  $t_{w,d} = 24 \text{ h}$

sistem za toplo vodo z cirkulacijo:  $t_{w,d} = (24 - z) \text{ h}$

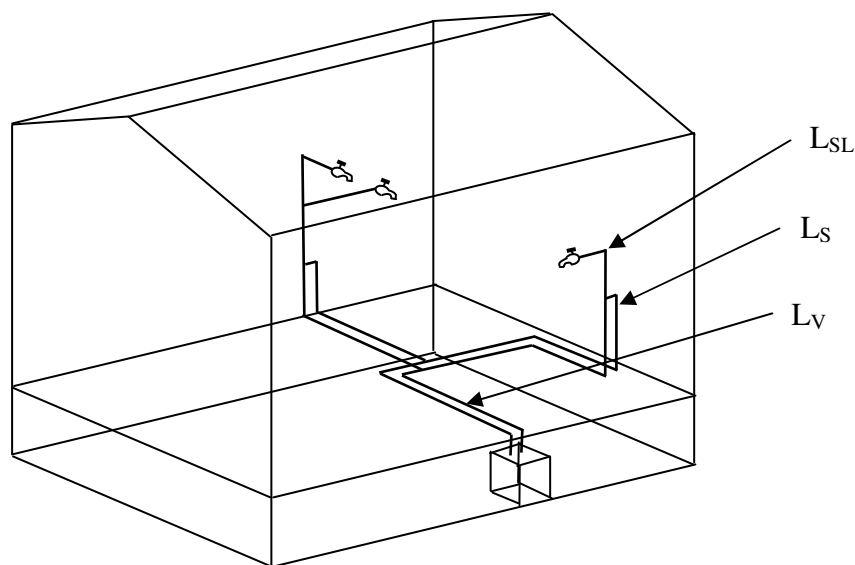
$z$  – čas delovanja cirkulacijske črpalke [h/d] (znan čas ali enačba 142)

Tabela 20: Prevezete vrednosti

|  | oznaka           | enota | vrednost            |
|--|------------------|-------|---------------------|
| temperatura okolice – ogrevani prostori                          | $\theta_i$       | °C    | 20                  |
| temperatura okolice – izven ogrevanih prostorov                  | $\theta_i$       | °C    | 13                  |
| povprečna temperatura cevovoda brez oz. izklopljeni cirkulaciji  | $\theta_{w,m}$   | °C    | $23 \cdot U^{-0,2}$ |
| povprečna temperatura cevovoda s cirkulacijo in temp. hranilnika | $\theta_{w,m}$   | °C    | 50                  |
| temperatura hladne vode  | $\theta_k$       | °C    | 10                  |
| padec temperature v cirkulacijskem vodu                          | $\Delta\theta_z$ | K     | 5                   |

### Določitev dolžine cevi v posameznem odseku

Ločimo tri različne odseke: - horizontalni razvod  $L_V$ ,  
- dvižni vod  $L_S$ ,  
- priključni vod  $L_{SL}$



Slika 3: Vrste odsekov razvodnega omrežja za distribucijo tople vode

Tabela 21: Dolžine posameznih odsekov [m]

|                                       | horizontalni<br>$L_V$                      | dvižni<br>$L_S$                                 | priključni $L_{SL}$                   |
|---------------------------------------|--|---|---------------------------------------|
| Dolžina cevododa s cirkulacijo        | $2 \cdot L_G + 0,0125 \cdot L_G \cdot B_G$ | $0,075 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$ | -                                     |
| Dolžina cevododa brez cirkulacije     | $L_G + 0,0625 \cdot L_G \cdot B_G$         | $0,038 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$ | -                                     |
| Priključni vod na instalacijski steni | -  | -   | $0,05 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$  |
| Priključni vod – standardni           | -  | -   | $0,075 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$ |

$n_G$  – število nadstropij [-]

$h_G$  – višina nadstropja [-]

$L_G$  – dolžina cone (stavbe) [m]

$B_G$  – širina cone (stavbe) [m]

Tabela 22: Toplotna prehodnost  $U_i$  za posamezne odseke [W/(mK)]

|                                      | horizontalni<br>$L_V$ | V zunanjem zidu  |                        | V notranji steni |                        |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
|                                      |                       | dvižni<br>$L_S$  | priključni<br>$L_{SL}$ | dvižni<br>$L_S$  | priključni<br>$L_{SL}$ |
| Izolirano                            | 0,200                 | 0,255            | 0,255                  | 0,255            | 0,255                  |
| Neizolirano                          |                       |                  |                        |                  |                        |
| $L_G \cdot B_G \leq 200 \text{ m}^2$ | 1,000                 | 1,000            | 1,000                  | 1,000            | 1,000                  |
| $L_G \cdot B_G \leq 500 \text{ m}^2$ | 2,000                 | 2,000            | 2,000                  | 2,000            | 2,000                  |
| $L_G \cdot B_G > 1000 \text{ m}^2$   | 3,000                 | 3,000            | 3,000                  | 3,000            | 3,000                  |
| V zunanjem zidu (ZZ)                 |                       | skupaj/koristno* |                        |                  |                        |
| ZZ neizoliran                        |                       | 1,35 / 0,80      |                        |                  |                        |
| ZZ zunaj izoliran                    |                       | 1,00 / 0,90      |                        |                  |                        |

|  |  |             |  |  |  |
|--|--|-------------|--|--|--|
| ZZ ( $U = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) |  | 0,75 / 0,55 |  |  |  |
|--|--|-------------|--|--|--|

- skupno – celotna toplotna oddaja, koristno – v prostor koristno oddana toplota

Če je cevovod (ali  $i$ -ti del cevovoda) nameščen v ogrevanem prostoru (coni) je toplotna izguba cevovoda enaka vrnjeni toploti za ogrevanje:

$$Q_{w,rwh,d} = Q_{w,d,l} \quad [\text{kWh}] \quad (121)$$

### 9.9.2.1.2 Toplotne izgube hranilnika $Q_{w,s,l}$

#### 9.9.2.1.2.1 Posredno ogrevan hranilnik

$$Q_{w,s,l} = f_{povezava} \cdot \frac{(50 - \theta_i)}{45} \cdot d_{w,M} \cdot q_{w,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (122)$$

$Q_{w,s,l}$  - toplotne izgube hranilnika [kWh]

$f_{povezava}$  - vpliv cevne povezave med hranilnikom in grelnikom in hranilnikom. Če sta nameščena v istem prostoru, je  $f_{povezava} = 1,2$ . V nasprotnem primeru je  $f_{povezava} = 1$ , toplotne izgube se izračunajo posebej po metodologiji opisani v poglavju 0. in se prištejejo enačbi 122.

$\theta_i$  - temperatura okolice hranilnika [°C]

$d_{w,M}$  - čas rabe tople vode (v določenem mesecu) [d]

$q_{w,s,l}$  - dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obratovalne pripravljenosti [kWh]. Podatek proizvajalca ali enačba 123a ali 123b.

Prevzete vrednosti:

Hranilnik z nazivnim volumnom  $V \leq 1000 \text{ l}$

$$q_{w,s,l} = 0,8 + 0,02 \cdot V^{0,77} \quad [\text{kWh}] \quad (123a)$$

Hranilnik z nazivnim volumnom  $V > 1000 \text{ l}$

$$q_{w,s,l} = 0,39 \cdot V^{0,35} + 0,5 \quad [\text{kWh}] \quad (123b)$$

Če je hranilnik nameščen v ogrevanem prostoru (coni) so toplotne izgube hranilnika enake vrnjeni toploti za ogrevanje:

$$Q_{w,rwh,s} = Q_{w,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (124)$$



## 9.9.2.1.2.2 Neposredno ogrevan hranilnik

**Hranilnik z električnim grelnikom**

$$Q_{w,s,l} = \frac{(55 - \theta_i)}{45} \cdot d_{w,M} \cdot q_{w,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (125)$$

$Q_{w,s,l}$  - toplotne izgube hranilnika [kWh]

$\theta_i$  - temperatura okolice hranilnika [°C]

$d_{w,M}$  - čas rabe tople vode (v določenem mesecu) [d] (poenostavljeno:  $d_{w,M} = d_M$ )

$q_{w,s,l}$  - dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obratovalne pripravljenosti [kWh]. Podatek proizvajalca ali po enačbi 126.

Prevzete vrednosti:

$$q_{w,s,l} = 0,29 + 0,019 \cdot V^{0,8} \quad [\text{kWh}] \quad (126)$$

$V$  – nazivni volumen hranilnika [l]

Če je hranilnik nameščen v ogrevanem prostoru (coni) je toplotna izguba hranilnika enaka vrnjeni toploti za ogrevanje:

$$Q_{w,rwh,s} = Q_{w,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (127)$$

**Hranilnik s plinskim grelnikom**

$$Q_{w,s,l} = \frac{(55 - \theta_i)}{50} \cdot d_{w,M} \cdot q_{w,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (128)$$

$Q_{w,s,l}$  - toplotne izgube hranilnika [kWh]

$\theta_i$  - temperatura okolice hranilnika [°C]

$d_{w,M}$  - čas rabe tople vode (v določenem mesecu) [d]

$q_{w,s,l}$  - dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obratovalne pripravljenosti [kWh]. Podatek proizvajalca ali po enačbi 129.

Prevzete vrednosti:

$$q_{w,s,l} = 2,0 + 0,033 \cdot V^{1,1} \quad [\text{kWh}] \quad (129)$$

$V$  – nazivni volumen hranilnika [l]

Če je hranilnik nameščen v ogrevanem prostoru (coni) je toplotna izguba hranilnika enaka vrnjeni toploti za ogrevanje:

$$Q_{w,rwh,s} = Q_{w,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (130)$$

### 9.9.2.1.3 Toplotne izgube grelnika $Q_{w,g,l}$

Računanje enako kot za kotel (glej točko 0.). Razlika je v opazovanem času.

$$Q_{w,g,l} = Q_{w,g,l,100\%} \cdot d_{w,M} + Q_{w,g,l,P0} \cdot (d_{w,M} - d_{h,rod}) \quad [\text{kWh}] \quad (131)$$

Če je  $d_{h,rod} > d_{w,M}$  potem je  $(d_{w,M} - d_{h,rod}) = 0$

$Q_{w,g,l}$  - toplotne izgube grelnika (kotla) [kWh]

$Q_{w,g,l,100\%}$  - dnevne toplotne izgube grelnika (kotla) pri obratovanju z nazivno močjo [kWh]  
(enačba 132)

$Q_{w,g,l,P0}$  - dnevne toplotne izgube grelnika (kotla) v stanju obratovalne pripravljenosti [kWh]  
(enačba 133)

$d_{w,M}$  - čas rabe tople vode (v določenem mesecu) [d]

$d_{h,rod}$  - mesečni računski obratovalni dnevi [d] (enačba 46)

$$Q_{w,g,l,100\%} = \frac{(f_{Hs/Hi} - \eta_{w,g,Pn})}{\eta_{w,g,Pn}} \cdot \frac{Q_{w,out,g}}{d_{w,M}} \quad [\text{kWh}] \quad (132)$$

$f_{Hs/Hi}$  - razmerje zgorevalna toplota / kurilnost (glej tabelo 23)

$\eta_{w,g,Pn}$  - izkoristek grelnika (kotla) pri nazivni moči (100% obremenitvi). Če ni znane vrednosti upoštevamo vrednost iz tabele 13.

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota grelnika (kotla) za toplo vodo [kWh] (enačba 114)

Tabela 23: Razmerje zgorevalna toplota / kurilnost za različne energente

| energent       | $f_{Hs/Hi}$ |
|----------------|-------------|
| ELKO           | 1,06        |
| zemeljski plin | 1,11        |
| UNP            | 1,09        |
| les            | 1,08        |

$$Q_{w,g,l,P0} = q_{w,g,\theta} \cdot \frac{\dot{Q}_{w,g,Pn}}{\eta_{w,g,Pn}} \cdot (t_{w,d} - t_{w,100\%}) \cdot f_{Hs/Hi} \quad [\text{kWh}] \quad (133)$$

$t_{w,d}$  - čas rabe tople vode v urah na dan [h/d] (glej 0.)

$t_{w,100\%}$  - časovni interval potreben za pripravo tople vode [h] (enačba 158)

$\dot{Q}_{w,g,Pn}$  - nazivna moč grelnika (kotla) za toplo vodo [kW]

$q_{w,g,\theta}$  - specifične toplotne izgube grelnika (kotla) pri temperaturi kotla  $\theta$  [°C] [-]

$$q_{w,g,\theta} = q_{w,g,70} \cdot \frac{(\theta_{w,g,m} - \theta_i)}{(70 - 20)} \quad [\text{kWh}] \quad (134)$$

$q_{w,g,70}$  - specifične toplotne izgube kotla pri srednji temperaturi vode v kotlu 70 °C [-]  
(glej tabelo 24)

$\theta_{w,g,m}$  - srednja temperatura vode v kotlu [°C]. Za poenostavitev lahko prevzamemo za sisteme z delujočo cirkulacijo v stanju obratovalne pripravljenosti 50 °C, za kombinirane kotle, obtočne grelnike in sisteme brez oziroma izklopljeno cirkulacijo 40 °C.

$\theta_i$  - temperatura okolice [°C]

Tabela 24: Specifične toplotne izgube kotla  $q_{w,g,70}$  [-] v odvisnosti od vrsta kotla in nazivne moči  $\dot{Q}_{w,g,Pn}$  [kW]

| Vrsta kotla   | $q_{w,g,70}$  |
|---|---|
| Standardni kotel  |   |
| Plinski kotel   | $q_{w,g,70} = \frac{8,5 \cdot \dot{Q}_{w,g,Pn}^{-0,4}}{100}$  |
| Plinski / oljni kotel z ventilatorskim gorilnikom   | $q_{w,g,70} = \frac{8,5 \cdot \dot{Q}_{w,g,Pn}^{-0,4}}{100}$  |
| Kotel na biomaso  | $q_{w,g,70} = \frac{14 \cdot \dot{Q}_{w,g,Pn}^{-0,28}}{100}$  |
| Nizkotemperaturni kotel   |   |
| Plinski kotel   | $q_{w,g,70} = \frac{4,5 \cdot \dot{Q}_{w,g,Pn}^{-0,4}}{100}$  |
| Obtočni grelnik (kombinirani kotel 11 kW, 18 kW in 24 kW)   | $q_{w,g,70} = 0,022$  |
| Kombinirani kotel z integriranim grelnikom vode po pretočnem principu in majhnim hranilnikom (2 < V 10 l)                         | $q_{w,g,70} = 0,022$  |
| Kombinirani kotel z integriranim grelnikom vode po pretočnem principu (V < 2 l)   | $q_{w,g,70} = 0,012$  |
| Plinski / oljni kotel z ventilatorskim gorilnikom   | $q_{w,g,70} = \frac{4,25 \cdot \dot{Q}_{w,g,Pn}^{-0,4}}{100}$ |
| Kondenzacijski kotel (olje / plin)  |   |
| Kombinirani kotel z integriranim grelnikom vode po pretočnem principu in majhnim hranilnikom (2 < V 10 l) (11 kW, 18 kW in 24 kW) | $q_{w,g,70} = 0,022$  |
| Kombinirani kotel z integriranim grelnikom vode po pretočnem principu (V < 2 l) (11 kW, 18 kW in 24 kW)                           | $q_{w,g,70} = 0,012$  |

Če je kotel nameščen v ogrevanem prostoru (coni) je toplotna izguba grelnika enaka vrnjeni toploti za ogrevanje:

$$Q_{w,rwh,g} = Q_{w,g,l} \quad [\text{kWh}] \quad (135)$$

### Toplotne izgube plinskega grelnika z neposrednim ogrevanjem hranilnika

$$Q_{w,g,l} = Q_{w,g,l,Pn} \cdot d_{w,M} \quad [\text{kWh}] \quad (136)$$

$Q_{w,g,l}$  - toplotne izgube grelnika [kWh]

$Q_{w,g,l,Pn}$  - toplotne izgube grelnika pri nazivni moči [kWh]

$d_{w,M}$  - čas rabe tople vode (v določenem mesecu) [d]

$$Q_{w,g,l,Pn} = \frac{f - \eta_{w,g,Pn}}{\eta_{w,g,Pn}} \cdot \frac{Q_{w,out,g}}{d_{w,M}} \quad [\text{kWh}] \quad (137)$$

$f$  – faktor za upoštevanje vrste goriva: UNP:  $f = 1,09$   
zemeljski plin:  $f = 1,11$

$\eta_{w,g,Pn}$  - izkoristek gorilnika pri nazivni moči [-]. Podatek proizvajalca ali vrednost iz Tabela 13

Če je grelnik nameščen v ogrevanem prostoru (coni) je toplotna izguba grelnika enaka vrnjeni toploti za ogrevanje:

$$Q_{w,rwh,g} = Q_{w,g,l} \quad [\text{kWh}] \quad (138)$$

### 9.9.2.2 Potrebna električna energija

$$W_{w,aux} = W_{w,d,aux} + W_{w,s,aux} + \sum_i W_{w,g,aux,i} \quad [\text{kWh}] \quad (139)$$

$W_{w,d,aux}$  – potrebna električna energija za razdelilni sistem [kWh] (poglavje 0.)

$W_{w,s,aux}$  – potrebna električna energija za hranilnik [kWh] (poglavje 0.)

$W_{w,g,aux,i}$  – potrebna električna energija za  $i$ -ti generator toplote [kWh] (poglavje 0.)

#### 9.9.2.2.1 Potrebna električna energija za cirkulacijsko črpalko $W_{w,d,aux}$

$$W_{w,d,aux} = W_{w,d,hydr} \cdot e_{w,d,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (140)$$

$W_{w,d,aux}$  – potrebna električna energija za cirkulacijsko črpalko [kWh]

$W_{w,d,hydr}$  - potrebna hidravlična energija [kWh] (enačba 141)

$e_{w,d,aux}$  – faktor rabe električne energije črpalke [-] (enačba 147)

$$W_{w,d,hydr} = \frac{P_{hydr} \cdot d_{w,M} \cdot z}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (141)$$

$P_{hydr}$  – hidravlična moč črpalke [W] (enačba 143)

$d_{w,M}$  – število dni zagotavljanja tople vode v določenem mesecu [d]

$z$  – čas delovanja črpalke (v urah na dan) [h]

$$z = 10 + \frac{1}{0,07 + \frac{50}{0,32 \cdot L \cdot B \cdot n_G \cdot h_g}} \quad [\text{h}] \quad (142)$$

$n_G$  – število nadstropij [-]

$h_G$  – višina nadstropja [-]

$L$  – dolžina cone (stavbe) [m]

$B$  – širina cone (stavbe) [m]

Pri uporabi zgornje enačbe za določitev časa delovanja cirkulacijske črpalke moramo paziti, da čas  $z$  ni večji od 24 ur.

$$P_{hydr} = 0,2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \quad [\text{W}] \quad (143)$$

$\Delta p$  – tlačni padec [kPa] (enačba 146)

$\dot{V}$  – volumski pretok [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] (enačba 144)

Volumski pretok v cirkulacijski zanki je odvisen od toplotnih izgub v cirkulacijski zanki  $\dot{Q}_{w,d}$  in maksimalne dopustne temperature razlike vode v cirkulacijski zanki  $\Delta\theta_z$ :

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{w,d}}{1,15 \cdot \Delta\theta_z \cdot 1000} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (144)$$

$$\dot{Q}_{w,d} = \sum U_{w,d,i} \cdot L_i \cdot (57,5 - \theta_{i,h}) \quad [\text{W}] \quad (145)$$

$$\Delta\theta_z = 5 \text{ K}$$

$U_{w,d,i}$  - toplotna prehodnost  $i$ -tega odseka  $V$ ,  $S$  in  $SL$  [W/mK]

$\theta_{i,h}$  - standardna temperatura prostora [°C]

$$\Delta p = 0,1 \cdot L_{\max} + \sum \Delta p_{RV,TH} + \Delta p_{App} \quad [\text{kPa}] \quad (146)$$

$L_{\max}$  – največja dolžina cevi [m]

Prevzeta vrednost:  $L_{\max} = 2 \cdot (L_G + 2,5 + n_G + h_g)$

$L_G$  - največja dolžina stavbe [m]

$\Delta p_{RV,TH}$  – tlačni padec vgrajenih armature (npr. protipovratni ventil – indeks  $RV$ , termostadni ventil – indeks  $TH$ ) [kPa]

$\Delta p_{RV,TH} = 12$  kPa      prevzeta vrednost

$\Delta p_{App}$  – tlačni padec na generatorju toplote [kPa]

Prevzeta vrednost:    sistem s hranilnikom:  $\Delta p_{App} = 1$  kPa  
pretočni sistem:       $\Delta p_{App} = 15$  kPa

### Faktor rabe električne energije črpalke $e_{w,d}$

$$e_{w,d,aux} = f_e \cdot C_{p1} + C_{p2} \quad [-] \quad (147)$$

$f_e$  – faktor učinkovitosti črpalke [-]

$C_{p1}, C_{p2}$  – konstanta (upošteva vrsto regulacije črpalke) [-]

neznana črpalka: 
$$f_e = \left[ 1,25 + \left( \frac{200}{P_{hydr}} \right)^{0,5} \right] \cdot b$$

$b = 1$  – črpalka po projektu  
 $b = 2$  – črpalka ni po projektu

znana črpalka: 
$$f_e = \frac{P_{Pump}}{P_{hydr}}$$

$C_p$  – upošteva regulacijo črpalke:

ni regulacije:  $C_{p1} = 0,25$ ,  $C_{p2} = 0,94$

z regulacijo:  $C_{p1} = 0,50$ ,  $C_{p2} = 0,63$

### Vrnjena električna energija

$$Q_{w,d,r} = 0,5 \cdot W_{w,d,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (148)$$

$Q_{w,d,r}$  - vračljiva električna energija [kWh]

$W_{h,d,aux}$  – potrebna električna energija [kWh] (enačba 140).

Delež vrnjene energije v ogrevni medij:

$$Q_{rvw,d,aux} = 0,25 \cdot W_{w,d,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (149)$$

Delež vrnjene energije v okoliški zrak, če je črpalka nameščena v ogrevanem prostoru (coni):

$$Q_{w,rwh,d,aux} = 0,25 \cdot W_{h,d,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (150)$$

### 9.9.2.2.2 Potrebna električna energija za polnjenje posredno ogrevanega hranilnika $W_{w,s,aux}$

$$W_{w,s,aux} = 0,001 \cdot P_p \cdot t_p \quad [\text{kWh}] \quad (151)$$

$W_{w,s,aux}$  - potrebna električna energija za pogon črpalke [kWh]

$P_p$  - nazivna moč črpalke [W]. Podatek proizvajalca ali prevzeta vrednost (enačba 152).

$t_p$  - čas delovanja črpalke [h] (enačba 153)

Prevzete vrednosti:

$$P_p = 44 + 0,005 \cdot V_{hranilnika}^{1,43} \quad [\text{W}] \quad (152)$$

$$t_p = \frac{Q_{w,out,g} \cdot 1,1}{\dot{Q}_{w,g,Pn}} \quad [\text{h}] \quad (153)$$

$Q_{w,out,g}$  – potrebna toplota grelnika za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

$\dot{Q}_{w,g,Pn}$  - nazivna moč grelnika [kW]

### Vrnjena električna energija

$$Q_{w,s,r} = 0,5 \cdot W_{w,s,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (154)$$

$Q_{w,s,r}$  - vračljiva električna energija [kWh]

$W_{w,s,aux}$  – potrebna električna energija [kWh].

Delež vrnjene energije v ogrevni medij:

$$Q_{rww,s} = 0,25 \cdot W_{w,s,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (155)$$

Delež vrnjene energije v okoliški zrak, če je črpalka nameščena v ogrevanem prostoru (coni):

$$Q_{w,rwh,s} = 0,25 \cdot W_{w,s,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (156)$$

### 9.9.2.2.3 Potrebna električna energija za delovanje kotla $W_{w,g,aux}$

$$W_{w,g,aux} = P_{w,g,aux,Pn} \cdot t_{w,100\%} \cdot d_{w,M} + P_{w,g,aux,P0} \cdot (24 - t_{w,100\%}) \cdot (d_{w,M} - d_{h,rod}) \quad [\text{kWh}] \quad (157)$$

Če je  $d_{h,rod} > d_{w,M}$  potem je  $(d_{w,M} - d_{h,rod}) = 0$

$P_{w,g,aux,Pn}$  - moč pomožnih električnih naprav za kotel pri nazivni obremenitvi [kWh]. Podatek proizvajalca ali prevzeta vrednost iz *Tabela 17*.

$P_{w,g,aux,P0}$  - toplotne izgube grelnika (kotla) pri nazivni moči [kWh]. Glej točko 0.

$d_{w,M}$  - čas rabe tople vode (v določenem mesecu) [d]

$d_{h,rod}$  - mesečni računski obratovalni dnevi [d] (enačba 46)

$t_{w,100\%}$  - čas delovanja kotla pri nazivni moči za zagotavljanje toplote za toplo vodo [h]

$$t_{w,100\%} = \frac{Q_{w,out,g}}{\dot{Q}_{w,g,Pn} \cdot d_{w,M}} \quad [\text{h}] \quad (158)$$

$Q_{w,out,g}$  – potrebna toplota grelnika za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

$\dot{Q}_{w,g,Pn}$  - nazivna moč kotla za pripravo tople vode [kW]

### Vrnjena električna energija

$$Q_{w,rww,g,aux} = W_{w,g,aux} \cdot (1 - b_{w,aux,g}) \cdot p_{aux,g} \quad [\text{kWh}] \quad (159)$$

$p_{aux,g}$  – del nazivne električne moči prenesene v okolico [-]. Vrednost v nacionalnem dodatku standarda ali po naslednji enačbi:

$$p_{aux,g} = 1 - \eta_{hydraulic} \quad [-]$$

Predpostavljena vrednost za hidravlični izkoristek je  $\eta_{hydraulic} = 0,4$

$b_{w,aux,g}$  – faktor redukcije ki upošteva vpliv okolice. Vrednost v nacionalnem dodatku standarda ali predpostavljena vrednost  $b_{w,aux,g} = 1$  (generator nameščen v ogrevanem prostoru),  $b_{w,aux,g} = 0$  (generator nameščen v neogrevanem prostoru).

$$Q_{rww,g} = Q_{w,rww,g,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (160)$$

$Q_{w,rww,g,aux}$  - na toplo vodo prenesena vrnjena električna energija generatorja toplote [kWh] (enačba 156)

### Vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo, prenesene na ogrevalni del

Prenesene toplotne izgube razvodnega omrežja

$$Q_{rwh,d} = Q_{w,rwh,d} + Q_{rwh,d,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (161)$$

$Q_{w,rwh,d}$  - vrnjena toplota zaradi toplotnih izgub razvodnega omrežja [kWh] (enačba 121)



$Q_{rwh,d,aux}$  - vrnjena toplota zaradi cirkulacijskih črpalk razvodnega omrežja [kWh]  
(enačba 147)

Prenesene toplotne izgube hranilnika toplote

$$Q_{rwh,s} = Q_{w,rwh,s} + Q_{w,rwh,s,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (162)$$

$Q_{w,rwh,s}$  - vrnjena toplota zaradi toplotnih izgub hranilnika toplote [kWh]  
(enačba 124 ali 127 ali 130)

$Q_{w,rwh,s,aux}$  - vrnjena toplota zaradi cirkulacijskih črpalk hranilnika toplote [kWh] (enačba 156)

Prenesene toplotne izgube generatorja toplote

$$Q_{rwh,g} = Q_{w,rwh,g} \quad [\text{kWh}] \quad (163)$$

$Q_{w,rwh,g}$  - vrnjena toplota zaradi toplotnih izgub razvodnega omrežja generatorja toplote  
[kWh] (enačba 135 ali 138)

Skupne vrnjene toplotne izgube:

$$Q_{w,reg} = Q_{rwh,d} + Q_{rwh,s} + Q_{rwh,g} \quad [\text{kWh}] \quad (164)$$

$Q_{rwh,d}$  - vrnjena toplota zaradi toplotnih izgub razvodnega omrežja [kWh] (enačba 161)

$Q_{rwh,s}$  - vrnjena toplota zaradi toplotnih izgub hranilnika toplote [kWh] (enačba 162)

$Q_{rwh,g}$  - vrnjena toplota zaradi toplotnih izgub razvodnega omrežja generatorja toplote [kWh]  
(enačba 163)

## 9.10 SOLARNI TOPLOTNI SISTEMI

Za izračun toplotnih dobitkov solarnega toplotnega sistema, potrebne električne energije in vračljivih toplotnih izgub sta glede na razpoložljive podatke o sistemu možni dve metodi:

- metoda z upoštevanjem podatkov o sistemu, dobljenih eksperimentalno ali z meritvami po standardu SIST EN 12976-2
- metoda z upoštevanjem podatkov o posameznih komponentah sistema

9.10.1 Metoda z upoštevanjem podatkov o solarnem toplotnem sistemu (OSIST EN 12976 – 2)

9.10.1.1 Samostojni sistem in sistem s predgrevanjem

Letni toplotni dobitki solarnega sistema  $Q_{out,sol,a}$  so:

$$Q_{out,sol,a} = f_{sol} \cdot Q_{load,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (enačba 165)$$

$f_{sol}$  – faktor za upoštevanje dejanske letne toplote [-] (enačba 167)

$Q_{load,sol}$  – dejanska letna toplota dovedena v sistem [kWh] (enačba 166)

$$Q_{load,sol} = Q_{h,in,d} + Q_{w,out,g} \quad [\text{kWh}] \quad (\text{enačba 166})$$

$Q_{h,in,d}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota [kWh] (enačba 82)

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota grelnika za toplo vodo [kWh] (enačba 114)

V enačbi 165 je za toploto posameznih sistemov treba upoštevati, ali je solarni sistem namenjen ogrevanju prostorov, ogrevanju tople vode ali za oboje.

$$f_{sol} = f_{sol,i-1} + \frac{f_{sol,i+1} - f_{sol,i-1}}{Q_{d,i+1} - Q_{d,i-1}} \cdot (Q_d - Q_{d,i-1}) \quad [-] \quad (167)$$

Indeksa  $i-1$  in  $i+1$  ustrežata najbližjim vrednostim nad in pod dejansko vrednostjo  $Q_d$ .

Zaradi koherentnosti enot s standardom OSIS EN 12976-2 je

$$Q_d = Q_{load,sol} \cdot 3,6 \quad [\text{MJ}] \quad (168)$$

Mesečna toplota solarnega sistema  $Q_{out,sol,M}$ :

$$Q_{out,sol,M} = \frac{G_M \cdot t_M}{G_a \cdot t_a} \cdot Q_{out,sol,a} \quad [\text{kWh}] \quad (169)$$

$G_M$  – povprečno urno sončno obsevanje na površino kolektorja v obravnavanem časovnem intervalu (meseču) [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$t_M$  – mesečni – časovni interval v urah

$G_a$  – povprečno urno sončno obsevanje na površino kolektorja v letnem časovnem intervalu [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$t_a$  – število ur v letu ( $t_a = 8760 \text{ h}$ )

$Q_{out,sol,a}$  - letni toplotni dobitki solarnega sistema [kWh] (enačba 165)

**Omejitev:** Toplota solarnega sistema ne more biti negativna. Če je negativna, potem je toplota enaka 0.

Toplota solarnega sistema ne more biti večja od potrebne toplotne obremenitve. Če je večja, potem je toplota solarnega sistema enaka potrebni toploti.

### 9.10.1.2 Solarni toplotni sistem v kombinaciji z dopolnilnim sistemom

Letni toplotni dobitki solarnega sistema z dopolnilnim (dodatnim) sistemom so:

$$Q_{out,sol,a} = Q_{load,sol} - Q_{bu,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (170)$$

$Q_{load,sol}$  – dejanska letna toplota dovedena v sistem [kWh] (enačba 171)

$$Q_{load,sol} = Q_{h,in,d} + Q_{w,out,g} \quad [\text{kWh}] \quad (171)$$

$Q_{h,in,d}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota [kWh] (enačba 75)

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota grelnika za toplo vodo [kWh] (enačba 114)

$Q_{bu,sol}$  – potrebna dodatna toplota zaradi dodatnega grelnika [kWh] (enačba 172)

$$Q_{bu,sol} = Q_{bu,sol,i-1} + \frac{Q_{bu,sol,i+1} - Q_{bu,sol,i-1}}{Q_{d,i+1} - Q_{d,i-1}} \cdot (Q_d - Q_{d,i-1}) \quad [\text{kWh}] \quad (172)$$

Indeksa  $i-1$  in  $i+1$  ustrežata najbližjim vrednostim nad in pod dejansko vrednostjo  $Q_d$ . Zaradi koherentnosti enot s standardom OSIST EN 12976-2 je

$$Q_d = Q_{load,sol} \cdot 3,6 \quad [\text{MJ}] \quad (173)$$

Mesečna toplota solarnega sistema:

$$Q_{out,sol,M} = \frac{G_M \cdot t_M}{G_a \cdot t_a} \cdot Q_{out,sol,a} \quad [\text{kWh}] \quad (174)$$

$G_M$  – povprečno urno sončno obsevanje na površino kolektorja v obravnavanem časovnem intervalu (meseču) [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$t_M$  – mesečni časovni interval v urah [h]

$G_a$  – povprečno urno sončno obsevanje na površino kolektorja v letnem časovnem intervalu [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$t_a$  – število ur v letu ( $t_a = 8760$  h)

$Q_{out,sol,a}$  - letni toplotni dobitki solarnega sistema z dopolnilnim sistemom [kWh] (enačba 170)

**Omejitve:** Toplota solarnega sistema ne more biti negativna. Če je negativna, potem je toplota enaka 0.

Toplota solarnega sistema ne more biti večja od potrebne toplotne (obremenitve). Če je večja, potem je toplota solarnega sistema enaka potrebni toploti.

### 9.10.1.3 Dodatna potrebna energija

(1) Če solarni toplotni sistem deluje termosifonsko, potem ni dodatne potrebne energije (električne).

(2) Letna dodatna energija za delovanje solarnega sistema je določena glede na zahteve standarda OSIST EN 12976-2 kot  $Q_{par}$  [MJ]. Za določitev dejanske letne dodatne energije je

potrebna interpolacija, kot je opisana v točki 0. Dobljen rezultat je zaradi koherentnosti enot potrebno pretvoriti :

$$W_{p,sol} = \frac{Q_{par,i}}{3,6} \quad [\text{kWh}] \quad (175)$$

$Q_{par,i}$  – interpolirana letna vrednost  $Q_{par}$  [MJ] ( po OSIST EN 12976-2 )

Mesečne vrednosti dodatne energije so določene s porazdelitvijo letne dodatne energije glede na mesečno porazdelitev sončnega obsevanja.

### 9.10.1.4 Izgube

#### 9.10.1.4.1 Toplotne izgube solarnega hranilnika

Toplotne izgube solarnega hranilnika so določene s koeficientom toplotne prehodnosti  $UA$  [W/K]. Le-ta je v primeru znanega hranilnika določen v skladu s standardom OSIST EN 12977-3; v primeru neznanega hranilnika ga izračunamo s pomočjo enačbe:

$$UA = 0,16 \cdot V_S^{0,5} \quad [\text{W/K}] \quad (176)$$

$V_S$  – volumen solarnega hranilnika [l]

Za solarni sistem, namenjen segrevanju tople vode, so toplotne izgube določene z enačbo:

$$Q_{s,sol,l} = UA \cdot (\theta_{\text{set point}} - \theta_i) \cdot \left( \frac{Q_{out,sol,M}}{Q_{w,out,g}} \right) \cdot \frac{t_M}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (177)$$

$t_M$  – mesečni časovni interval v urah [h]

$\theta_{\text{set point}}$  – nastavljena temperatura tople vode (  $\theta_{\text{set point}} = 60^\circ\text{C}$  )

$\theta_i$  – povprečna temperatura prostora, v katerem je hranilnik [ $^\circ\text{C}$ ]

$Q_{out,sol,M}$  - mesečna toplota solarnega sistema [kWh] (enačba 169 ali 174)

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

Za solarni sistem namenjen ogrevanju prostorov za toplotne izgube določene z enačbo:

$$Q_{s,sol,l} = UA \cdot (\theta_{\text{set point}} - \theta_i) \cdot \left( \frac{Q_{out,sol,M}}{Q_{h,in,d}} \right) \cdot \frac{t_M}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (178)$$

$\theta_{\text{set point}}$  – povprečna temperatura ogrevnega medija ( glej točko 0, 0 in 0 )

$Q_{out,sol,M}$  - mesečna toplota solarnega sistema [kWh] (enačba 169 ali 174)

$Q_{h,in,d}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota [kWh] (enačba 75)

## 9.10.1.4.2 Toplotne izgube primarnega krogotoka

Toplotne izgube primarnega krogotoka so:

- v primeru izoliranih cevi:

$$Q_{d,sol,l} = 0,02 \cdot Q_{load,s} \cdot \left( \frac{Q_{out,sol}}{Q_{load,s}} \right) \quad [\text{kWh}] \quad (179)$$

- v primeru neizoliranih cevi:

$$Q_{d,sol,l} = 0,05 \cdot Q_{load,s} \cdot \left( \frac{Q_{out,sol}}{Q_{load,s}} \right) \quad [\text{kWh}] \quad (180)$$

## 9.10.1.4.3 Vrnjene toplotne izgube solarnega toplotnega sistema

Vračljive toplotne izgube primarne obtočne črpalke:

$$W_{p,rhh,sol} = 0,5 \cdot W_{p,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (181)$$

$W_{p,sol}$  - potrebna dodatna električna energija primarne obtočne črpalke solarnega sistema  
[kWh] (enačba 175)

Vrnjene toplotne izgube obtočne črpalke

- v medij solarnega sistema

$$Q_{p,rhw,sol} = 0,25 \cdot W_{p,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (182)$$

- v okoliški zrak

$$Q_{p,rhh,sol} = 0,25 \cdot W_{p,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (183)$$

Skupne vrnjene toplotne izgube  $Q_{rhh,sol}$  so določene z enačbo:

$$Q_{rhh,sol} = Q_{s,sol,l} \cdot b_i + Q_{d,sol,l} \cdot b_i + Q_{p,rhh,sol} \cdot b_i \quad [\text{kWh}] \quad (184)$$

$Q_{s,sol,l}$  - toplotne izgube solarnega hranilnika [kWh] (enačba 177 ali 178)

$Q_{d,sol,l}$  - toplotne izgube primarnega krogotoka [kWh] (enačba 179 ali 180)

$Q_{p,rhh,sol}$  - vrnjene toplotne izgube obtočne črpalke primarnega krogotoka [kWh]  
(enačba 183)

Med ogrevalno sezono so vrnjeni deleži toplotnih izgub:

- 100 % , če je komponenta nameščena v ogrevalnem prostoru ( $b_i = 1$ ),
- 50 % , če je komponenta nameščena v neogrevanemu prostoru ( $b_i = 0,5$ ),

- 0 % , če je komponenta nameščena zunaj stavbe ( $b_i = 0$ )

## 9.10.2 Metoda z upoštevanjem podatkov o posameznih komponentah sistemov

### 9.10.2.1 Mesečni toplotni dobitki solarnega sistema

Mesečni toplotni dobitki solarnega sistema so določeni z enačbo:

$$Q_{out,sol} = (a \cdot Y + b \cdot X + c \cdot Y^2 + d \cdot X^2 + e \cdot Y^3 + f \cdot X^3) \cdot Q_{load,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (185)$$

$Q_{load,sol}$  – glej točko 0

Za sistem, namenjen pripravi tople vode:

$$Q_{out,w,sol} = (a \cdot Y + b \cdot X + c \cdot Y^2 + d \cdot X^2 + e \cdot Y^3 + f \cdot X^3) \cdot Q_{w,out,g} \quad [\text{kWh}] \quad (186a)$$

Za sistem, namenjen ogrevanju:

$$Q_{out,h,sol} = (a \cdot Y + b \cdot X + c \cdot Y^2 + d \cdot X^2 + e \cdot Y^3 + f \cdot X^3) \cdot Q_{h,in,d} \quad [\text{kWh}] \quad (186b)$$

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota grelnika za toplo vodo [kWh] (enačba 114)

$Q_{h,in,d}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota [kWh] (enačba 75)

Za kombinirani solarni sistem, namenjen ogrevanju in pripravi tople vode, izračunamo delež toplotne obremenitve za ogrevanje in pripravo tople vode za posamezni mesec:

$$P_{w,sol} = \frac{Q_{load,w,sol}}{Q_{load,h,sol} + Q_{load,w,sol}} \quad [-] \quad (187)$$

$$P_{h,sol} = \frac{Q_{load,h,sol}}{Q_{load,h,sol} + Q_{load,w,sol}} \quad [-] \quad (188)$$

Mesečne toplotne dobitke določimo z enačbo 186a in 186b, pri čemer upoštevamo korigirano efektivno površino SSE glede na delež pokrivanja potrebne toplote za ogrevanje in pripravo tople vode za posamezni mesec:

- za ogrevanje:  $A = A \cdot P_{h,sol} \quad [\text{m}^2]$
- za pripravo tople vode:  $A = A \cdot P_{w,sol} \quad [\text{m}^2]$

S pomočjo korigirane efektivne površine SSE izračunamo tudi brezdimenzijska faktorja X (enačba 189) in Y (enačba 198).

$a, b, c, d, e$  – korelacijski koeficienti, določeni v odvisnosti od vrste hranilnika ali sistema ogrevanja (glej tabelo 25)

$X, Y$  – brezdimenzijski faktorji

Tabela 25 : Korelacijski koeficienti

| korelacijski koeficient | vrsta sistema   |                 |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
|                         | vodni hranilnik | talno ogrevanje |
| $a$                     | 1,029           | 0,863           |
| $b$                     | -0,065          | -0,147          |
| $c$                     | -0,245          | -0,263          |
| $d$                     | 0,0018          | 0,008           |
| $e$                     | 0,0215          | 0,029           |
| $f$                     | 0               | 0,025           |

$$X = A \cdot U_C \cdot \eta_{loop} \cdot \Delta T \cdot c_{cap} \cdot \frac{t_M}{Q_{load, sol} \cdot 1000} \quad [-] \quad (189)$$

$A$  – efektivna (ali korigirana efektivna) površina SSE v skladu s OSIST EN 12975-2 [ $m^2$ ]

$U_C$  – koeficient toplotnih izgub kolektorske zanke ( SSE + cevi ) [ $W/m^2K$ ]

$$U_C = a_1 + a_2 \cdot 40 + \frac{U \cdot L}{A} \quad [W/m^2K] \quad (190)$$

$a_1, a_2$  – koeficient toplotnih izgub in temperaturna odvisnost le-teh. Oba parametra sta podana v rezultatih preizkušanja SSE po OSIST EN 12975-2. V kolikor teh podatkov ni, upoštevamo naslednje vrednosti:

$$a_1 = 1,8 \frac{W}{m^2 K} \quad (\text{vakuumski SSE})$$

$$a_1 = 3,5 \frac{W}{m^2 K} \quad (\text{zastekljen SSE})$$

$$a_1 = 15 \frac{W}{m^2 K} \quad (\text{nezastekljen SSE})$$

$$a_2 = 0 \frac{W}{m^2 K}$$

$U \cdot L$  - koeficient toplotnih izgub vseh cevi v kolektorski zanki. Če ta vrednost ni znana, upoštevamo enačbo:

$$U \cdot L = 5 + 0,5 \cdot A \left[ \frac{W}{m^2 K} \right] \quad (191)$$

$\eta_{loop}$  - učinkovitost kolektorske zanke vključno s prenosnikom toplote

$$\eta_{loop} = 0,9$$

$$\text{ali izračunamo: } \eta_{loop} = 1 - \Delta \eta \quad (192)$$

$$\Delta\eta = \frac{\eta_0 \cdot A \cdot a_1}{(U \cdot A)_{hx}} \quad (\text{glej OSIST EN 12977-2}) \quad (193)$$

$\Delta T$  – referenčna temperaturna razlika

$$\Delta T = \theta_{ref} - \theta_{e,M} \quad (194)$$

$\theta_{e,M}$  – povprečna mesečna zunanja temperatura [°C]

$\theta_{ref}$  – referenčna temperatura, odvisna od uporabe sistema in vrste hranilnika toplote:

- ogrevanje:  $\theta_{ref} = 100^\circ\text{C}$
- priprava tople vode:  $\theta_{ref} = 11,6 + 1,18 \cdot \theta_{hw} + 3,86 \cdot \theta_{cw} - 1,32 \cdot \theta_{e,M} \quad [^\circ\text{C}] \quad (195)$

$\theta_{hw}$  – temperatura tople vode ( $\theta_{hw} = 40^\circ\text{C}$ )

$\theta_{cw}$  – temperatura hladne vode ( $\theta_{cw} = 10^\circ\text{C}$ )

$c_{cap}$  - korekcijski koeficient kapacitete hranilnika [-]

$$c_{cap} = \left( \frac{V_{ref}}{V_S} \right)^{0,25} \quad [-] \quad (196)$$

$V_{ref}$  – referenčni volumen (75 l/m<sup>2</sup> SSE) [l]

$V_S$  – volumen hranilnika [l]

- V primeru solarnega sistema s predgrevanjem je  $V_S = V_n$

$V_n$  – nazivni volumen

- V primeru dodatnega sistema je

$$V_S = V_n \cdot (1 - f_{aux}) \quad (197)$$

$V_n$  – nazivni volumen hranilnika

$f_{aux}$  – delež volumna hranilnika, namenjen segrevanju z dodatnim sistemom

$f_{aux} = 0,5$  za vertikalne hranilnike

$f_{aux} = 0,66$  za horizontalne hranilnike

$$Y = A \cdot IAM \cdot \eta_0 \cdot \eta_{loop} \cdot \frac{G_M \cdot t_M}{Q_{load,sol} \cdot 1000} \quad [-] \quad (198)$$

$A$  – efektivna površina SSE v skladu s OSIST EN 13975-2

$IAM$  – korekcija vpadnega kota SSE (=  $K_{50}(\tau\alpha)$ ) glede na vrednost pri preizkušanju SSE po standardu OSIST EN 12975-2



V kolikor podatek ni znan, upoštevamo naslednje vrednosti:

- za zastekljen SSE:  $IAM = 0,94$
- za nezastekljen SSE:  $IAM = 1,00$
- za vakuumski SSE s ploščatim absorberjem:  $IAM = 0,97$
- za vakuumski SSE s cevnim absorberjem:  $IAM = 1,00$

$\eta_0$  – učinkovitost SSE pri mrtvem teku. Podatek iz meritev po standardu OSIST EN 12975-2; v kolikor to ni možno, upoštevamo vrednost:

$$\eta_0 = 0,8$$

$\eta_{loop}$  – učinkovitost kolektorske zanke vključno s prenosnikom toplote

$$\eta_{loop} = 0,9$$

ali izračunamo:  $\eta_{loop} = 1 - \Delta\eta$  (199)

$$\Delta\eta = \frac{\eta_0 \cdot A \cdot a_1}{(U \cdot A)_{hx}} \quad (\text{glej OSIST EN 12977-2}) \quad (200)$$

$G_M$  – povprečno urno sončno obsevanje na površino kolektorja v obravnavanem časovnem intervalu (meseču) [W/m<sup>2</sup>]

$t_M$  – mesečni časovni interval v urah [h]

$Q_{load,sol}$  – dejanska letna toplota dovedena v sistem [kWh] - glej točko 0

**Omejitve:** Toplota solarnega sistema ne more biti negativna. Če je negativna, potem je toplota enaka 0.

Toplota solarnega sistema ne more biti večja od potrebne toplotne (obremenitve). Če je večja, potem je toplota solarnega sistema enaka potrebni toploti.

### 9.10.2.2 Dodatna potrebna energija

Če solarni toplotni sistem deluje termosifonsko, potem ni dodatne potrebne energije (električne).

Dodatna potrebna energija za delovanje obtočnih črpalk v solarnem toplotnem sistemu je določena z enačbo:

$$W_{p,sol} = \frac{P_p \cdot t_p}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (201)$$

$P_p$  – vsota nazivnih priključnih moči obtočnih črpalk [W]. Če ta vrednost ni znana, upoštevamo:

$$P_p = 25 + 2 \cdot A \quad [\text{W}] \quad (202)$$

$A$  – efektivna površina SSE [m<sup>2</sup>]

$t_p$  – čas delovanja črpalke v urah [h]. V skladu s standardom OSIST EN 12976 je  $t_p = 2000$  h. Mesečna vrednost časa delovanja je določena s porazdelitvijo letnega časa glede na mesečno porazdelitev sončnega obsevanja

### 9.10.2.3 Izgube

#### 9.10.2.3.1 Toplotne izgube solarnega hranilnika

Toplotne izgube solarnega hranilnika so določene s koeficientom toplotne prehodnosti  $UA$  [W/K]. Le-ta je v primeru znanega hranilnika določen v skladu s standardom SIST EN 12977-3; v primeru neznanega hranilnika ga izračunamo s pomočjo enačbe:

$$UA = 0,16 \cdot V_s^{0,5} \quad [\text{W/K}] \quad (203)$$

$V_s$  – volumen solarnega hranilnika [l]

Za solarni sistem, namenjen segrevanju tople vode, so toplotne izgube določene z enačbo:

$$Q_{s,sol,l} = UA \cdot (\theta_{\text{set point}} - \theta_i) \cdot \left( \frac{Q_{out,sol}}{Q_{load,sol}} \right) \cdot \frac{t_M}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (204)$$

$Q_{out,sol}$  - mesečni toplotni dobitki solarnega sistema [kWh] (enačba 185)

$Q_{load,sol}$  - glej točko 0

$t_M$  – mesečni časovni interval v urah [h]

$\theta_{\text{set point}}$  – nastavljena temperatura tople vode ( $\theta_{\text{set point}} = 60^\circ\text{C}$ )

$\theta_i$  – povprečna temperatura prostora, v katerem je hranilnik [ $^\circ\text{C}$ ]

Za solarni sistem namenjen ogrevanju prostorov za toplotne izgube določene z enačbo:

$$Q_{s,sol,l} = UA \cdot (\theta_{\text{set point}} - \theta_i) \cdot \left( \frac{Q_{out,sol}}{Q_{load,sol}} \right) \cdot \frac{t_M}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (205)$$

$\theta_{\text{set point}}$  – povprečna temperatura ogrevnega medija (glej točko 0, 0 in 0)

$Q_{out,sol}$  - mesečni toplotni dobitki solarnega sistema [kWh] (enačba 185)

$Q_{load,sol}$  - glej točko 0

#### 9.10.2.2.2 Toplotne izgube razvodnega sistema

Toplotne izgube razvodnega sistema so:

- v primeru izoliranih cevi:

$$Q_{d,sol,l} = 0,02 \cdot Q_{load,sol} \cdot \left( \frac{Q_{out,sol}}{Q_{load,sol}} \right) \quad [\text{kWh}] \quad (206)$$

- v primeru neizoliranih cevi:

$$Q_{d,sol,l} = 0,05 \cdot Q_{load,sol} \cdot \left( \frac{Q_{out,sol}}{Q_{load,sol}} \right) \quad [\text{kWh}] \quad (207)$$

$Q_{load,sol}$  – dejanska letna toplota dovedena v sistem [kWh] (enačba 171)

$Q_{out,sol}$  - mesečna toplota solarnega sistema [kWh] (enačba 185)

#### 9.10.2.3.2 Vrnjene toplotne izgube solarnega toplotnega sistema

Izračunajo se po postopku, opisanem v točki 0 .

#### 9.10.2.3.3 Potrebna toplota dodatnega vira toplote

$$Q_{bu,sol} = Q_{load,sol} - Q_{out,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (208)$$

$Q_{bu,sol}$  - potrebna toplota dodatnega generatorja toplote [kWh]

$Q_{load,sol}$  - potrebna toplota, dovedena v sistem [kWh] (enačba 166)

$Q_{out,sol}$  - toplotni dobitki solarnega sistema [kWh] (enačba 185)

- za solarni sistem, namenjen samo pripravi tople vode:

$$Q_{bu,w,sol} = Q_{w,out,g} - Q_{out,w,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (209)$$

$Q_{bu,w,sol}$  - potrebna toplota dodatnega generatorja toplote za pripravo tople vode [kWh]

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

$Q_{out,w,sol}$  - toplota solarnega sistema za pripravo tople vode [kWh] (enačba 186a)

- za solarni sistem, namenjen samo ogrevanju

$$Q_{bu,h,sol} = Q_{h,in,d} - Q_{out,h,sol} \quad [\text{kWh}] \quad (210)$$

$Q_{bu,h,sol}$  - potrebna toplota dodatnega generatorja toplote za ogrevanje [kWh]

$Q_{h,in,d}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota [kWh] (enačba 82)

$Q_{out,h,sol}$  - toplota solarnega sistema za ogrevanje [kWh] (enačba 186b)

## 9.11 FOTONAPETOSTNI SISTEM (PV)

Električna energija PV sistema je določena z enačbo:

$$Q_{PV} = \frac{H_i \cdot P_0 \cdot R_p}{G_{ref}} \quad [\text{kWh}] \quad (211)$$

$H_i$  – letno sončno obsevanje PV sistema [ $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$ ]

$P_0$  – vršna moč pri standardnih preskusnih pogojih  
( $\theta = 25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $G_{ref} = 1 \text{ kW}/\text{m}^2$ )

$R_p$  – faktor učinkovitosti PV sistema (glej tabelo 27)

$G_{ref}$  – referenčno sončno sevanje ( $G_{ref} = 1 \text{ kW}/\text{m}^2$ )

- Letno sončno obsevanje PV sistema  $H_i$

$$H_i = H_{hor} \cdot FT \quad (212)$$

$H_{hor}$  – letno sončno obsevanje na horizontalno površino

Podatek po standardu SIST EN ISO 15927-4

$FT$  – korekcijski faktor za upoštevanje nagiba in smer PV modula glede na sončno obsevanje  
Podatek po standardu SIST EN ISO 15927-4

- Vršna moč PV modula  $P_0$

Vršna moč PV modula je določena pri standardnih preizkusnih pogojih. V kolikor ta podatek ni dostopen, lahko upoštevamo naslednjo enačbo:

$$P_0 = RS \cdot A \quad [\text{kW}] \quad (213)$$

$RS$  – faktor vršne moči, odvisen od vrste PV modula – (glej tabelo 26)

$A$  – površina modula

Tabela 26: Vrednosti faktorja vršne moči

| Tip PV modula                                     | RS<br>$\text{kW}/\text{m}^2$ |
|---|------------------------------|
| monokristaliničen silicij                         | 0,12 – 0,18                  |
| poliskristalni silicij                            | 0,10 – 0,16                  |
| tankoplastni amorfn silicij                       | 0,04 – 0,08                  |
| ostali tankoplastni                               | 0,035                        |
| tankoplastni<br>baker – indij – galij - diselenid | 0,105                        |
| tankoplastni kadmijev telurid                     | 0,095                        |

- Faktor učinkovitosti PV sistema  $R_p$

Faktor Učinkovitosti PV sistema upošteva način vgradne PV sistema.

Tabela 27: Vrednosti faktorja učinkovitosti PV sistema

| način vgradnje PV modulov                              | $R_p$ |
|--|-------|
| -  | -     |
| neprezračevani moduli                                  | 0,70  |
| zmerno prezračevani moduli                             | 0,75  |
| zelo prezračevani moduli<br>ali prisilno prezračevanje | 0,80  |

## 9.12 TOPLOTNA ČRPALKA

Za izračun potrebne energije za delovanje toplotne črpalke (TČ) so potrebni naslednji meteorološki podatki:

- zunanja projektna temperatura
- pogostost zunanje povprečne urne temperature v mesečnem časovnem intervalu za temperaturni interval 1K

Za podatke o pogostosti zunanje povprečne urne temperature se lahko upošteva vrednosti iz standardnega meteorološkega leta. Pogostost zunanje povprečne letne urne vrednosti temperature se izračuna po naslednjih korakih:

- 1) Določitev letne pogostosti:  
Povprečne urne temperature se razvrsti v temperaturne razrede s korakom po 1 K, z začetkom pri najnižji zunanji temperaturi
- 2) Določitev skupne lete pogostosti:  
Letna pogostost zunanje temperature je določena kot vsota ur v posameznih temperaturnih intervalih:

$$N_k = \sum_{i=1}^k n_i \quad [\text{h}] \quad (214)$$

$N$  – skupno (kumulativno) število ur

$k$  – število razredov s temperaturnim korakom 1 K

$n_i$  – število ur v posameznem ( $i$  – tem) razredu

$i$  – števec razredov od 1 do  $k$

- 3) Določitev stopinj – ur ogrevanja  
Za vsak razred se določi stopinje – ure ogrevanja glede na temperaturno razliko med temperaturo  $i$  – tega razreda in notranjo projektno temperaturo:

$$HDH_i = n_i \cdot (\theta_i - \theta_{Oa,i}) \quad [\text{Kh}] \quad (215)$$

$HDH_i$  – število stopinj – ur za  $i$ –ti temperaturni razred

$n_i$  – število ur za  $i$ –ti temperaturni razred

$\theta_i$  – notranja projektna temperatura

$\theta_{Oa,i}$  – zunanja temperatura za  $i$ –ti razred

- 4) Določitev skupnega števila stopinj – ur ogrevanja:  
 Skupno število stopinj – ur ogrevanja za določen temperaturni interval  $k$  je izračunano kot vsota stopinj – ur ogrevanja za vse temperaturne korake od 1 do  $k$ :

$$CHDH_{\theta_k} = \sum_{i=1}^k HDH_i \quad [\text{Kh}] \quad (216)$$

$CHDH_{\theta_k}$  - skupno število stopinj – ur do temperature  $\theta_k$

$HDH_i$  – stopinje – ure za  $i$  – ti temperaturni razred

$k$  – število razredov

$i$  – števec razredov

Obratovalni pogoji za posamezni razred so določeni s srednjo temperaturo. Predpostavljeno je, da obratovalna točka določa obratovalne pogoje za cel razred.

Obratovalne točke izberemo tako, da ustrezajo pogojem preizkušanja po standardu SIST EN 255 oziroma skupini standardov SIST EN 14511.

Temperaturne meje med dvema razredoma so določene s sredino med dvema obratovalnima točkama, zaokroženo na celoštevilčno vrednost.

Za vsak razred je določena toplotna moč in COP po metodi preizkušanja, določena po standardih SIST EN 255 in SIST EN 14511.

Tabela 28: Urne vrednosti zunanje temperature (Standardno meteorološko leto za Ljubljano)

| zunanja temp. °C | januar | februar | marec | april | maj | junij | julij | avgust | september | oktober | november | december | vsota $\Sigma$ |     |
|------------------|--------|---------|-------|-------|-----|-------|-------|--------|-----------|---------|----------|----------|----------------|-----|
| -17              | 1      | 0       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 1              |     |
| -16              | 0      | 0       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 0              |     |
| -15              | 0      | 0       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 0              |     |
| -14              | 0      | 0       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 0              |     |
| -13              | 5      | 1       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 6              |     |
| -12              | 6      | 6       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 12             |     |
| -11              | 5      | 2       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 7              |     |
| -10              | 11     | 1       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 12             |     |
| -9               | 24     | 5       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 6              | 35  |
| -8               | 20     | 6       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 3              | 29  |
| -7               | 39     | 10      | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 9              | 58  |
| -6               | 54     | 9       | 0     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 11             | 74  |
| -5               | 42     | 14      | 1     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 30             | 87  |
| -4               | 40     | 12      | 6     | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 0        | 111            | 169 |
| -3               | 49     | 35      | 17    | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 6        | 82             | 189 |
| -2               | 54     | 48      | 26    | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 28       | 42             | 198 |
| -1               | 33     | 58      | 34    | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 36       | 49             | 210 |
| 0                | 46     | 92      | 29    | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 0        | 49       | 50             | 266 |
| 1                | 80     | 91      | 57    | 0     | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 5        | 38       | 96             | 367 |
| 2                | 83     | 73      | 58    | 16    | 0   | 0     | 0     | 0      | 0         | 0       | 8        | 72       | 74             | 384 |

|    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |     |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|
| 3  | 48 | 66 | 46 | 25 | 0  | 0  | 0  | 0   | 1  | 5  | 58 | 50 | 299 |
| 4  | 41 | 23 | 47 | 27 | 0  | 0  | 0  | 0   | 3  | 26 | 34 | 19 | 220 |
| 5  | 23 | 16 | 65 | 40 | 1  | 0  | 0  | 0   | 1  | 36 | 44 | 34 | 260 |
| 6  | 16 | 24 | 61 | 50 | 6  | 0  | 0  | 0   | 4  | 51 | 52 | 44 | 308 |
| 7  | 9  | 21 | 72 | 56 | 14 | 0  | 0  | 0   | 10 | 84 | 43 | 19 | 328 |
| 8  | 7  | 24 | 66 | 64 | 22 | 0  | 0  | 0   | 15 | 64 | 54 | 13 | 329 |
| 9  | 3  | 26 | 38 | 59 | 56 | 7  | 0  | 0   | 20 | 66 | 42 | 2  | 319 |
| 10 | 4  | 1  | 37 | 65 | 83 | 15 | 5  | 0   | 45 | 67 | 24 | 0  | 346 |
| 11 | 1  | 6  | 24 | 59 | 76 | 26 | 11 | 5   | 44 | 42 | 27 | 0  | 321 |
| 12 | 0  | 2  | 26 | 40 | 71 | 55 | 10 | 2   | 51 | 62 | 33 | 0  | 352 |
| 13 | 0  | 0  | 24 | 46 | 57 | 34 | 9  | 6   | 55 | 57 | 38 | 0  | 326 |
| 14 | 0  | 0  | 6  | 40 | 51 | 42 | 33 | 31  | 83 | 47 | 21 | 0  | 354 |
| 15 | 0  | 0  | 2  | 29 | 42 | 51 | 59 | 63  | 69 | 48 | 10 | 0  | 373 |
| 16 | 0  | 0  | 2  | 21 | 45 | 51 | 86 | 100 | 55 | 27 | 11 | 0  | 398 |
| 17 | 0  | 0  | 0  | 22 | 42 | 45 | 59 | 101 | 45 | 19 | 0  | 0  | 333 |
| 18 | 0  | 0  | 0  | 23 | 32 | 45 | 68 | 77  | 33 | 14 | 0  | 0  | 292 |
| 19 | 0  | 0  | 0  | 13 | 23 | 45 | 41 | 60  | 27 | 6  | 0  | 0  | 215 |
| 20 | 0  | 0  | 0  | 10 | 23 | 49 | 54 | 44  | 31 | 7  | 0  | 0  | 218 |
| 21 | 0  | 0  | 0  | 7  | 22 | 46 | 38 | 44  | 30 | 2  | 0  | 0  | 189 |
| 22 | 0  | 0  | 0  | 4  | 34 | 40 | 26 | 35  | 19 | 1  | 0  | 0  | 159 |
| 23 | 0  | 0  | 0  | 2  | 16 | 37 | 39 | 34  | 14 | 0  | 0  | 0  | 142 |
| 24 | 0  | 0  | 0  | 2  | 17 | 32 | 24 | 29  | 19 | 0  | 0  | 0  | 123 |
| 25 | 0  | 0  | 0  | 0  | 9  | 26 | 37 | 47  | 27 | 0  | 0  | 0  | 146 |
| 26 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 19 | 46 | 27  | 9  | 0  | 0  | 0  | 102 |
| 27 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 22 | 48 | 23  | 8  | 0  | 0  | 0  | 102 |
| 28 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 22 | 22 | 16  | 2  | 0  | 0  | 0  | 62  |
| 29 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 8  | 10 | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 18  |
| 30 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 11 | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 14  |
| 31 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 3   |
| 32 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 5  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 5   |

Tabela 29: Mesečna vsota ur za posamezne razrede v skladu s pogoji preizkušanja po SIST EN 255 oz. SIST EN 14511 ( Standardno meteorološko leto za Ljubljano)  $n_i$

|         | temperaturni razred           | W - 7     | W2      | W7     | W10     | W20      | mesečna vsota |
|---------|-------------------------------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------------|
|         | temperature preizkušanja [°C] | -7        | 2       | 7      | 10      | 20       |               |
|         | meje temperatur [°C]          | -15 do -2 | -2 do 4 | 4 do 8 | 8 do 15 | 15 do 32 |               |
| januar  | ure                           | 350       | 331     | 55     | 8       | 0        | 744           |
| februar | ure                           | 149       | 403     | 85     | 35      | 0        | 672           |
| marec   | ure                           | 50        | 271     | 264    | 157     | 2        | 744           |
| april   | ure                           | 0         | 68      | 210    | 338     | 104      | 720           |
| maj     | ure                           | 0         | 0       | 43     | 436     | 265      | 744           |
| junij   | ure                           | 0         | 0       | 0      | 230     | 490      | 720           |

|                   |     |     |      |      |      |      |      |
|-------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| julij             | ure | 0   | 0    | 0    | 127  | 617  | 744  |
| avgust            | ure | 0   | 0    | 0    | 107  | 637  | 744  |
| septembe<br>r     | ure | 0   | 4    | 30   | 367  | 319  | 720  |
| oktober           | ure | 0   | 44   | 235  | 389  | 76   | 744  |
| november          | ure | 34  | 287  | 193  | 195  | 11   | 720  |
| december          | ure | 294 | 338  | 110  | 2    | 0    | 744  |
| vsota<br>$\Sigma$ | ur  | 877 | 1746 | 1225 | 2391 | 2521 | 8760 |

### 9.12.1 Potrebna energija za ogrevanje in pripravo tople vode

#### 9.1.2.1.1 Ogrevanje

Dovedena energija za ogrevanje je izračunana za posamezne temperaturne razrede s pomočjo utežnega faktorja:

$$w_{h,i} = \frac{Q_{h,in,d,i}}{Q_{h,in,d}} = \frac{CHDH_{\theta_{upper,i}} - CHDH_{\theta_{lower,i}}}{CHDH_i} \quad [-] \quad (217)$$

$w_{h,i}$  – utežni faktor TČ za ogrevanje za  $i$ -ti temperaturni razred

$Q_{h,in,d,i}$  – v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota za  $i$ -ti temperaturni razred (enačba 218)

$$Q_{h,in,d,i} = Q_{h,in,d} \cdot w_{h,i} \quad [\text{kWh}] \quad (218)$$

$Q_{h,in,d}$  – v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota [kWh] (enačba 82)

Če se TČ koristi v kombinaciji s solarnim sistemom za ogrevanje, je v razvodni sistem ogrevalnega sistema potrebna vnesena toplota enaka toploti dodatnega grelnika za solarni sistem:

$$Q_{h,in,d} = Q_{bu,h,sol} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{bu,h,sol}$  - potrebna toplota dodatnega grelnika [kWh] (enačba 210)

$CHDH_{\theta_{upper,i}}$  – skupno število stopinj – ur do zgornje temperaturne meje  $i$  – tega temperaturnega razreda [Kh] (enačba 216)

$CHDH_{\theta_{lower,i}}$  – skupno število stopinj – ur do spodnje temperaturne meje  $i$  – tega temperaturnega razreda [Kh] (enačba 216)

$CHDH_i$  – skupno število stopinj – ur do zgornje meje zunanje temperature, do katere TČ deluje [Kh] (enačba 216, pri čemer je  $\theta_k$  spodnja meja zunanje temperature, do katere TČ deluje)

Čas posameznega temperaturnega razreda se izračuna kot razlika skupnega časa pri zgornji in spodnji meji  $i$  – tega razreda:

$$t_i = (n_{hours,\theta_{upper,i}} - n_{hours,\theta_{lower,i}}) \quad [\text{h}] \quad (219)$$



$t_i$  – časovni interval  $i$  – tega razreda [h]

$n_{hours, \theta_{upper}, i}$  – skupno število ur do zgornje temperaturne meje  $i$  – tega temperaturnega razreda [h]

$n_{hours, \theta_{lower}, i}$  – skupno število ur do spodnje meje  $i$  – tega temperaturnega razreda [h]

Opombe: Čas ogrevanja je enak vsoti časov  $t_i$ . Če je predvideno izklapljanje električnega napajanja TČ, npr. zaradi specifičnega tarifnega sistema, je efektivni čas v  $i$  – tem razredu določen z enačbo:

$$t_{i,eff} = t_i \cdot \frac{24h - t_{co}}{24h} \quad [h] \quad (220)$$

$t_{i,eff}$  – efektivni čas  $i$  – tega razreda [h]

$t_i$  – čas  $i$  – tega razreda [h] (enačba 219)

$t_{co}$  – potrebni čas mirovanja TČ med posameznimi vklopi v 1 dnevu [h] (vhodni podatek – profil koriščenja TČ)

$$t_{eff} = \sum_i t_{i,eff} \quad [h] \quad (221)$$

### 9.12.1.2 Priprava tople vode

Dovedena energija za pripravo tople vode je izračunana za posamezne temperaturne razrede s pomočjo utežnega faktorja:

$$w_{w,i} = \frac{Q_{w,out,g,i}}{Q_{w,out,g}} = \frac{t_i}{t_t} \quad [-] \quad (222)$$

$w_{w,i}$  – utežni faktor TČ za pripravo tople vode za  $i$  – ti temperaturni razred [-]

$Q_{w,out,g,i}$  – potrebna toplota za pripravo tople vode za  $i$  – ti temperaturni razred [kWh] (enačba 223)

$t_i$  – časovni interval  $i$  – tega razreda [h] (enačba 219)

$t_t$  – čas delovanja TČ za pripravo tople vode, npr. celoletno delovanje [h]

$$Q_{w,out,g,i} = Q_{w,out,g} \cdot w_{w,i} \quad [kWh] \quad (223)$$

$Q_{w,out,g}$  – potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

Če se TČ koristi v kombinaciji s solarnim sistemom za pripravo tople vode, je potrebna toplota za pripravo tople vode enaka potrebni toploti dodatnega grelnika za pripravo tople vode za solarni sistem:

$$Q_{w,out,g} = Q_{bu,w,sol} \quad [kWh] \quad (224)$$

$Q_{bu,w,sol}$  – potrebna toplota dodatnega grelnika solarnega sistema za pripravo tople

vode [kWh] (enačba 209)

 $t_i$  – časovni interval  $i$  – tega razreda [h] (enačba 219) $t_r$  – čas delovanja TČ za pripravo tople vode, npr. celoletno delovanje [h]

## 9.12.2 Toplotna moč TČ in COP pri nazivni obremenitvi

Toplotna moč in COP toplotne črpalke je določena z meritvami po standardu SIST EN 255 in SIST EN 14511. V kolikor ni podatkov o COP, lahko upoštevamo vrednosti iz tabel 30, 31 in 32.

Tabela 30: TČ zrak / voda, izstopna temperatura 35°C in 50°C

| Izstopna temperatura<br>$\theta_{si}$ | 35°C |      |      |      |      | 50°C |      |      |      |      |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                       | -7°C | 2°C  | 7°C  | 15°C | 20°C | -7°C | 2°C  | 7°C  | 15°C | 20°C |
| Zunanja temperatura<br>$\theta_{so}$  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Relativna toplotna moč                | 0,72 | 0,88 | 1,04 | 1,25 | 1,36 | 0,68 | 0,84 | 1,00 | 1,24 | 1,29 |
| COP ( sodobne TČ )                    | 2,7  | 3,1  | 3,7  | 4,3  | 4,9  | 2,0  | 2,3  | 2,8  | 3,3  | 3,5  |
| COP ( TČ 1979 – 1994 )                | 2,4  | 2,8  | 3,3  | 3,6  | 4,4  | 1,8  | 2,1  | 2,5  | 3,0  | 3,2  |

Tabela 31: TČ slanica / voda, izstopna temperatura 35°C in 50°C

| Izstopna temperatura $\theta_{si}$    | 35°C |      |      | 50°C |      |      |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                       | -5°C | 0°C  | 5°C  | -5°C | 0°C  | 5°C  |
| Primarna temperatura<br>$\theta_{so}$ |      |      |      |      |      |      |
| Relativna toplotna moč                | 0,88 | 1,00 | 1,12 | 0,85 | 0,98 | 1,09 |
| COP ( sodobne TČ )                    | 3,7  | 4,3  | 4,9  | 2,6  | 3,0  | 3,4  |
| COP ( TČ 1979 – 1994 )                | 3,0  | 3,5  | 4,0  | 2,1  | 2,4  | 2,8  |

Tabela 32: TČ voda / voda, izstopna temperatura 35°C in 50°C

| Izstopna temperatura $\theta_{si}$    | 35°C |      | 50°C |      |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
|                                       | 10°C | 15°C | 10°C | 15°C |
| Primarna temperatura<br>$\theta_{so}$ |      |      |      |      |
| Relativna toplotna moč                | 1,07 | 1,20 | 1,00 | 1,13 |
| COP ( sodobne TČ )                    | 5,5  | 6,0  | 3,8  | 4,1  |
| COP ( TČ 1979 – 1994 )                | 4,6  | 5,0  | 3,2  | 3,4  |

## 9.12.2.1 Ogrevanje

Toplotna moč in COP toplotne črpalke je določena s pomočjo meritev v skladu s skupino standardov SIST EN 14511.

## 9.12.2.1.1 Korekcija COP za temperaturno razliko na kondenzatorju

Temperaturna razlika na kondenzatorju je odvisna od masnega pretoka na strani kondenzatorja in toplotne moči TČ:

$$\Delta\theta = \frac{\dot{Q}_{T\check{C}} \cdot 1000}{\dot{m}_w \cdot c_w} \quad [\text{K}] \quad (225)$$

$\Delta\theta$  - temperaturna razlika na kondenzatorju

$\dot{Q}_{T\check{C}}$  - toplotna moč TČ [kW] ( nazivna toplotna moč – podatek TČ )

$\dot{m}_w$  - masni pretok na strani kondenzatorja [kg/s]

$c_w$  – specifična toplota vode  $[4186 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}]$

V skladu s preizkušanjem TČ po standardu OSIST EN 14511 je temperaturna razlika  $\Delta\theta = 5\text{K}$  in pri tej temperaturni razliki določen masni pretok, ki je konstanten za vse obratovalne točke.

Če je temperaturna razlika med pogoji preizkušanja in obratovalnimi pogoji različna, potem upoštevamo korekcijo COP:

$$COP_{\Delta\theta} = COP_{\text{standard}} \cdot \left[ 1 - \frac{\frac{\Delta\theta_{\text{standard}} - \Delta\theta_{op}}{2}}{\left\{ \theta_{si} - \frac{\Delta\theta_{\text{standard}}}{2} + \Delta\theta_{si} - (\theta_{so} - \Delta\theta_{so}) \right\}} \right] \quad \left[ \frac{\text{W}}{\text{W}} \right] \quad (226)$$

$COP_{\Delta\theta}$  - korigirani COP za različne temperaturne razlike med preizkušanjem in obratovanjem  
[ $\frac{\text{W}}{\text{W}}$ ]

$COP_{\text{standard}}$  - COP pri standardni pogojih preizkušanja [ $\frac{\text{W}}{\text{W}}$ ]

$\Delta\theta_{\text{standard}}$  - temperaturna razlika na strani kondenzatorja pri standardnih pogojih preizkušanja  
[K]

$\Delta\theta_{op}$  - temperaturna razlika na strani kondenzatorja pri obratovalnih pogojih ogrevalnega sistema [K]

$\theta_{si}$  - temperatura ponora toplote [°C]

$\Delta\theta_{si}$  - povprečna temperaturna razlika med ogrevalnim medijem in hladivom v kondenzatorju  
[K]

$\theta_{so}$  - temperatura vira toplote [°C]

$\Delta\theta_{so}$  - povprečna temperaturna razlika med medijem za prenos toplote in hladivom v uparjalniku [K]

Za sisteme TČ z vodo lahko predpostavimo, da je:

$$\Delta\theta_{si} = \Delta\theta_{so} = 4\text{K}$$

in za sisteme TČ z zrakom:

$$\Delta\theta_{si} = \Delta\theta_{so} = 15\text{K}$$

V kolikor ni razpoložljivih podatkov, lahko upoštevamo vrednosti iz tabele 33.

Tabela 33: Korigirani  $COP_{\Delta\theta}$  pri različnih temperaturah vira toplote

| Vrsta TČ  |   | $COP_{\Delta\theta}$ [-]  |
|---|---|---|
| zrak / voda, $\theta_{si}$<br>izstopna temp. 35°C | $\theta_{so,i} < 7^\circ\text{C}$                       | $COP_{\Delta\theta} = COP + 0,078 \cdot (\theta_{so,i}-7)$            |
|   | $\theta_{so,i} > 7^\circ\text{C}$                       | $COP_{\Delta\theta} = COP + 0,070 \cdot (\theta_{so,i}-7)$            |
| zrak / voda, $\theta_{si}$<br>izstopna temp. 50°C | $\theta_{so,i} < 7^\circ\text{C}$                       | $COP_{\Delta\theta} = 0,77 \cdot COP + 0,064 \cdot (\theta_{so,i}-7)$ |
|   | $\theta_{so,i} > 7^\circ\text{C}$                       | $COP_{\Delta\theta} = 0,77 \cdot COP + 0,046 \cdot (\theta_{so,i}-7)$ |
| slanica / voda,                                   | $\theta_{si} = \text{izstopna temp. } 35^\circ\text{C}$ | $COP_{\Delta\theta} = COP + 0,011 \cdot \theta_{so,i}$                |
|   | $\theta_{si} = \text{izstopna temp. } 50^\circ\text{C}$ | $COP_{\Delta\theta} = 0,72 \cdot COP + 0,07 \cdot \theta_{so,i}$      |
| voda / voda,                                      | $\theta_{si} = \text{izstopna temp. } 35^\circ\text{C}$ | $COP_{\Delta\theta} = COP$  |
|   | $\theta_{si} = \text{izstopna temp. } 50^\circ\text{C}$ | $COP_{\Delta\theta} = 0,72 \cdot COP$                                 |

$\theta_{so,i}$  - temperatura vira toplote za  $i$ -ti temperaturni razred

Tabela 34: Temperatura vira toplote  $\theta_{so,i}$

| Vir toplote   | $\theta_{so,i}$ [°C]  |
|---|---|
| Zunanji zrak  | $\theta_{so,i} = \frac{1}{2} \cdot (\theta_{\text{upper},i} - \theta_{\text{lower},i})$ |
| Sistem slanica / voda,<br>površinski kolektorski sistem | $\theta_{so,i} = 1,5 + 0,15 \cdot \theta_{e,M}$   |
| Sistem slanica / voda,<br>globinski sistem              | 10°C  |
| Sistem slanica / voda,<br>podtalnica                    | 10°C  |

Toplotna moč TČ je odvisna od temperature vira toplote in temperature ponora toplote:

$$\dot{Q}_{T\check{C}} = f(\theta_{so,in} / \theta_{si,out})$$

$\theta_{so,in}$  - temperatura vira toplote na vstopu v TČ na primarni strani [°C] (glej tabelo 34)

$\theta_{si,out}$  - izstopna temperatura na sekundarni strani TČ (ponor toplote) [°C]

Pri pogojih preizkušanja je toplotna moč TČ:

$$\dot{Q}_{T\check{C},1} = \dot{Q}_{T\check{C}} \quad (\theta_{so,standardni\ 1}, \theta_{si,standardni\ 1})$$

$$\dot{Q}_{T\check{C},2} = \dot{Q}_{T\check{C}} \quad (\theta_{so,standardni\ 2}, \theta_{si,standardni\ 2})$$

$$\dot{Q}_{T\check{C},3} = \dot{Q}_{T\check{C}} \quad (\theta_{so,standardni\ 1}, \theta_{si,standardni\ 2})$$

$$\dot{Q}_{T\check{C},4} = \dot{Q}_{T\check{C}} \quad (\theta_{so,standardni\ 2}, \theta_{si,standardni\ 1})$$

$\theta_{so,standardni}$ ,  $\theta_{si,standardni}$  - temperature na primarni in sekundarni strani TČ pri pogojih preizkušanja

Za različne vstopne in izstopne temperature lahko določimo toplotno moč TČ s pomočjo linearne interpolacije:

- upoštevanje temperature vira toplote  $\theta_{so,in}$  :

$$\dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,in} / \theta_{si,standardni 1}) = \frac{\dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,standardni 1} / \theta_{si,standardni 1}) - \dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,standardni 2} / \theta_{si,standardni 1})}{\theta_{so,standardni 1} - \theta_{so,standardni 2}} \cdot (\theta_{so,in} / \theta_{so,standardni 1}) + \dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,standardni 2} / \theta_{si,standardni 1})$$

[kWh] (227)

- upoštevanje temperature ponora toplote (ogrevalnega sistema)  $\theta_{so,out}$  :

$$\dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,in} / \theta_{si,out}) = \frac{\dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,in} / \theta_{si,standardni 2}) - \dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,in} / \theta_{si,standardni 1})}{\theta_{si,standardni 2} - \theta_{si,standardni 1}} \cdot (\theta_{so,out} / \theta_{si,standardni 1}) + \dot{Q}_{T\check{C}}(\theta_{so,in} / \theta_{si,standardni 1})$$

[kWh] (228)

#### 9.12.2.1.2 Korekcija COP pri delni obremenitvi

Kompresorske TČ lahko delujejo pri delni obremenitvi z zmanjšano močjo ali taktno (vklop / izklop). Pri taktnem načinu se pojavijo dodatne izgube zaradi vklopa / izklopa. V tem primeru se  $COP_t$  izračuna z enačbo:

$$COP_t = COP_{\Delta\theta} \cdot f_t \quad [W/W] \quad (229)$$

$COP_t$  - COP pri delni obremenitvi in taktnem načinu delovanja [ $W/W$ ]

$COP_{\Delta\theta}$  - (korigirani) COP pri nazivni moči [ $W/W$ ] (glej enačbo 226 ali tabelo 33)

$f_t$  – korekturni faktor za delno obremenitev [-] (glej tabelo 35)

Korekturni faktor je odvisen od toplotne vztrajnosti ogrevalnega sistema in časa delovanja TČ. Vpliv časa delovanja se upošteva s pomočjo faktorja obremenitve FC:

$$FC = \frac{t_{ON,T\check{C},i}}{t_i} \cdot 100 \quad [\%] \quad (230)$$

FC – faktor obremenitve TČ [-]

$t_{ON,T\check{C},i}$  – čas delovanja TČ v  $i$ -tem razredu [h] (enačba 249)

$t_i$  – skupni čas delovanja TČ v  $i$ -tem razredu [h] (enačba 219)

Tabela 35: Korekturni faktor  $f_i$  za delno obremenitev TČ

| vrsta ogrevalnega sistema | toplotna akumulacija                | Faktor obremenitve FC [%] (enačba 230) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|-------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                           |                                     | 10%                                    | 20%  | 30%  | 40%  | 50%  | 60%  | 70%  | 80%  | 90%  |
| radiatorji<br>konvektorji | ekvivalentna vsebnost vode [l/kW]   |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | 5                                   | 58,8                                   | 58,8 | 58,8 | 58,8 | 58,8 | 71,4 | 80,0 | 85,7 | 92,3 |
|                           | 10                                  | 80,1                                   | 80,1 | 80,1 | 80,1 | 80,1 | 84,8 | 89,1 | 92,2 | 95,5 |
|                           | 15                                  | 85,9                                   | 85,9 | 85,9 | 85,9 | 85,9 | 91,7 | 94,4 | 96,0 | 97,5 |
|                           | 20                                  | 89,1                                   | 89,1 | 89,1 | 89,1 | 89,1 | 93,8 | 95,8 | 97,1 | 98,3 |
| ploskovna ogrevala        | majhna akumulacija dolžina cevi [m] |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | 10                                  | 95,3                                   | 95,4 | 95,5 | 95,7 | 95,9 | 96,1 | 96,2 | 96,9 | 98,1 |
|                           | 20                                  | 97,1                                   | 97,2 | 97,2 | 97,3 | 97,4 | 97,4 | 97,6 | 97,9 | 98,4 |
|                           | 30                                  | 98,6                                   | 98,6 | 98,6 | 98,6 | 98,6 | 98,6 | 98,7 | 98,9 | 99,1 |
|                           | velika akumulacija dolžina cevi [m] |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                           | 10                                  | 96,1                                   | 96,1 | 96,1 | 96,3 | 96,4 | 96,5 | 96,8 | 97,3 | 98,2 |
|                           | 20                                  | 97,8                                   | 97,8 | 97,9 | 98,0 | 98,1 | 98,1 | 98,2 | 98,4 | 98,8 |
|                           | 30                                  | 99,1                                   | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,2 | 99,2 | 99,4 |

### 9.12.2.2 Priprava tople vode

(1) Toplotne črpalke namenjene pripravi tople vode so preizkušene v skladu s standardom SIST EN 255-3 kot enota, ki vključuje tudi hranilnik. Zaradi koherentnosti enot je oznaka  $COP_t$  (po standardu SIST EN 255-3) nadomeščena z oznako  $COP_{w,t}$ .

(2) Če ni razpoložljivih podatkov po SIST EN 255-3, izračunamo  $COP$  po enakem postopku kot za ogrevanje (točka 0) za alternativni sistem, pri čemer upoštevamo povprečno temperaturo tople vode:

$$\theta_{w,avg} = f_{w,s} \cdot \theta_{op,T\check{C}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (231)$$

$\theta_{w,avg}$  - povprečna temperatura tople vode [ $^{\circ}\text{C}$ ] (vhodni podatek – profil koriščenja)

$f_{w,s}$  - faktor redukcije temperature zaradi polnjenja hranilnika [-]

$$f_{w,s} = 0,95$$

$\theta_{op,T\check{C}}$  - najvišja temperatura tople vode pri delovanju TČ [ $^{\circ}\text{C}$ ] (podatek TČ)

## 9.12.3 Izračun toplotnih izgub

## 9.12.3.1 Ogrevanje

V primeru, da je TČ brez akumulatorja toplote, toplotnih izgub ne upoštevamo. V primeru vgrajenega, prigrajenega ali zunanjega akumulatorja toplote izračunamo toplotne izgube za posamezni temperaturni razred:

$$Q_{h,s,l,i} = \frac{\theta_{s,avg,i} - \theta_{amb}}{\Delta\theta_{s,sb}} \cdot \frac{Q_{sb} \cdot t_i}{24} \quad [\text{kWh}] \quad (232)$$

$Q_{h,s,l,i}$  - toplotne izgube akumulatorja toplote v  $i$ -tem temperaturnem razredu [kWh]

$\theta_{s,avg,i}$  - povprečna temperatura akumulatorja toplote v  $i$ -tem temperaturnem razredu [°C]

$$\theta_{s,avg,i} = \frac{\theta_{va} + \theta_{ra}}{2} \quad [^\circ\text{C}]$$

$\theta_{va}$  - vstopna temperatura ogrevnega medija

$\theta_{ra}$  - izstopna temperatura ogrevnega medija

ali

$$\theta_{s,avg,i} = \frac{\theta_v + \theta_r}{2} \quad [^\circ\text{C}]$$

- glej točko 0 in 0

$\theta_{amb}$  - temperatura prostora, v katerem se nahaja akumulator toplote [°C]

$\Delta\theta_{s,sb}$  - temperaturna razlika pri pogojih preizkušanja [K] (podatek o akumulatorju toplote)

$Q_{sb}$  - toplotne izgube v stanju obratovalne pripravljenosti [kWh/d]

$t_i$  - časovni interval  $i$ -tega temperaturnega razreda [h] (enačba 219)

Skupne toplotne izgube akumulatorja toplote so:

$$Q_{h,s,l} = \sum_{i=1}^k Q_{h,s,l,i} \quad [\text{kWh}] \quad (233)$$

## 9.12.3.2 Priprava tople vode

Če so znane toplotne izgube hranilnika iz preizkušanja po standardni metodi (SIST EN 15332), jih izračunamo ob upoštevanju enačbe (232). Če teh podatkov ni, jih izračunamo po enačbi (232) z upoštevanjem vrednosti iz tabele 36.

Tabela 36: Toplotne izgube hranilnika ( $Q_{w,s,l,i} = Q_{h,s,l,i}$  in  $Q_{w,s,l} = Q_{h,s,l}$ )

| nazivni volumen hranilnika [l] | $Q_{sb}$ [kWh/24h] |
|--------------------------------|--------------------|
| 30                             | 0,75               |
| 50                             | 0,9                |
| 80                             | 1,1                |

|      |     |
|------|-----|
| 100  | 1,3 |
| 120  | 1,4 |
| 150  | 1,6 |
| 200  | 2,1 |
| 300  | 2,6 |
| 400  | 3,1 |
| 500  | 3,5 |
| 600  | 3,8 |
| 700  | 4,1 |
| 800  | 4,3 |
| 900  | 4,5 |
| 1000 | 4,7 |
| 1200 | 4,8 |
| 1300 | 5,0 |
| 1500 | 5,1 |
| 2000 | 5,2 |

### 9.12.3.3 Toplotne izgube primarnega krogotoka

Toplotne izgube primarnega krogotoka med generatorjem in hranilnikom / akumulatorjem izračunamo:

- za ogrevanje: po točki 0  $\Rightarrow Q_{h,d,l}$
- za toplo vodo: po točki 0  $\Rightarrow Q_{w,d,l}$

Skupne toplotne izgube so:

$$Q_{TC,l,i} = Q_{h,l,i} + Q_{w,l,i} \quad [\text{kWh}] \quad (234)$$

- ogrevanje:

$$Q_{h,l,i} = Q_{h,s,l,i} + Q_{h,d,l,i} \quad [\text{kWh}] \quad (235)$$

$Q_{h,l,i}$  - toplotne izgube za ogrevanje [kWh]

$Q_{h,s,l,i}$  - toplotne izgube akumulatorja [kWh] (enačba 232)

$Q_{h,d,l,i}$  toplotne izgube primarnega krogotoka [kWh] (točka 0)

- priprava tople vode:

$$Q_{w,l,i} = Q_{w,s,l,i} + Q_{w,d,l,i} \quad [\text{kWh}] \quad (236)$$

$Q_{w,l,i}$  - toplotne izgube za pripravo tople vode [kWh]

$Q_{w,s,l,i}$  - toplotne izgube hranilnika [kWh] (enačba 232 v povezavi s točko 0)

$Q_{w,d,l,i}$  toplotne izgube primarnega krogotoka [kWh] (točka 0)



## 9.12.3.4 Izračun toplote dodatnega generatorja toplote

V primeru bivalentnega načina delovanja TČ je potrebna toplota drugega generatorja odvisna od bivalentne točke in načina obratovanja (alternativno, paralelno ali delno paralelno). Postopek je podan za primer uporabe TČ za ogrevanje; za pripravo tople vode je postopek izračuna identičen.

Vpliv omejitve temperature delovanja TČ:

$$Q_{bu,op,i} = Q_{out,g,i} \cdot P_{bu,op,i} \quad [-] \quad (237)$$

- omejitev deleža TČ za ogrevanje:

$$P_{bu,op,h,i} = \frac{Q_{bu,op,h,i}}{Q_{h,in,d,i}} = \frac{3,6 \cdot \dot{m}_w \cdot c_w \cdot (\theta_{nom,i} - \theta_{op,TČ}) \cdot t_{ON,TČ,i}}{Q_{h,in,d,i}} \quad [-] \quad (238)$$

$P_{bu,op,h,i}$  - delež dodatnega generatorja zaradi temperaturne omejitve delovanja TČ v  $i$  – tem razredu [-]

$Q_{bu,op,h,i}$  - toplota dodatnega generatorja zaradi temperaturne omejitve delovanja TČ v  $i$  – tem razredu [kWh]

$Q_{h,in,d,i}$  - v razvodni podsistem ogrevalnega sistema vnesena toplota v  $i$  –tem razredu [hWh] (enačba 218)

$\dot{m}_w$  - masni pretok vode [kg/h]

$c_w$  - specifična toplota vode [J/kgK]

$\theta_{nom,i}$  - nazivna temperatura ogrevalnega sistema [°C]

$\theta_{op,TČ}$  - temperaturna omejitev TČ – najvišja temperatura pri delovanju TČ [°C]

$t_{ON,TČ,i}$  - čas delovanja TČ v  $i$  – tem razredu [h] (enačba 249)

Če je ogrevalni sistem dimenzioniran tako, da je upoštevana najvišja možna temperatura TČ, je

$$P_{bu,op,h,i} = 0$$

- omejitev deleža TČ za pripravo tople vode:

$$P_{bu,op,w,i} = \frac{Q_{bu,op,w,i}}{Q_{w,out,g,i}} = \frac{\theta_w - \theta_{op,TČ}}{\theta_w - \theta_{hw}} \quad [-] \quad (239)$$

$P_{bu,op,w,i}$  - delež toplote dodatnega generatorja zaradi temperaturne omejitve delovanja TČ v  $i$  – tem razredu [-]

$Q_{bu,op,w,i}$  - toplota dodatnega generatorja zaradi temperaturne omejitve delovanja TČ v  $i$  – tem razredu [kWh]

$Q_{w,out,g,i}$  - potrebna toplota za priprav tople vode v  $i$  – tem temperaturnem razredu [kWh] (enačba 223)

$\theta_w$  - temperatura tople vode [°C] (vhodni podatek – profil koriščenja)

$\theta_{op,T\check{c}}$  - temperaturna omejitev TČ – najvišja temperatura pri delovanju TČ [°C] (podatek TČ)

$\theta_{hw}$  - temperatura hladne vode [°C] (vhodni podatek – profil koriščenja)

#### 9.2.3.4.1 Alternativno delovanje TČ

Delež toplote drugega generatorja toplote je določen glede na bivalentno točko (temperaturo  $\theta_{bp}$ ) za posamezne temperaturne razrede:

če je  $\theta_{bp} > \theta_{upper,i}$  :

$$P_{bu,h,i} = 1 \quad [-] \quad (240)$$

$$P_{bu,h,i+1} = \frac{CHDH_{\theta_{bp}} - CHDH_{\theta_{lower,i+1}}}{CHDH_{\theta_{upper,i+1}} - CHDH_{\theta_{lower,i+1}}} \quad [-] \quad (241)$$

če je  $\theta_{bp} < \theta_{upper,i}$  :

$$P_{bu,h,i} = \frac{CHDH_{\theta_{bp}}}{CHDH_{\theta_{upper,i}}} \quad [-] \quad (242)$$

$P_{bu,h,i}$  - delež toplote drugega generatorja v spodnjem  $i$  – tem temperaturnem razredu [-]

$P_{bu,h,i+1}$  - delež toplote drugega generatorja v naslednjem  $i + 1$  – tem temperaturnem razredu [-]

$\theta_{bp}$  - bivalentna točka [°C]

$\theta_{upper,i}$  - zgornja meja  $i$  – tega temperaturnega razreda [°C]

$CHDH_{\theta_{bp}}$  - skupno število stopinj – ur do bivalentne točke  $\theta_{bp}$  [Kh]

$CHDH_{\theta_{lower,i}}$  - skupno število stopinj – ur do spodnje temperaturne meje  $i$  – tega temperaturnega razreda  $\theta_{lower,i}$  [Kh]

$CHDH_{\theta_{upper,i}}$  - skupno število stopinj – ur do zgornje temperaturne meje  $i$  – tega temperaturnega razreda  $\theta_{upper,i}$  [Kh]

#### 9.2.3.4.2 Paralelno delovanje TČ

če je  $\theta_{bp} > \theta_{upper,i}$  :

$$P_{bu,h,i} = \frac{CHDH_{\theta_{upper}} - (\theta_{iD} - \theta_{bp}) \cdot n_{hours,\theta_{upper,i}}}{CHDH_{\theta_{upper,i}} - CHDH_{\theta_{lower,i}}} \quad [-] \quad (243)$$

$$P_{bu,h,i+1} = \frac{\left( CHDH_{\theta_{bp}} - CHDH_{\theta_{upper,i}} \right) - (\theta_{iD} - \theta_{bp}) \cdot \left( n_{hours,\theta_{bp}} - n_{hours,\theta_{upper,i}} \right)}{CHDH_{\theta_{upper,i+1}} - CHDH_{\theta_{lower,i+1}}} \quad [-] \quad (244)$$

če je  $\theta_{bp} < \theta_{upper,i}$  :

$$P_{bu,h,i} = \frac{CHDH_{\theta_{bp}} - (\theta_{iD} - \theta_{bp}) \cdot n_{hours,\theta_{bp}}}{CHDH_{\theta_{upper,i}} - CHDH_{\theta_{lower,i}}} \quad [-] \quad (245)$$

$P_{bu,h,i}$  - delež toplote drugega generatorja v spodnjem  $i$  – tem temperaturnem razredu [-]

$P_{bu,h,i+1}$  - delež toplote drugega generatorja v naslednjem  $i + 1$  – tem temperaturnem razredu [-]

$\theta_{bp}$  - bivalentna točka [°C]

$\theta_{iD}$  - notranja projektna temperatura [°C]

$n_{hours,\theta_{bp}}$  - skupno število ur delovanja do bivalentne točke  $\theta_{bp}$  [h]

$CHDH_{\theta_{bp}}$  - skupno število stopinj – ur do bivalentne točke  $\theta_{bp}$  [Kh]

$CHDH_{\theta_{lower,i}}$  - skupno število stopinj – ur do spodnje temperaturne meje  $i$  – tega temperaturnega razreda  $\theta_{lower,i}$  [Kh]

$CHDH_{\theta_{upper,i}}$  - skupno število stopinj – ur do zgornje temperaturne meje  $i$  – tega temperaturnega razreda  $\theta_{upper,i}$  [Kh]

#### 9.12.3.4.3 Delno paralelno delovanje TČ

če je  $\theta_{bp} > \theta_{upper,i}$  :

$$P_{bu,h,i} = \frac{CHDH_{\theta_{upper,i}} - (\theta_{iD} - \theta_{bp}) \cdot \left( n_{hours,\theta_{upper,i}} - n_{hours,\theta_{lic}} \right)}{CHDH_{\theta_{upper,i}} - CHDH_{\theta_{lower,i}}} \quad [-] \quad (246)$$

$$P_{bu,h,i+1} = \frac{CHDH_{\theta_{bp}} - CHDH_{\theta_{upper,i}} - (\theta_{iD} - \theta_{bp}) \cdot \left( n_{hours,\theta_{bp}} - n_{hours,\theta_{upper,i}} \right)}{CHDH_{\theta_{upper,i}} - CHDH_{\theta_{lower,i}}} \quad [-] \quad (247)$$

če je  $\theta_{bp} < \theta_{upper,i}$  :

$$P_{bu,h,i} = \frac{CHDH_{\theta_{bp}} - (\theta_{iD} - \theta_{bp}) \cdot (n_{hours,\theta_{bp}} - n_{hours,\theta_{lc}})}{CHDH_{\theta_{upper,i}} - CHDH_{\theta_{lower,i}}} \quad [-] \quad (248)$$

$P_{bu,h,i}$  - delež toplote drugega generatorja v spodnjem  $i$  – tem temperaturnem razredu [-]

$P_{bu,h,i+1}$  - delež toplote drugega generatorja v naslednjem  $i + 1$  – tem temperaturnem razredu [-]

$\theta_{bp}$  - bivalentna točka [°C] ( vhodni podatek TČ )

$\theta_{iD}$  - notranja projektna temperatura [°C] ( profil koriščenja )

$\theta_{lc}$  - spodnja temperaturna meja izklopa delovanja TČ [°C] ( vhodni podatek TČ )

$n_{hours,\theta_{bp}}$  - skupno število ur delovanja do bivalentne točke  $\theta_{bp}$  [h]

$n_{hours,\theta_{upper,i}}$  - skupno število ur delovanja do zgornje meje  $i$  –tega temperaturnega razreda [h]

$n_{hours,\theta_{lc}}$  - skupno število ur delovanja do spodnje temperaturne meje izklopa delovanja TČ [h]

$CHDH_{\theta_{bp}}$  - skupno število stopinj – ur do bivalentne točke  $\theta_{bp}$  [Kh]

$CHDH_{\theta_{lower,i}}$  - skupno število stopinj – ur do spodnje temperaturne meje  $i$  –tega temperaturnega razreda  $\theta_{lower,i}$  [Kh]

$CHDH_{\theta_{upper,i}}$  - skupno število stopinj – ur do zgornje temperaturne meje  $i$  –tega temperaturnega razreda  $\theta_{upper,i}$  [Kh]

#### 9.12.4 Čas delovanja TČ in toplota

Splošni postopek:

Čas delovanja TČ je določen z enačbo:

$$t_{ON,TČ,i} = \frac{Q_{TČ,i}}{Q_{TČ,i}} \quad [h] \quad (249)$$

$t_{ON,TČ,i}$  - čas delovanja TČ v  $i$  – tem temperaturnem razredu [h]

$Q_{TČ,i}$  - toplota TČ v  $i$  – tem temperaturnem razredu [kWh]

$Q_{TČ,i}$  - toplotna moč TČ v  $i$  – tem temperaturnem razredu [kW]

$$Q_{TČ,h,i} = Q_{h,in,d,i} \cdot (1 - p_{bu,i}) \quad [kWh] \quad (250)$$

oziroma  $Q_{TČ,h} = \sum_i Q_{h,TČ,i}$

$Q_{h,in,d,i}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota za  $i$  – ti temperaturni razred [kWh] (enačba 218)

$p_{bu,i}$  - delež toplote drugega generatorja [-] (glej točko 0)

$$Q_{T\check{C},w,i} = Q_{w,out,g,i} \cdot (1 - p_{bu,i}) \quad [\text{kWh}] \quad (251)$$

$Q_{w,out,g,i}$  - potrebna toplota za toplo vodo (enačba 223)

Toplotna črpalka lahko deluje za:

- ogrevanje ali pripravo tople vode,
- alternativno za ogrevanje ali pripravo tople vode
- simultano za ogrevanje in pripravo tople vode.

Zato lahko določimo skupen čas delovanja TČ z enačbo:

$$t_{ON,T\check{C},t,i} = t_{ON,T\check{C},h,\sin,i} + t_{ON,T\check{C},w,\sin,i} + t_{ON,T\check{C},combi,i} \quad [\text{h}] \quad (252)$$

$t_{ON,T\check{C},t,i}$  - čas delovanja TČ v  $i$  –tem temperaturnem razredu [h]

$t_{ON,T\check{C},h,\sin,i}$  - čas delovanja TČ samo za ogrevanje v  $i$  –tem temperaturnem razredu [h]

$t_{ON,T\check{C},w,\sin,i}$  - čas delovanja TČ samo za pripravo tople vode v  $i$  –tem temperaturnem razredu [h]

$t_{ON,T\check{C},combi,i}$  - čas delovanja TČ v simultanem načinu delovanja v  $i$  –tem temperaturnem razredu [h] (enačba 258)

Največji čas delovanja v **simultanem** (kombiniranem) načinu – ogrevanje in priprava tople vode:

$$t_{ON,T\check{C},combi,max,i} = \min \begin{cases} t_{ON,T\check{C},h,i} \\ t_{ON,T\check{C},w,i} \end{cases} \quad [\text{h}] \quad (253)$$

$$t_{ON,T\check{C},w,i} = \frac{Q_{T\check{C},w,i}}{Q_{T\check{C},w,combi,i}} \quad [\text{h}] \quad (254)$$

$$t_{ON,T\check{C},h,i} = \frac{Q_{T\check{C},h,i}}{Q_{T\check{C},h,combi,i}} \quad [\text{h}] \quad (255)$$

$t_{ON,T\check{C},combi,max,i}$  - največji možni čas delovanja v simultanem načinu v  $i$  –tem temperaturnem razredu [h]

$t_{ON,T\check{C},w,i}$  - čas delovanja TČ za pripravo tople vode v  $i$  –tem temperaturnem razredu [h] (enačba 254)

- $Q_{T\check{C},w,i}$  - toplota TČ za pripravo tople vode v  $i$ -tem temperaturnem razredu [h]

$$Q_{T\check{C},w,i} = (Q_{w,out,g,i} + Q_{w,l,i}) \cdot (1 - p_{bu,w,op,i}) \quad [\text{kWh}] \quad (256)$$

$Q_{w,out,g,i}$  - potrebna toplota za pripravo tople vode v  $i$  – tem temperaturnem razredu [kWh]  
(enačba 223)

$Q_{w,l,i}$  - toplotne izgube pri pripravi tople vode [kWh] (enačba 236)

$p_{bu,w,op,i}$  - delež toplote dodatnega generatorja za pripravo tople vode [-] (glej točko 0)

□  
 $Q_{T\check{C},w,combi,i}$  - toplotna moč TČ v simultanem načinu delovanja za pripravo tople vode v  $i$  – tem temperaturnem razredu [kW] (enačba 227 in 228)

$t_{ON,T\check{C},h,i}$  - čas delovanja TČ za ogrevanje v  $i$ –tem temperaturnem razredu [h] (enačba 255)

- $Q_{T\check{C},h,i}$  - toplota TČ za ogrevanje v  $i$ –tem temperaturnem razredu [h]

$$Q_{T\check{C},h,i} = (Q_{h,in,g,i} + Q_{h,l,i}) \cdot (1 - p_{bu,h,op,i}) \quad [\text{kWh}] \quad (257)$$

$Q_{h,in,g,i}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota za  $i$  – ti temperaturni razred [kWh] (enačba 218)

$Q_{h,l,i}$  - toplotne izgube sistema za ogrevanje [kWh] (enačba 235)

$p_{bu,h,op,i}$  - delež toplote dodatnega generatorja za ogrevanje [-] (glej točko 0 – izračun toplote dodatnega generatorja toplote)

□  
 $Q_{T\check{C},h,combi,i}$  - toplotna moč TČ v simultanem načinu delovanja za ogrevanje v  $i$  – tem temperaturnem razredu [kW] (enačba 227 in 228)

Na čas delovanja TČ v simultanem načinu lahko vpliva tudi regulacija. V tem primeru moramo upoštevati korekcijski faktor s pomočjo naslednje enačbe:

$$t_{ON,T\check{C},combi,i} = t_{ON,T\check{C},combi,max,i} \cdot f_{combi} \quad [\text{h}] \quad (258)$$

$t_{ON,T\check{C},combi,i}$  - čas delovanja TČ v simultanem načinu delovanja v  $i$ –tem temperaturnem razredu [h]

$t_{ON,T\check{C},combi,max,i}$  - največji možni čas delovanja v simultanem načinu v  $i$ –tem temperaturnem razredu [h] (enačba 253)

$f_{combi}$  - korekcijski faktor ( $f_{combi} = 1$ , če ni podatka)

Toplota za ogrevanje in toplo vodo je za simultani način delovanja TČ določen z enačbo:

$$Q_{T\check{C},combi,i} = Q_{T\check{C},combi,i} \cdot t_{ON,T\check{C},combi,i} \quad [\text{kWh}] \quad (259)$$

$Q_{T\check{C},combi,i}$  - toplota TČ v  $i$ -tem temperaturnem razredu [h]

$Q_{T\check{C},h,combi,i}$  - toplotna moč TČ v simultanem načinu delovanja v  $i$ -tem temperaturnem razredu [kW] (enačba 227 in 228)

$t_{ON,T\check{C},combi,i}$  - čas delovanja TČ v simultanem načinu delovanja v  $i$ -tem temperaturnem razredu [h] (enačba 253 ali enačba 258)

Toplota za pripravo tople vode v simultanem (kombiniranem) načinu delovanja TČ določen z enačbo:

$$Q_{T\check{C},w,combi,i} = Q_{T\check{C},w,combi,i} \cdot t_{ON,T\check{C},w,combi,i} \quad [\text{kWh}] \quad (260)$$

$Q_{T\check{C},w,combi,i}$  - toplotna moč TČ za pripravo tople vode v simultanem načinu delovanja v  $i$ -tem temperaturnem razredu [kW] (enačba 227 in 228)

$t_{ON,T\check{C},w,combi,i}$  - čas delovanja TČ v simultanem načinu delovanja za pripravo tople vode v  $i$ -tem temperaturnem razredu [h] (enačba 254)

Preostali del toplote je proizveden v načinu delovanja samo za ogrevanje ali samo za pripravo tople vode:

$$Q_{T\check{C},sin,i} = Q_{T\check{C},i} - Q_{T\check{C},combi,i} \quad [\text{kWh}] \quad (261)$$

$Q_{T\check{C},sin,i}$  - toplota TČ za posamezni način delovanja v  $i$ -tem temperaturnem razredu (ogrevanje ali topla voda) [kWh]

$Q_{T\check{C},i}$  - toplota TČ v  $i$ -tem temperaturnem razredu [kWh] (enačba 256 in 257)

$Q_{T\check{C},combi,i}$  - toplota TČ za simultani način delovanja v  $i$ -tem temperaturnem razredu (ogrevanje ali topla voda) [kWh] (enačba 259)

Za pripravo tople vode je toplota TČ glede na način delovanja:

- za samostojen način (samo topla voda):

$$Q_{T\check{C},w,out,sin,i} = Q_{T\check{C},w,sin,i} - Q_{w,s,l,i} \cdot (1 - p_{bu,w,i}) \cdot (1 - f_{combi}) \quad [\text{kWh}] \quad (262)$$

$Q_{T\check{C},w,out,sin,i}$  - potrebna toplota za podsistem priprave tople vode s TČ, ki obratuje samo za toplo vodo

$Q_{T\check{C},w,sin,i}$  - proizvedena toplota za toplo vodo s TČ [kWh] (enačba 256)

$Q_{w,s,l,i}$  - toplotne izgube hranilnika [kWh] (enačba 232 v povezavi s točko 0)

$f_{combi}$  - delež kombiniranega delovanja ( $f_{combi} = 1$ , če ni podatka) [-]

$p_{bu,w,i}$  - delež toplote dodatnega generatorja za pripravo tople vode [-]  
(glej točko 0)

- za kombiniran način (ogrevanje in topla voda):

$$Q_{T\check{C},w,out,combi,i} = Q_{T\check{C},w,combi,i} - Q_{w,s,i} \cdot (1 - p_{bu,w,i}) \cdot f_{combi} \quad [\text{kWh}] \quad (263)$$

$Q_{T\check{C},w,out,combi,i}$  - potrebna toplota za podsistem priprave tople vode s TČ, ki obratuje kombinirano

$Q_{T\check{C},w,combi,i}$  - proizvedena toplota za toplo vodo s TČ v kombiniranem načinu delovanja [kWh] (enačba 261)

$Q_{w,s,i}$  - toplotne izgube hranilnika [kWh] (enačba 232 v povezavi s točko 0)

$p_{bu,w,i}$  - delež toplote dodatnega generatorja za pripravo tople vode [-]  
(glej točko 0)

Časovna omejitev delovanja TČ:

$$t_{ON,T\check{C},t,i} = \min \left\{ \begin{array}{l} t_{i,eff} \\ t_{ON,T\check{C},h,sin,i} + t_{ON,T\check{C},w,sin,i} + t_{ON,T\check{C},combi,i} \end{array} \right. \quad [\text{h}] \quad (264)$$

$t_{ON,T\check{C},t,i}$  - skupen čas delovanja TČ v  $i$ -tem razredu [h]

$t_{i,eff}$  - efektivni čas v  $i$ -tem razredu [h] (enačba 220)

$t_{ON,T\check{C},h,sin,i}$  - čas delovanja TČ samo za ogrevanje v  $i$ -tem razredu [h] (enačba 255)

$t_{ON,T\check{C},w,sin,i}$  - čas delovanja TČ samo za pripravo tople vode v  $i$ -tem temperaturnem razredu [h] (enačba 254)

$t_{ON,T\check{C},combi,i}$  - čas delovanja TČ v kombiniranem načinu delovanja v  $i$ -tem razredu [h] (enačba 258)

Če je čas delovanja TČ večji od efektivnih ur v  $i$ -tem razredu:

$$t_{ON,T\check{C},t,i} > t_i$$

potem je potrebna toplota dodatnega generatorja:

$$Q_{bu,cap,i} = (t_{ON,T\check{C},t,i} - t_{i,eff}) \cdot Q_{T\check{C},i} \quad [\text{kWh}] \quad (265)$$

Enačba velja za ogrevanje (indeks  $h$ ) in pripravo tople vode (indeks  $w$ ).

$Q_{bu,cap,i}$  - potrebna toplota dodatnega generatorja

$t_{ON,T\check{C},t,i}$  - skupen čas delovanja TČ v  $i$ -tem razredu [h] (enačba 264)

$t_{i,eff}$  - efektivni čas v  $i$ -tem razredu [h] (enačba 220)

$Q_{T\check{C},i}$  - toplotna moč TČ v  $i$ -tem razredu [kW] (enačba 227 in 228)



Skupni delež dodatne toplote drugega generatorja je:

$$P_{bu,i} = \frac{Q_{bu,op,i} + Q_{bu,cap,i}}{Q_{g,out,i}} \quad [-] \quad (266)$$

ali

$$P_{bu,i} = P_{bu,op,i} + P_{bu,cap,i} + \frac{(t_{ON,T\check{C},t,i} - t_{i,eff}) \cdot \overset{\square}{Q}_{T\check{C},i}}{Q_{g,out,i}} \quad [-] \quad (267)$$

$P_{bu,i}$  - delež toplote drugega generatorja [-]

$Q_{bu,op,i}$  - toplota drugega generatorja zaradi temperaturne omejitve delovanja TČ [kWh]  
(enačba 237)

$Q_{bu,cap,i}$  - toplota drugega generatorja zaradi manjše toplotne kapacitete TČ [kWh]  
(enačba 265)

$Q_{g,out,i}$  - potrebna toplota za razdelilni podsistem za  $i$  – ti razred [kWh]:

$$Q_{g,out,i} = Q_{h,in,d,i} \quad (\text{enačba 218})$$

$$\text{ali} \quad Q_{g,out,i} = Q_{w,out,d,i} \quad (\text{enačba 223})$$

$$\text{ali} \quad Q_{g,out,i} = Q_{h,in,d,i} + Q_{w,out,g,i}$$

$P_{bu,op,i}$  - delež toplote drugega generatorja zaradi temperaturne omejitve delovanja TČ [-]  
(glej točko 0)

$P_{bu,cap,i}$  - delež toplote drugega generatorja zaradi manjše toplotne kapacitete TČ [kWh]  
(glej točko 0)

$t_{ON,T\check{C},t,i}$  - skupen čas delovanja TČ v  $i$  –tem razredu [h] (enačba 264)

$t_{i,eff}$  - efektivni čas v  $i$  –tem razredu [h] (enačba 220)

$\overset{\square}{Q}_{T\check{C},i}$  - toplotna moč TČ v samostojnem ali kombiniranem načinu delovanja [kW]  
(enačba 227 in 228)

Potrebna toplota drugega (dodatnega) generatorja toplote za kombiniran način delovanja je:

$$Q_{bu,T\check{C}} = \sum_i \left[ P_{bu,h,i} \cdot (Q_{h,in,d,i} + Q_{h,l,i}) + P_{bu,w,i} \cdot (Q_{w,out,g,i} + Q_{w,l,i}) \right] \quad [\text{kWh}] \quad (268)$$

$Q_{bu,T\check{C}}$  - skupna potrebna toplota dodatnega generatorja toplote [kWh]

$P_{bu,h,i}$  - delež toplote drugega generatorja za ogrevanje (glej točko 0)

$Q_{h,in,d,i}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota za  $i$  – ti temperaturni razred  
[kWh] (enačba 218)

$Q_{h,l,i}$  - izgube za ogrevanje [kWh] (enačba 235)

$p_{bu,w,i}$  - delež toplote drugega generatorja za pripravo tople vode [-]  
(glej točko 0)

$Q_{w,out,g,i}$  - potrebna toplota za pripravo tople vode za  $i$  – ti temperaturni razred [kWh]  
(enačba 223)

$Q_{w,l,i}$  - toplotne izgube za pripravo tople vode [kWh] (enačba 236)

Potrebna toplota dodatnega generatorja toplote za ogrevanje:

$$Q_{bu,T\check{C},h} = \sum_i p_{bu,h,i} \cdot (Q_{h,in,d,i} + Q_{h,l,i}) \quad [\text{kWh}] \quad (269)$$

$Q_{bu,T\check{C},h}$  - potrebna toplota dodatnega generatorja toplote za ogrevanje [kWh]

$p_{bu,h,i}$  - delež toplote drugega generatorja za ogrevanje (glej točko 0)

$Q_{h,in,d,i}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota za  $i$  – ti temperaturni razred [kWh] (enačba 218)

$Q_{h,l,i}$  - izgube za ogrevanje [kWh] (enačba 235)

Potrebna toplota dodatnega generatorja toplote za pripravo tople vode:

$$Q_{bu,T\check{C},w} = \sum_i p_{bu,w,i} \cdot (Q_{w,out,g,i} + Q_{w,l,i}) \quad [\text{kWh}] \quad (270)$$

$Q_{bu,T\check{C},w}$  - potrebna toplota dodatnega generatorja toplote za pripravo tople vode [kWh]

$p_{bu,w,i}$  - delež toplote drugega generatorja za pripravo tople vode [-]  
(glej točko 0)

$Q_{w,out,g,i}$  - potrebna toplota za pripravo tople vode za  $i$  – ti temperaturni razred [kWh]  
(enačba 223)

$Q_{w,l,i}$  - toplotne izgube za pripravo tople vode [kWh] (enačba 236)

Proizvedena toplota TČ:

$$Q_{T\check{C}} = (Q_{h,in,d} + Q_{h,l}) + (Q_{w,out,g} + Q_{w,l}) - Q_{bu}$$

$Q_{T\check{C},h}$  - v razvodni sistem ogrevalnega sistema vnesena toplota TČ [kWh]  
(enačba 82 ali enačba 210)

$Q_{h,l}$  - toplotne izgube za ogrevanje [kWh] (enačba 235)

$Q_{w,out,g}$  - potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh] (enačba 114)

$Q_{w,l}$  - toplotne izgube za pripravo tople vode [kWh] (enačba 236)

$Q_{bu}$  - toplota drugega (dodatnega) generatorja toplote [kWh] (enačba 268)

## 9.12.5 Dodatna energija za delovanje TČ

$$W_{T\check{c},aux} = (P_{prim,aux} + P_{sek,aux}) \cdot 0,001 \cdot t_{ON,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (271)$$

$W_{T\check{c},aux}$  - dodatna električna energija TČ [kWh]

$P_{prim,aux}$  - električna moč na primarnem krogu [W]

$P_{sek,aux}$  - električna moč na sekundarnem krogu [W]

$t_{ON,aux}$  - čas delovanja komponent TČ [h]

- za čas delovanja komponent lahko prevzamemo čas delovanja TČ

( $t_{ON,T\check{c},t} = \sum_i t_{ON,T\check{c},i}$  – enačba 264)

## 9.12.6 Vračljive in vrnjene toplotne izgube

Toplotne izgube sistema TČ:

$$Q_{T\check{c},l} = Q_{h,l} + Q_{w,l} + W_{T\check{c},aux} \quad [\text{kWh}] \quad (272)$$

$Q_{h,l}$  - izgube za ogrevanje [kWh] (enačba 235)

$Q_{w,l}$  - toplotne izgube za pripravo tople vode [kWh] (enačba 236)

$W_{T\check{c},aux}$  - dodatna električna energija TČ [kWh] (enačba 271)

Vrnjene toplotne izgube:

- za ogrevanje

$$Q_{rkh,T\check{c}} = Q_{h,T\check{c},l} \cdot (1 - b_u) + W_{T\check{c},aux} \cdot 0,5 \cdot (1 - b_u) \quad (273)$$

Potrebna električna energija za delovanje TČ:

- za ogrevanje

$$E_{T\check{c},h} = \sum_{i=1}^k \frac{Q_{T\check{c},h,\text{sin},i}}{COP_{h,\text{sin},i}} + \sum_{i=1}^K \frac{Q_{T\check{c},h,\text{combi},i}}{COP_{h,\text{combi},i}} \quad [\text{kWh}] \quad (274)$$

$E_{T\check{c},h}$  - efektivna energija TČ za ogrevanje [kWh]

$Q_{T\check{c},h,\text{sin},i}$  - proizvedena toplota TČ za ogrevanje za i – ti razred [kWh] (enačba 259)

$COP_{h,\text{sin},i}$  - COP toplotne črpalke samo za ogrevanje za i – ti razred [-] (točka 0)

$Q_{T\check{c},h,\text{combi},i}$  - proizvedena toplota TČ za ogrevanje v kombiniranem načinu delovanja [kWh] (enačba )

$COP_{h,\text{combi},i}$  - COP toplotne črpalke pri kombiniranem načinu delovanja [-] (točka 0)

$k$  – število razredov s temperaturnim korakom 1 K v samostojnem načinu delovanja TČ [-]

$K$  – število razredov s temperaturnim korakom 1 K v kombiniranem načinu delovanja TČ

[-]

- za pripravo tople vode

$$E_{T\check{C},w} = \sum_{i=1}^k \frac{Q_{T\check{C},w,\text{sin},i}}{COP_{w,\text{sin},i}} + \sum_{i=1}^K \frac{Q_{T\check{C},w,\text{combi},i}}{COP_{w,\text{combi},i}} \quad [\text{kWh}] \quad (275)$$

Skupna potrebna električna energija:

$$E_{T\check{C}} = E_{T\check{C},h} + E_{T\check{C},w} \quad [\text{kWh}] \quad (276)$$

Faktor učinkovitosti TČ (sezonski):

$$SPF = \frac{Q_{T\check{C},h} + Q_{T\check{C},w}}{E_{T\check{C}} + W_{T\check{C},aux}} \quad [-] \quad (277)$$

 $E_{T\check{C}}$  - skupna potrebna električna energija za delovanje TČ [kWh] (enačba 276) $W_{T\check{C},aux}$  - dodatna električna energija TČ [kWh] (enačba 271)

### 9.13 POTREBNA TOPLOTA / HLAD PRI PREZRAČEVANJU IN SISTEMIH Z ZRAKOM (ZA NESTANOVANJSKE STAVBE)

Potrebna toplota / hlad zaradi prezračevanja in toplotnih obremenitev se za nestanovanjske stavbe izračuna po standardu OSIST EN 13790 (pri čemer se upošteva tudi standarda OSIST EN 15242 in / ali OSIST EN 15241).

9.13.1 Potrebna toplota za ogrevanje zaradi toplotnih prezračevalnih izgub:

$$Q_{v,\text{sink}} = Q_{v,\text{inf},\text{sink}} + Q_{v,\text{win},\text{sink}} + Q_{v,\text{mech},\text{sink}} \quad [\text{kWh}] \quad (278)$$

 $Q_{v,\text{sink}}$  - potrebna toplota zaradi prezračevalnih izgub [kWh] $Q_{v,\text{inf},\text{sink}}$  - potrebna toplota zaradi infiltracije zunanjega zraka [kWh] (enačba 279) $Q_{v,\text{win},\text{sink}}$  - potrebna toplota zaradi prezračevanja z odpiranjem oken [kWh] (enačba 288) $Q_{v,\text{mech},\text{sink}}$  - potrebna toplota zaradi mehanskega prezračevanja [kWh] (enačba 298)9.13.1.1 Potrebna toplota zaradi infiltracije zunanjega zraka  $Q_{v,\text{inf},\text{sink}}$ 

$$Q_{v,\text{inf},\text{sink}} = H_{v,\text{inf}} \cdot (\theta_i - \theta_{eM}) \cdot \frac{t}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (279)$$

če je  $\theta_i > \theta_{eM}$

$Q_{v,inf,sink}$  - potrebna toplota zaradi infiltracije zunanjega zraka [kWh]

$H_{v,inf}$  - koeficient prenosa toplote zaradi infiltracije zunanjega zraka [W/K] (enačba 280)

$\theta_i$  - notranja temperatura zraka [°C]

$\theta_{eM}$  - povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka [°C]

$t$  - časovni interval [h] (  $t = 24$  h )

$$H_{v,inf} = n_{inf} \cdot V \cdot c_{p,z} \cdot \rho_z \quad \left[ \frac{W}{K} \right] \quad (280)$$

$H_{v,inf}$  - koeficient prenosa toplote zaradi infiltracije zunanjega zraka [W/K]

$n_{inf}$  - povprečno število izmenjav zraka v 24 urah zaradi infiltracije [ $h^{-1}$ ]  
(enačba 281 ali 282)

$V$  - neto volumen prostora [ $m^3$ ]

$c_{p,z}$  - specifična toplota zraka [Wh/kgK ali kJ/kgK]

$\rho_z$  - gostota zraka [ $kg/m^3$ ]

Prevzamemo lahko vrednost  $c_{p,z} \cdot \rho_z = 0,34 \quad \frac{Wh}{m^3 K}$

- za primer brez mehanskega prezračevanja je

$$n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \quad [h^{-1}] \quad (281)$$

- za primer z mehanskim prezračevanjem je

$$n_{inf,mech} = n_{50} \cdot e_{wind} \cdot \left( 1 + f_{v,mech} \cdot \frac{t_{v,mech}}{24h} \right) \quad [h^{-1}] \quad (282)$$

$n_{50}$  - število izmenjav zraka pri tlačni razliki 50 Pa [ $h^{-1}$ ]

Če ni razpoložljivih rezultatov meritev, upoštevamo vrednosti iz Tabela 37 )

$e_{wind}$  - koeficient za upoštevanje zaščitenosti stavbe glede na veter. Kot prevzeto vrednost lahko upoštevamo  $e_{wind} = 0,07$  [-] ( glej OSIST EN 13790 )

$t_{v,mech}$  - čas delovanja prezračevalne naprave ( glej profil uporabe ) [h]

$f_{v,mech}$  - faktor za upoštevanje povečanja ali zmanjšanja infiltracije zunanjega zraka zaradi delovanja naprave za mehansko prezračevanje [-]

- mehansko prezračevanje z uravnoveženim dovodom in odvodom zraka:

$$f_{v,mech} = 0 \quad [-] \quad (283)$$

- mehansko prezračevanje z dovodom zraka ( in eventualnim odvodom, če je  $n_{dov} > n_{odv}$  :

$$f_{v,mech} = \frac{1}{1 + \frac{f_{wind}}{e_{wind}} \cdot \left( \frac{n_{dov} - n_{odv}}{n_{50}} \right)^2} - 1 \quad [-] \quad (284)$$

- mehansko prezračevanje z odvodom zraka ( in eventualnim dovodom, če je  $n_{odv} > n_{dov}$  :

$$f_{v,mech} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{f_{wind}}{e_{wind}} \cdot \left( \frac{n_{dov} - n_{odv}}{n_{50}} \right)^2} \quad [-] \quad (285)$$

$f_{wind} \cdot e_{wind}$  - koeficient za upoštevanje zaščitnosti stavbe glede na veter. Kot prevzeto vrednost lahko upoštevamo  $e_{wind} = 0,07$  in  $f_{wind} = 15$  ( glej standard OSIST EN 13790 )

$n_{dov}$  - število izmenjav zraka zaradi dovoda zraka [ $h^{-1}$ ]

$$n_{dov} = n_{mech,dov} \quad [h^{-1}] \quad (286)$$

$n_{mech,dov}$  - število izmenjav zraka zaradi mehanskega dovoda zraka [ $h^{-1}$ ]  
( enačba 124 ali 125 )

$n_{odv}$  - število izmenjav zraka zaradi odvoda zraka [-]

$$n_{odv} = n_{mech,odv} \quad [h^{-1}] \quad (287)$$

$n_{mech,odv}$  - število izmenjav zraka zaradi mehanskega odvoda zraka [ $h^{-1}$ ]  
( glej profil koriščenja )

Tabela 37: Vrednosti števila izmenjav zraka  $n_{50}$

| Kategorija stavbe glede na tesnost | $n_{50}$ [ $h^{-1}$ ] |
|------------------------------------|-----------------------|
| I                                  | 3* 1,5*               |
| II                                 | 4                     |
| III                                | 6                     |
| IV                                 | 10                    |

Kategorija I: zelo tesne stavbe: \* - brez HVAC sistema

\*\* - s HVAC sistemom ali mehanskim prezračevanjem

Kategorija II: tesne stavbe

Kategorija III: stavbe, ki ne spadajo v I, II ali IV kategorijo

Kategorija IV: netesne stavbe

9.13.1.2 Potrebna toplota zaradi prezračevanja z odpiranjem oken  $Q_{v,win,sink}$ 

$$Q_{v,win,sink} = H_{v,win} \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot \frac{t}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (288)$$

če je  $\theta_i > \theta_{e,M}$

$Q_{v,win,sink}$  - potrebna toplota zaradi prezračevanja z odpiranjem oken [kWh]

$H_{v,win}$  - koeficient prenosa toplote zaradi prezračevanja z odpiranjem oken [W/K]

$\theta_i$  - notranja temperatura zraka [°C]

$\theta_{e,M}$  - povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka [°C]

$t$  - časovni interval [h] ( $t = 24$  h)

$$H_{v,win} = n_{win} \cdot V \cdot 0,34 \quad [\text{W/K}] \quad (289)$$

$n_{v,win}$  - število dnevni izmenjav zraka zaradi prezračevanja z odpiranjem oken [ $\text{h}^{-1}$ ]

- za cone brez mehanskega prezračevanja:

$$n_{v,win} = 0,1 \cdot \text{h}^{-1} + \Delta n_{win} \cdot \frac{t_{koriščenja}}{24 \text{ h}} \quad [\text{h}^{-1}] \quad (290)$$

$\Delta n_{win}$  - dodatno število izmenjav zraka med časom koriščenja, brez mehanskega prezračevanja [ $\text{h}^{-1}$ ] (enačba 292 ali 293)

$t_{koriščenja}$  - čas koriščenja cone v 24 urah [h] (glej profil koriščenja)

$n_{koriščenja}$  - minimalno zahtevano število izmenjav zraka glede na profil koriščenja [ $\text{h}^{-1}$ ]

$$n_{koriščenja} = \frac{\dot{V}_A \cdot A_B}{V} \quad [\text{h}^{-1}] \quad (291)$$

$\dot{V}_A$  - minimalni specifični pretok svežega zraka [ $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ] (glej profil koriščenja)

$A_B$  - referenčni tlors cone [ $\text{m}^2$ ]

$V$  - neto prostornina cone [ $\text{m}^3$ ]

$$\Delta n_{win} = n_{koriščenja} - \frac{n_{koriščenja} - 0,2 \cdot \text{h}^{-1}}{\text{h}^{-1}} \cdot n_{inf} - 0,1 \cdot \text{h}^{-1} \quad [\text{h}^{-1}] \quad (292)$$

če je  $n_{koriščenja} < 1,2$  [ $\text{h}^{-1}$ ] in  $\Delta n_{win} > 0$  [ $\text{h}^{-1}$ ]

$$\text{drugače je } \Delta n_{win} = 0 \quad [\text{h}^{-1}] \quad (293)$$

oziroma:

$$\Delta n_{win} = n_{koriščenja} - n_{inf} - 0,1 \cdot h^{-1} \quad [h^{-1}] \quad (294)$$

če je  $n_{koriščenja} \geq 1,2 \quad [h^{-1}]$  in  $\Delta n_{win} > 0 \quad [h^{-1}]$

drugače je  $\Delta n_{win} = 0 \quad [h^{-1}]$  (295)

$n_{inf}$  - povprečno število izmenjav zraka v 24 urah zaradi infiltracije zunanjega zraka  $[h^{-1}]$  (enačba 281)

- za cone z mehanskim prezračevanjem, pri katerih je čas koriščenja enak času delovanja prezračevalne / HVAC naprave ( $t_{v,mech} = t_{koriščenja}$ ):

$$n_{win} = 0,1 \cdot h^{-1} + \Delta n_{win,mech} \cdot \frac{t_{v,mech}}{24 \cdot h} \quad [h^{-1}] \quad (296)$$

- za cone z mehanskim prezračevanjem, pri katerih je čas koriščenja daljši od časa delovanja prezračevalne / HVAC naprave ( $t_{v,mech} < t_{koriščenja}$ ):

$$n_{win} = 0,1 \cdot h^{-1} + \Delta n_{win} \cdot \frac{t_{v,koriščenja} - t_{v,mech}}{24 \cdot h} + \Delta n_{win,mech} \cdot \frac{t_{v,mech}}{24 \cdot h} \quad [h^{-1}] \quad (297)$$

$\Delta n_{win}$  - dodatno število izmenjav zraka med časom koriščenja, brez mehanskega prezračevanja  $[h^{-1}]$  (enačba 292 ali 293)

$\Delta n_{win,mech}$  - dodatno število izmenjav zraka med časom koriščenja, sistemi z mehanskim prezračevanjem / HVAC  $[h^{-1}]$

$t_{v,koriščenja}$  - čas koriščenja cone v 24 urah  $[h]$  (glej profil koriščenja)

$t_{v,mech}$  - dnevni čas obratovanja prezračevalne / HVAC naprave (glej profil koriščenja)

$\Delta n_{win,mech}$ :

- v času mirovanja prezračevalne / HVAC naprave:

če je  $n_{koriščenja} < 1,2 \cdot h^{-1}$ :

$$\Delta n_{win,mech} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0 \quad [h^{-1}] \\ n_{koriščenja} - \frac{n_{koriščenja} - 0,2 \cdot h^{-1}}{h^{-1}} \cdot n_{inf,mech} - 0,1 \cdot h^{-1} \quad [h^{-1}] \end{array} \right.$$

če je  $n_{koriščenja} \geq 1,2 \cdot h^{-1}$ :



$$\Delta n_{win,mech} = \max \begin{cases} 0 & [\text{h}^{-1}] \\ n_{korisčenja} - n_{inf,mech} - 0,1 \cdot h^{-1} & [\text{h}^{-1}] \end{cases}$$

$n_{inf,mech}$  - število izmenjav zraka zaradi infiltracije zraka v primeru mehanskega prezračevanja / HVAC naprave [ $\text{h}^{-1}$ ] (enačba 282)

- v času delovanja prezračevalne / HVAC naprave:

- če je  $\Delta n_{win,mech} \leq n_{dov}$  in  $n_{odv} \leq (n_{dov} + n_{inf})$ :

$$\Delta n_{win,mech} = 0 \quad [\text{h}^{-1}]$$

- če je  $\Delta n_{win,mech} \leq n_{dov}$  in  $n_{odv} > (n_{dov} + n_{inf})$ :

$$\Delta n_{win,mech} = n_{odv} - n_{dov} - n_{inf}$$

- če je  $\Delta n_{win,mech} > n_{dov}$  in  $n_{odv} \leq (\Delta n_{win,mech,o} + n_{inf})$ :

$$\Delta n_{win,mech} = \Delta n_{win,mech} - n_{dov}$$

- če je  $\Delta n_{win,mech} > n_{dov}$  in  $n_{odv} > (\Delta n_{win,mech,o} + n_{inf})$ :

$$\Delta n_{win,mech} = n_{odv} - n_{dov} - n_{inf}$$

### 9.13.1.3 Potrebna toplota zaradi mehanskega prezračevanja $Q_{v,mech,sink}$

$$Q_{v,mech,sink} = H_{v,mech,h} \cdot (\theta_i - \theta_{v,mech,h}) \cdot \frac{t_{v,mech,h}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (298)$$

če je  $\theta_i > \theta_{v,mech,h}$

$Q_{v,mech,sink}$  - potrebna toplota zaradi mehanskega prezračevanja [kWh]

$H_{v,mech,h}$  - koeficient prenosa toplote zaradi mehanskega prezračevanja [W/K] (enačba 299)

$\theta_i$  - notranja temperatura zraka [°C]

$\theta_{v,mech,h}$  - povprečna temperatura dovedenega zraka [°C] (glej točko 0)

$t_{v,mech,h}$  - časovni interval delovanja naprave – ogrevanje (glej profil koriščenja)

$$H_{v,mech,h} = 0,34 \cdot \dot{V}_h \cdot \left( \frac{\theta_i - \theta_{v,mech,h}}{\theta_i - \theta_{eM}} \right) \quad [\text{W/K}] \quad (299)$$

$H_{v,mech,h}$  - koeficient prenosa toplote zaradi mehanskega prezračevanja [W/K]

$\dot{V}_h$  - volumski pretok zraka – ogrevanje [m<sup>3</sup>/h]

$\theta_i$  - notranja temperatura zraka [°C]

$\theta_{v,mech,h}$  - temperatura dovedenega zraka - ogrevanje [°C] (glej točko 0)

$\theta_{eM}$  - povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka [°C]

### 9.13.2 Potreben hlad za hlajenje zaradi prezračevanja

$$Q_{v,source} = Q_{v,inf,source} + Q_{v,win,source} + Q_{v,mech,source} \quad [\text{kWh}] \quad (300)$$

$Q_{v,source}$  - potreben hlad zaradi prezračevanja [kWh]

$Q_{v,inf,source}$  - potreben hlad zaradi infiltracije zunanjega zraka [kWh] (enačba 301)

$Q_{v,win,source}$  - potreben hlad zaradi prezračevanja z odpiranjem oken [kWh] (enačba 302)

$Q_{v,mech,source}$  - potreben hlad zaradi mehanskega prezračevanja [kWh] (enačba 303)

#### 9.13.2.1 Potreben hlad zaradi infiltracije zunanjega zraka $Q_{v,inf,source}$

Postopek izračuna poteka enako kot v točki 0, pri čemer je namesto enačbe (279) upoštevana enačba:

$$Q_{v,inf,source} = H_{v,inf} \cdot (\theta_{eM} - \theta_i) \cdot \frac{t_{v,mech,c}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (301)$$

če je če je  $\theta_{eM} > \theta_i$

$t_{v,mech,c}$  - čas delovanja naprave [h] (glej profil koriščenja)

#### 9.13.2.2 Potreben hlad zaradi prezračevanja z odpiranjem oken $Q_{v,win,source}$

Postopek izračuna poteka enako kot v točki 0, pri čemer je namesto enačbe (288) upoštevana enačba:

$$Q_{v,win,source} = H_{v,win} \cdot (\theta_{eM} - \theta_i) \cdot \frac{t_{v,mech,c}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (302)$$

če je če je  $\theta_{eM} > \theta_i$

$t_{v,mech,c}$  - čas delovanja naprave [h] (glej profil koriščenja)

9.13.2.3 Potreben hlad zaradi mehanskega prezračevanja  $Q_{v,mech,source}$ 

$$Q_{v,mech,source} = H_{v,mech,c} \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot \frac{t_{v,mech,c}}{1000} + H_{v,noč} \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot \frac{t_{noč}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (303)$$

$Q_{v,mech,source}$  - potreben hlad zaradi mehanskega prezračevanja [kWh]

$H_{v,mech,c}$  - koeficient prenosa toplote zaradi mehanskega prezračevanja [W/K]

$\theta_i$  - notranja temperatura zraka [°C]

$\theta_{e,M}$  - povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka [°C]

$t_{v,mech,c}$  - časovni interval delovanja naprave - hlajenje [h] (glej profil koriščenja)

$t_{noč}$  - čas delovanja naprave za nočno prezračevanje [h] (glej profil koriščenja)

$$H_{v,mech,c} = 0,34 \cdot \dot{V}_c \cdot \left( \frac{\theta_i - \theta_{c,mech}}{\theta_i - \theta_{e,M}} \right) \quad [\text{W/K}] \quad (304)$$

$H_{v,mech,c}$  - koeficient prenosa toplote zaradi mehanskega prezračevanja - hlajenje [W/K]

$\theta_i$  - notranja temperatura zraka [°C]

$\theta_{c,mech}$  - temperatura dovedenega zraka – hlajenje [°C] (glej točko 0)

$\theta_{e,M}$  - povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka [°C]

$\dot{V}_c$  - volumski pretok zraka – hlajenje [m<sup>3</sup>/h]

$$H_{v,noč} = 0,34 \cdot \dot{V}_{noč} \cdot f_{noč} \quad [\text{W/K}] \quad (305)$$

$H_{v,noč}$  - koeficient prenosa toplote zaradi mehanskega prezračevanja v nočnem času [W/K]

$\dot{V}_{noč}$  - volumski pretok zraka v nočnem času [m<sup>3</sup>/h] (glej profil koriščenja)

$f_{noč}$  - korekturni faktor za nočno prezračevanje zaradi vpliva konstrukcije stavbe [-]

$f_{noč} = 0,4$  - za lahke stavbe (lesene, montažne, brez masivnih notranjih delov konstrukcije)

$f_{noč} = 0,6$  - za srednje težke stavbe (mešane konstrukcije, npr. masivni zunanji zidovi in notranji zidovi lahke konstrukcije)

$f_{noč} = 0,8$  - za težke stavbe (stavbe pretežno težke konstrukcije)

$f_{noč} = 0,9$  - za zelo težke stavbe

### 9.13.3 Temperatura zraka pri mehanskem prezračevanju

- Samo mehansko prezračevanje:

$$\theta_{v,mech} = \theta_{e,M} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (306)$$

- Mehansko prezračevanje s prenosnikom toplote, temperatura odvedenega zraka je enaka temperaturi zraka v prostoru:

$$\theta_{v,mech} = \theta_{e,M} + \eta_{V,mech} \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (307)$$

$\eta_{V,mech}$  - izkoristek rekuperatorja / regenerotorja pri mehanskem prezračevanju [-]

- Mehansko prezračevanje s HVAC napravo, kontrolirana temperatura vpihavanega zraka:

$$\theta_{v,mech} = \theta_{v,mech,HVAC} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (308)$$

$\theta_{v,mech,HVAC}$  - temperatura vpihavanega zraka [ $^{\circ}\text{C}$ ]

### 9.13.4 Maksimalna potrebna moč ogrevanja / hlajenja za sisteme z mehanskim prezračevanjem / HVAC

#### 9.13.4.1 Maksimalna potrebna moč ogrevanja za sisteme z mehanskim prezračevanjem

Potrebna moč za sisteme z mehanskim prezračevanjem, vključno z dogrevanjem vpihovanega zraka, je določena z enačbo:

$$\dot{Q}_{h,max,res} = \dot{Q}_{T,max} + \dot{Q}_{V,max} + \dot{Q}_{V,mech,min} \quad [\text{kW}] \quad (309)$$

$\dot{Q}_{T,max}$  - maksimalna potrebna toplotna moč za pokrivanje transmisijskih toplotnih izgub [kW] (določeno po standardu OSIST EN 13790)

$\dot{Q}_{V,max}$  - maksimalna potrebna toplotna moč za pokrivanje prezračevalnih toplotnih izgub brez mehanskega prezračevanja / HVAC [kW] (določeno po standardu OSIST EN 13790)

$\dot{Q}_{V,mech,min}$  - potrebna toplotna moč za pokrivanje toplotnih izgub zaradi mehanskega prezračevanja / HVAC sistema [kW]

$$\dot{Q}_{V,mech,min} = \dot{V}_{mech,min} \cdot \rho_z \cdot c_{pz} \cdot (\theta_i - \theta_{v,mech}) \quad [\text{kW}] \quad (310)$$

če je  $\theta_i > \theta_{v,mech}$

$\theta_i$  - notranja temperatura cone v času ogrevanja [°C]

$\theta_{V,mech}$  - temperatura dovedenega zraka v času ogrevanja [°C] (točka 0)

$\dot{V}_{mech,min}$  - minimalni volumski pretok svežega zraka pri projektnih pogojih za čas ogrevanja.

V kolikor ni drugače določeno, je  $\dot{V}_{mech,min} = \dot{V}_{min}$  (točka 0)

Za ogrevalne sisteme brez mehanskega prezračevanja / HVAC je

$$\dot{Q}_{h,max,res} = \dot{Q}_{NH}$$

#### 9.13.4.2 Maksimalna potrebna moč hlajenja za sisteme z mehanskim prezračevanjem

Potrebna maksimalna hladilna moč za sisteme brez mehanskega prezračevanja je določena z enačbo:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{c,max} = & 0,8 \cdot (\dot{Q}_{source,max} - \dot{Q}_{sink,max}) \cdot \left( 1 + 0,3 \cdot e^{-\frac{\tau}{120 \cdot h}} \right) - \\ & - \frac{C_{eff}}{60 \cdot h} \cdot (\Delta\theta - 2 \cdot K) + \frac{C_{eff}}{40 \cdot \frac{h}{K}} \cdot \left( \frac{12 \cdot h}{t_{c,op,d}} - 1 \right) \quad [\text{kW}] \quad (311) \end{aligned}$$

$\dot{Q}_{source,max}$  - vsota toplotnih virov znotraj cone [kW]  
(določeno po standardu OSIST EN 13790)

$\dot{Q}_{sink,max}$  - vsota toplotnih ponorov znotraj cone [kW]  
(določeno po standardu OSIST EN 13790)

$\tau$  - časovna konstanta [h]

$$\tau = \frac{C_{eff}}{H} = \frac{C_{eff}}{\sum H_T + \sum H_V + \sum H_{V,mech,\theta}} \quad [\text{h}] \quad (312)$$

$\sum H_T$  - vsota koeficientov transmissijskih toplotnih prehodnosti  
(določeno po standardu OSIST EN 13790)

$\sum H_V$  - vsota koeficientov prezračevalnih toplotnih prehodnosti  
(določeno po standardu OSIST EN 13790)

$$H_{V,mech,\theta} = H_{V,mech} \cdot \frac{\theta_i - \theta_{V,mech}}{6 \cdot K}$$

$\theta_{V,mech}$  - temperatura vpihovanega zraka [°C] (točka 0)

$H_{V,mech}$  - koeficient prezračevalne toplotne prehodnosti [W/K] (enačba 304)

- za HVAC naprave brez funkcije hlajenja je

$$H_{V,mech,\theta} = n_{mech} \cdot V \cdot \rho_z \cdot c_{pz}$$

$$n_{mech} = n_{mech,dov} \cdot \frac{t_{V,mech}}{24 \cdot h}$$

$n_{mech,dov}$  - število izmenjav zraka zaradi mehanskega dovoda zraka [ $h^{-1}$ ]  
(glej profil koriščenja)

$t_{V,mech}$  - dnevni čas delovanja naprave za mehansko prezračevanje [ $h^{-1}$ ]

$V$  – neto volumen cone [ $m^3$ ]

$\rho_z$  - gostota zraka [ $kg/m^3$ ]

$c_{pz}$  - specifična toplota zraka [kJ]

$$\rho_z \cdot c_{pz} = 0,34 \quad [Wh/m^3K]$$

- v primeru, da je  $\theta_{V,mech} \geq \theta_i$  je

$$H_{V,mech} = 0$$

Če je časovna konstanta  $\tau < 48$  h, potem v enačbi 311 upoštevamo časovno konstanto  $\tau = 48$  h.

$C_{eff}$  - efektivna toplotna akumulacija cone [Wh/K]

$$C_{eff} = A_B \cdot 50 \quad [Wh/m^2K] \quad \text{- lahka gradnja (prevzeta vrednost)}$$

$$C_{eff} = A_B \cdot 90 \quad [Wh/m^2K] \quad \text{- srednjetežka gradnja ( } \rho_{zunanjega\ zidu} \geq 600 \text{ kg/m}^3 \text{ )}$$

$$C_{eff} = A_B \cdot 130 \quad [Wh/m^2K] \quad \text{- težka gradnja ( } \rho_{zunanjega\ zidu} \geq 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ )}$$

$A_B$  - neto tlorsna površina cone [ $m^2$ ]

Potrebna maksimalna hladilna moč za sisteme z mehanskim prezračevanjem je določena z enačbo:

$$\dot{Q}_{c,max,res} = \dot{Q}_{c,max} - \dot{V}_{mech,max} \cdot \rho_z \cdot c_{pz} \cdot (\theta_{i,max} - \theta_{V,mech}) \quad [kW] \quad (313)$$

$\dot{Q}_{c,max}$  - maksimalna potrebna hladilna moč [kW] (enačba 311)

$\dot{V}_{mech,max}$  - maksimalni volumski pretok zraka pri mehanskem prezračevanju:

- za sisteme s konstantnim volumskim pretokom:

$$\dot{V}_{mech,max} = \dot{V}_{mech,k} \quad (\text{točka 0})$$

- za sisteme s časovno spremenljivim volumskim pretokom zraka:

$$\dot{V}_{mech,max} = \dot{V}_{mech,max,v} \quad (\text{točka 0})$$

- za sisteme z variabilnim volumskim pretokom zraka: ( točka 0 )

$\theta_{i,max}$  - računska vrednost notranje temperature pri projektnih pogojih

$$\theta_{i,max} = \frac{\theta_{i,c,max} - \theta_{i,c} - 2 \cdot K}{2}$$

$\theta_{i,c,max}$  - najvišja dopustna notranja temperatura pri projektnih pogojih  
( glej profil koriščenja )

$\theta_{i,c}$  - notranja temperatura pri projektnih pogojih ( glej profil koriščenja )

Za hladilne sisteme brez mehanskega prezračevanja / HVAC je

$$\dot{Q}_{c,max,res} = \dot{Q}_{c,max}$$

## 9.14 DOVEDENA ENERGIJA ZA HLAJENJE

### 9.14.1 Dovedena energija za hlajenje za sobne sisteme ( RAC )

Dovedena energija za hlajenje je določena z enačbo:

$$Q_{c,in,g} = Q_{c,out,g} + Q_{c,g,l} \quad [\text{kWh}] \quad (314)$$

$Q_{c,in,g}$  - dovedena energija v napravo za hlajenje [kWh]

$Q_{c,out,g}$  - iz naprave odveden hlad v hladilni sistem [kWh] (enačba 315)

$Q_{c,g,l}$  - toplotne izgube ( dobitki ) naprave za hlajenje [kWh]

$$Q_{c,g,l} = 0 \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_{c,out,g} = Q_{NC} + Q_{c,s,l} + Q_{c,d,l} + Q_{c,em,l} \quad [\text{kWh}] \quad (315)$$

$Q_{c,out,g}$  - iz naprave odveden hlad v hladilni razvodni sistem [kWh]

$Q_{NC}$  - potreben hlad za hlajenje cone [kWh] ( OSIST EN 13790 )

$Q_{c,s,l}$  - toplotne izgube akumulatorja [kWh] (enačba 316)

$Q_{c,d,l}$  - toplotne izgube razdelilnega sistema [kWh] (enačba 317)

$Q_{c,em,l}$  - toplotne izgube končnih prenosnikov [kWh] (enačba 318)

$$Q_{c,s,l} = 0 \quad [\text{kWh}] \quad (316)$$

$$Q_{c,d,l} = (1 - \eta_{c,d}) \cdot Q_{NC} \quad [\text{kWh}] \quad (317)$$

$Q_{NC}$  - potreben hlad za hlajenje cone [kWh] ( OSIST EN 13790 )

$\eta_{c,d}$  - učinkovitost razdelilnega sistema za hlad [-] ( Tabela 38 )

$$Q_{c,em,l} = \left[ (1 - \eta_{c,em}) + (1 - \eta_{c,em,sens}) \right] \cdot Q_{NC} \quad [\text{kWh}] \quad (318)$$

$\eta_{c,em}$  - učinkovitost končnih prenosnikov [kWh] ( Tabela 38 )

$\eta_{c,em,sens}$  - senzibilna učinkovitost končnih prenosnikov [kWh] ( Tabela 38 )

Tabela 38: Učinkovitost končnih prenosnikov hladu in razdelilnega sistema

| Hladilni sistem           | $\eta_{c,d}$ | $\eta_{c,em}$ | $\eta_{c,em,sens}$ |
|---------------------------|--------------|---------------|--------------------|
| vodni, 6/12               | 0,90         | 1,00          | 0,87               |
| vodni, 8/14               | 0,90         | 1,00          | 0,90               |
| vodni, 14/18              | 1,00         | 1,00          | 1,00               |
| vodni, 16/18              | 1,00         | 1,00          | 1,00               |
| vodni, 18/20              | 1,00         | 0,90          | 1,00               |
| neposredno uparjanje (DX) | 1,00         | 1,00          | 0,87               |

#### 9.14.2 Dovedena energija za kombinirano hlajenje s sobnim sistemom (RAC) in centralnim hladilnim sistemom (CAC / HVAC)

Doveden hlad za hlajenje:

$$Q_{c,in,g} = Q_{c,out,g,skupni} + Q_{c,g,l} \quad [\text{kWh}] \quad (319)$$

$Q_{c,in,g}$  - doveden hlad v napravo za hlajenje [kWh]

$Q_{c,out,g,skupni}$  - iz naprave odveden hlad v hladilni razvodni sistem [kWh] (enačba 320)

$Q_{c,g,l}$  - toplotne izgube (dobitki) naprave za hlajenje [kWh]

$$Q_{c,g,l} = 0 \text{ kWh}$$

$$Q_{c,out,g,skupni} = Q_{c,out,g} + Q_{c^*,out,g} \quad [\text{kWh}] \quad (320)$$

$Q_{c,out,g}$  - potreben hlad za sobni hladilni sistem (RAC) [kWh] (enačba 315)

$Q_{c^*,out,g}$  - potreben hlad za centralni hladilni sistem (CAC / HVAC) [kWh] (enačba 392)

##### 9.14.2.1 Potrebna električna energija za primarni krogotok in vodno hlajeni kondenzator

Računa se po postopku, opisanem v točki 0, pri čemer se upošteva naslednje:



enačba 324 je: 
$$\beta_{c,d,M} = \frac{Q_{c,out,skupni}}{\dot{Q}_{c,max} \cdot t_{c,M}}$$

$Q_{c,out,skupni}$  - skupna potrebna hladilna toplota [kWh] (enačba 320)

$$\dot{Q}_{c,max} = \dot{Q}_{c,max,res} + \dot{Q}_{c^*,max,res}$$

$\dot{Q}_{c,max,res}$  - maksimalna hladilna moč za sistem RAC [kW] (enačba 313)

$\dot{Q}_{c^*,max,res}$  - maksimalna hladilna moč za sistem CAC / HVAC [kW] (enačba 353)

$$t_c = \max \begin{cases} t_c \\ t_{c^*} \end{cases} \quad (\text{enačba 44 ali enačba 389})$$

### 9.14.3 Dodatna električna moč

### 9.14.4 Potrebna električna energija za končne prenosnike ( ventilatorji )

$$W_{c,em,aux} = Q_{c,out,g} \cdot f_{c,em,aux} \cdot \frac{t_c}{1000 \cdot h} \quad [\text{kWh}] \quad (321)$$

$W_{c,em,aux}$  - potrebna električna energija za končne prenosnike [kWh]

$Q_{c,out,g}$  - iz hladilne naprave odveden hlad v hladilni sistem [kWh] (enačba 315)

$f_{c,em,aux}$  - specifična raba električne energije končnega prenosnika [-] (Tabela 39)

$t_c$  - mesečni čas delovanja hladilnega sistema [h] (enačba 44)

Tabela 39: Specifična raba električne energije končnega prenosnika

| Vrsta končnega prenosnika                       | nazivna moč<br>[kW/kW] | $f_{c,em,aux}$<br>[kWh/kWh] |
|---|------------------------|-----------------------------|
| DX zračni sistem, kanalni razvod                | 0,030                  | 0,060                       |
| DX zračni sistem, razvod s stopnimi kasetami    | 0,020                  | 0,040                       |
| DX sistem, enote na stenah / parapetu           | 0,020                  | 0,040                       |
| ventilatorski konvektorji 6 °C                  | 0,020                  | 0,040                       |
| ventilatorski konvektorji 14 °C, z enotami      | 0,035                  | 0,070                       |
| ventilatorski konvektorji 14 °C, kanalni razvod | 0,040                  | 0,080                       |

### 9.14.4.1 Potrebna energija za hidravlične krogotoke

Potrebno električno energijo za hidravlične krogotoke se določi za vse zanke, v katerih so nameščene obtočne črpalke. Glede na vrsto hladilnega sistema so možne naslednje štiri vrste krogotokov:

- krogotok hlajenja kondenzatorja (vodno hlajen kondenzator, krogotok med kondenzatorjem in ponorom toplote v okolici)
- primarni krogotok (vodno hlajenje, krogotok med uparjalnikom in hidravlično ločnico)

- sekundarni krogotok (razdelilni, krogotok med hidravlično ločnico in končnimi prenosniki)
  - :
  - krogotok za sobne hladilne sisteme (RAC)
  - krogotok za centralno hlajenje (CAC)

Za hlajenje v coni z več krogotoki se postopek izračuna ponovi za vsak krogotok.

Potrebna električna energija za kapljevinske sisteme je določena z enačbo:

$$W_{c,d,aux} = W_{c,d,hydr} \cdot e_{c,d} \quad [\text{kWh}] \quad (322a)$$

za krogotok hlajenja kondenzatorja in primarni krogotok.

Za sekundarni razdelilni krogotok ( RAC in CAC ) je potrebna električna energija določena z enačbo:

$$W_{c,d,aux} = W_{c,d,hydr} \cdot e_{c,d} \cdot \frac{A_{cone}}{A_{sistem}} \quad [\text{kWh}] \quad (322b)$$

$W_{c,d}$  - potrebna električna energija [kWh]

$W_{c,d,hydr}$  - potrebna hidravlična energija [kWh] (enačba 323)

$e_{c,d}$  - faktor rabe električne energije črpalke [-] (enačba 329)

$A_{cone}$  - neto tlorisna površina hlajene cone [m<sup>2</sup>]

$A_{sistem}$  - neto tlorisna površina deleža hlajene cone za  $i$  – ti krogotok [m<sup>2</sup>]

$$W_{c,d,hydr} = \frac{P_{hydr}}{1000} \cdot \beta_{c,d,M} \cdot t_c \cdot f_{abgl} \quad [\text{kWh}] \quad (323)$$

$P_{hydr}$  - hidravlična moč v načrtovani obratovalni točki [W] (enačba 326)

$\beta_{c,d,M}$  - povprečna mesečna obremenitev kapljevinskega sistema [-] (enačba 324)

$t_c$  - mesečni čas delovanja hladilnega sistema [h] (enačba 44)

$f_{abgl}$  - korekcijski faktor za upoštevanje hidravličnega uravnoveženja [-]

- o za hidravlično uravnovežene sisteme:  $f_{abgl} = 1$
- o za hidravlično neuravnovežene sisteme:  $f_{abgl} = 1,25$

$$\beta_{c,d,M,i} = \frac{Q_{c,in,em,i}}{\dot{Q}_c \cdot t_c} \quad [-] \quad (324)$$

$\beta_{c,d,M,i}$  - povprečna mesečna obremenitev  $i$  – tega krogotoka kapljevinskega sistema [-]

$\dot{Q}_c$  - nazivna hladilna moč hladilne naprave [kW]

$t_c$  - mesečni čas delovanja hladilnega sistema [h] (enačba 44)

$Q_{c,in,em,i}$  - potrebna toplota (hlad) za končne prenosnike [kWh]

$$Q_{c,in,em,i} = Q_{CN,i} + Q_{c,em,i} \quad [\text{kW}] \quad (325)$$

$Q_{CN,i}$  - potreben hlad za hlajenje  $i$  – tega sistema v coni [kWh] ( po OSIST EN 13790 )

$Q_{c,em,i}$  - toplotne izgube končnih prenosnikov  $i$  – tega sistema v coni [kWh] (enačba 318)

Hidravlična moč v načrtovani obratovalni točki  $P_{hydr,i}$

$$P_{hydr,i} = 1000 \cdot \Delta p_{c,i} \cdot \frac{\dot{V}_{c,i}}{3600 \cdot \frac{s}{h}} \quad [\text{W}] \quad (326)$$

$\Delta p_{c,i}$  - tlačni padec  $i$  – tega krogotoka [kPa] (enačba 328)

$\dot{V}_{c,i}$  - volumski pretok kapljevine v  $i$  – tem krogotoku [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] (enačba 327)

Volumski pretok kapljevine  $\dot{V}_{c,i}$ :

$$\dot{V}_{c,i} = \frac{3600 \cdot \frac{s}{h} \cdot \dot{Q}_{c,max,res,i}}{\rho_{c,i} \cdot c_{pc,i} \cdot \Delta \theta_{c,i}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (327)$$

$\dot{V}_{c,i}$  - volumski pretok kapljevine v  $i$  – tem krogotoku [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

$\dot{Q}_{c,max,res,i}$  - maksimalna hladilna moč za hlajenje v  $i$  – tem krogotoku v coni [kW]  
(enačba 313)

$\rho_{c,i}$  - gostota kapljevine v  $i$  – tem krogotoku [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$c_{pc,i}$  - specifična toplota kapljevine v  $i$  – tem krogotoku [kJ/kgK]

$\Delta \theta_{c,i}$  - temperaturna razlika med vstopom in izstopom kapljevine v  $i$  – tem krogotoku [K]  
(podatek ali vrednost iz Tabela 45)

### Tlačni padec

$$\Delta p_c = 0,16 \cdot L_{\max} + \Delta p_g + \Delta p_{reg} + \Delta p_{em} \quad [\text{kPa}] \quad (328)$$

$$L_{\max} = 2 \cdot \left( L + \frac{B}{2} + n_G \cdot h_G + 10 \right)$$

Za primarni krogotok je  $L_{\max} = 2 \cdot L$

$L$  - dolžina cone ( stavbe ) [m]

$B$  - širina cone ( stavbe ) [m]

$n_G$  - število ogrevanih etaž v coni ( delu stavbe ) [m]

$h_G$  - povprečna višina etaže v coni ( delu stavbe ) [m]

$\Delta p_g$  - tlačni padec na generatorju hladu [kPa]

○ ploščati uparjalnik:  $\Delta p_g = 40 \text{ kPa}$

○ cevni uparjalnik:  $\Delta p_g = 30 \text{ kPa}$

$\Delta p_{reg}$  - tlačni padec na regulacijskem ventilu [kPa]

$$\Delta p_{reg} = 0,66 \cdot \Delta p_{em}$$

$\Delta p_{em}$  - tlačni padec na končnem prenosniku [kPa]

○ indukcijske naprave:  $\Delta p_{em} = 35 \text{ kPa}$

○ konvektor, hladilni strop:  $\Delta p_{em} = 35 \text{ kPa}$

V kolikor ni razpoložljivih podatkov za izračun volumskega pretoka hlajene vode in tlačnega padca lahko upoštevamo vrednosti iz Tabela 40 in Tabela 41.

Za sisteme hlajenja s hladno vodo lahko upoštevamo naslednje vrednosti:

Tabela 40: Specifični volumski pretok vode

| Vrsta krogotoka                           | temperaturna razlika         | $\dot{V}_{spec}$ [(m <sup>3</sup> /h)/kW] |
|---|------------------------------|---|
| Primarni krogotok, krogotok HVAC hlajenje | $\Delta\theta = 6 \text{ K}$ | $4,0 \cdot 10^{-5}$                       |
| Sekundarni krogotok (RAC)                 | $\Delta\theta = 2 \text{ K}$ | $1,2 \cdot 10^{-5}$                       |

$$\dot{V}_c = \dot{V}_{spec} \cdot Q_{c,out,g} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$Q_{c,out,g}$  - iz naprave odveden hlad v hladilni razvodni sistem [kWh] (enačba 315)

Tabela 41: Tlačni padec

| Vrsta krogotoka            | Tlačni padec $\Delta p_c$ [kPa] |              |              |
|----------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|                            | veliki upori                    | zmerni upori | majhni upori |
| Primarni krogotok          | 150                             | 100          | 50           |
| Glavni razdelilni krogotok | 400                             | 250          | 150          |
| Krogotok HVAC hlajenje     | 250                             | 150          | 100          |
| Sekundarni krogotok (RAC)  | 400                             | 300          | 200          |

**Faktor rabe električne energije črpalke**  $e_{c,d}$

$$e_{c,d} = f_e \cdot \left( C_{p1} + \frac{C_{p2}}{\beta_{c,d,M}} \right) \quad [-] \quad (329)$$

$\beta_{c,d,M}$  - povprečna mesečna obremenitev razvodnega omrežja [-] (enačba 324)

neznana črpalka: 
$$f_e = \left[ 1,25 + \left( \frac{200}{P_{hydr}} \right)^{0,5} \right] \cdot b$$

$b=1$  - nova stavba

$b=1,2$  - obstoječa stavba

pri  $P_{hydr}$  v W.

znana črpalka: 
$$f_e = \frac{P_{pump}}{P_{hydr}}$$

$C_{p1}$ ,  $C_{p2}$  - regulacija črpalke:  $C_{p1}$ ,  $C_{p2}$   
 ni regulacije: 0,25, 0,75  
 z regulacijo: 0,85, 0,15

#### 9.14.5 Potrebna energija za hlad

Za hladilne naprave z energetske učinkovitostjo hlajenja EER (energy efficiency ratio) in faktorjem delne obremenitve PLV (partial load value) je potrebna energija za hlad določena z enačbo:

$$EER \cdot PLV = SEER = \frac{Q_{c,out,g}}{W_c} \quad [\text{kW/kW}] \quad (330)$$

$EER$  - faktor energetske učinkovitosti hladilne naprave [kW/kW] (tabela 45, tabela 46, tabela 47)

$PLV$  - faktor delne obremenitve [kW/kW] (tabela 48 ali tabela 49)

$SEER$  - letni faktor energetske učinkovitosti [kW/kW]

$Q_{c,out,g}$  - potreben hlad za hlajenje na izstopu iz hladilne naprave [kWh] (enačba 315)

$W_c$  - potrebna električna energija generatorja hladu [kWh]

$$W_c = \frac{Q_{c,out,g}}{EER \cdot PLV} \quad [\text{kWh}] \quad (331)$$

$$EER = \frac{Q_c}{P_c} \quad [-] \quad (332)$$

$Q_c$  - nazivna hladilna moč hladilne naprave [kW]  
 $P$  - nazivna električna moč hladilne naprave [kW]

Tabela 42: Način regulacije delne obremenitve, kompresorske naprave, vodno hlajenje

| Vodno hlajene kompresorske hladilne naprave, način regulacije pri delni obremenitvi |   |
|---|---|
| (1)   | Batni ali spiralni kompresor, dvotočkovna regulacija ( ON/OFF ) |
| (2)   | Batni ali spiralni kompresor, večtočkovna regulacija            |
| (3)   | Batni kompresor s posamičnim izklopom cilindrov                 |
| (4)   | Batni ali spiralni kompresor z by-pass regulacijo               |
| (5)   | Vijačni kompresor s kontrolo ventilov                           |
| (6)   | Turbinski kompresor s kontrolo vstopa                           |

Tabela 43: Način regulacije delne obremenitve, kompresorske naprave, zračno hlajenje

| Zračno hlajene kompresorske hladilne naprave, način regulacije pri delni obremenitvi |  |
|--|--|
| (A)  | Batni ali spiralni kompresor, dvotočkovna regulacija in vmesni akumulator (ON/OFF) |
| (B)  | Batni ali spiralni kompresor, večtočkovna regulacija                               |
| (C)  | Vijačni kompresor s kontrolo ventilov  |

Tabela 44: Način regulacije delne obremenitve, sobni hladilnik (RAC)

| Zračno hlajeni sobni hladilniki, način regulacije pri delni obremenitvi |   |
|---|---|
| (D)   | enoconski sistem, dvotočkovna regulacija (ON/OFF)   |
| (E)   | večconski sistem, dvotočkovna regulacija  |
| (F)   | enoconski sistem, zvezna regulacija (npr. frekvenčna/pulzna), z elektronsko vodenim ekspanzijskim ventilom (inverter) |
| (G)   | večconski sistem, zvezna regulacija (npr. frekvenčna/pulzna), z elektronsko vodenim ekspanzijskim ventilom (inverter) |

Tabela 45: Faktor energetske učinkovitosti  $EER$ , vodno hlajeni kompresorski sistemi

| Hladivo | Hladilna voda*<br>vstop/izstop<br>°C | Hlajena voda<br>izstop<br>°C | Povprečna<br>temperatura<br>uparjanja<br>°C | $EER$   |  |  |
|---------|--------------------------------------|------------------------------|---|---|--|--|
|         |                                      |                              |   | Batni ali<br>spiralni<br>kompresor<br>od 10 kW<br>do 1,5 MW | Vijačni<br>kompresor<br>od 200 kW<br>do 2 MW | Turbinski<br>kompresor<br>od 500 kW<br>do 8 MW |
| R134a   | 27/33                                | 6                            | 0   | 4,0   | 4,5  | 5,2  |
|         |                                      | 14                           | 8   | 4,6   | 5,3  | 5,9  |
|         | 40/45                                | 6                            | 0   | 3,1   | 2,9  | 4,1  |
|         |                                      | 14                           | 8   | 3,7   | 3,7  | 4,8  |
| R407c   | 27/33                                | 6                            | 0   | 3,8   | 4,2  | -  |
|         |                                      | 14                           | 8   | 4,4   | 4,9  | -  |
|         | 40/45                                | 6                            | 0   | 3,0   | 2,7  | -  |

|       |       |    |   |     |     |   |
|-------|-------|----|---|-----|-----|---|
|       |       | 14 | 8 | 3,6 | 3,3 | - |
| R410A | 27/33 | 6  | 0 | 3,6 | -   | - |
|       |       | 14 | 8 | 4,2 | -   | - |
|       | 40/45 | 6  | 0 | 2,8 | -   | - |
|       |       | 14 | 8 | 3,3 | -   | - |
| R717  | 27/33 | 6  | 0 | -   | 4,6 | - |
|       |       | 14 | 8 | -   | 5,4 | - |
|       | 40/45 | 6  | 0 | -   | 3,1 | - |
|       |       | 14 | 8 | -   | 3,7 | - |

\* suh sistem: 40/45  
hlapilni sistem: 27/33

Tabela 46: Faktor energetske učinkovitosti *EER*, zračno hlajeni kompresorski sistemi

| Hladivo | Hlajena voda izstop °C | Povprečna temperatura uparjanja °C | <i>EER</i>                                      |                                     |
|---------|------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|
|         |                        |                                    | Batni ali spiralni kompresor od 10 kW do 1,5 MW | Vijačni kompresor od 200 kW do 2 MW |
| R134a   | 6                      | 0                                  | 2,8   | 3,0                                 |
|         | 14                     | 8                                  | 3,5   | 3,7                                 |
| R407c   | 6                      | 0                                  | 2,5   | 2,7                                 |
|         | 14                     | 8                                  | 3,2   | 3,4                                 |
| R410A   | 6                      | 0                                  | 2,4   | -                                   |
|         | 14                     | 8                                  | 3,1   | -                                   |
| R717    | 6                      | 0                                  | -   | 3,2                                 |
|         | 14                     | 8                                  | -   | 3,9                                 |

Tabela 47: Faktor energetske učinkovitosti *EER* za sobne hladilne naprave, zračno hlajene

$\square$   
 $\dot{Q}_c < 12$  kW \*

\* V skladu z direktivo 2002/31/EC

| Vrsta hladilne naprave                       | <i>EER</i> | vrsta regulacije |
|--|------------|------------------|
| Kompaktna enota, nameščena na oknu ali steni | 2,6        | (D)              |
| Split sistem                                 | 2,7        | (D), (F)         |
| Multi – split sistem                         | 2,9        | (E), (G)         |

Tabela 48: Faktor energetske učinkovitosti *EER* za zračno hlajene sobne hladilne naprave

$\square$   
(RAC),  $\dot{Q}_c > 12$  kW

| Vrsta hladilne enote                    | <i>EER</i> | vrsta regulacije |
|---|------------|------------------|
| VRF sistem (variable refrigerant flow ) | 3,5        | (G)              |

Tabela 49: Vrednost faktorja delne obremenitve *PLV* – vodno hlajene naprave

| Vrsta kompresorja (tabela 36) | Konstanten pretok hladilne vode |                |                |                | Variabilni pretok hladilne vode |                |                |                |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                               | hladilni stolp                  |                | suh hladilnik  |                | hladilni stolp                  |                | suh hladilnik  |                |
|                               | <i>PLV</i> [-]                  | $f_{R,VK}$ [-] | <i>PLV</i> [-] | $f_{R,TK}$ [-] | <i>PLV</i> [-]                  | $f_{R,VK}$ [-] | <i>PLV</i> [-] | $f_{R,TK}$ [-] |
| (1)                           | 0,92                            | 0,12           | 0,92           | 0,09           | -                               | -              | -              | -              |

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (2) | 1,31 | 0,12 | 1,26 | 0,08 | 1,54 | 0,37 | 1,74 | 0,63 |
| (3) | 0,82 | 0,13 | 0,79 | 0,09 | 0,96 | 0,40 | 1,09 | 0,65 |
| (4) | 0,56 | 0,13 | 0,56 | 0,09 | -    | -    | -    | -    |
| (5) | 1,01 | 0,12 | 0,97 | 0,09 | 1,19 | 0,38 | 1,79 | 0,64 |
| (6) | -    | -    | -    | -    | 1,21 | 0,38 | 1,37 | 0,64 |

Tabela 50: Vrednost faktorja delne obremenitve  $PLV$  – zračno hlajene naprave

| Vrsta kompresorja<br>(tabela 37, 38) | $PLV$ [-] |
|--------------------------------------|-----------|
| (A)                                  | 1,32      |
| (B)                                  | 1,43      |
| (C)                                  | 1,14      |
| (D)                                  | 1,24      |
| (E)                                  | 0,85      |
| (F)                                  | 1,37      |
| (G)                                  | 1,33      |

## 9.14.6 Potrebna energija za hlajenje kondenzatorja

$$W_{c,f,R,e} = \overset{\square}{Q}_{R,out,g} \cdot q_{R,e} \cdot f_{R,av} \cdot t_R \quad [\text{kWh}] \quad (333)$$

$W_{c,f,R,e}$  - potrebna električna energija za hlajenje kondenzatorja [kWh]

$\overset{\square}{Q}_{R,out,g}$  - toplotna moč kondenzatorja [kW] (enačba 334)

$q_{R,e}$  - specifična električna moč za sistem hlajenja kondenzatorja [-] (tabela 50)

$f_{R,av}$  - povprečni faktor učinkovitosti sistema za hlajenje kondenzatorja [-]

$t_R$  - časovni interval delovanja sistema za hlajenje kondenzatorja [h]

$$\overset{\square}{Q}_{R,out,g} = \overset{\square}{Q}_c \cdot \left( 1 + \frac{1}{EER} \right) \quad [\text{kW}] \quad (334)$$

$\overset{\square}{Q}_c$  - nazivna hladilna moč hladilne naprave [kW] (podatek)

$EER$  - faktor energetske učinkovitosti hladilne naprave [kW/kW]  
(tabela 44 ali tabela 45)

Tabela 51: Specifična električna moč za sistem hlajenja kondenzatorja  $q_{R,e}$ 

|  | Hladilni stolp ali evaporativni kondenzator |             | Suh sistem |
|--|---|-------------|------------|
|  | zaprti krog                                 | odprti krog |            |
|  | $q_{R,e}$ [kW/kW]                           |             |            |
| Brez dodatnega glušnika<br>(aksialni ventilator) | 0,033                                       | 0,018       | 0,045      |
| Z dodatnim glušnikom<br>(radialni ventilator)    | 0,040                                       | 0,021       | -          |



## 9.14.7 Skupna dodatna energija za hlajenje

$$W_{c,g,aux} = W_{c,primarni} + \sum_i W_{c,d,aux,i} + W_{c,f,R,e} \quad [\text{kWh}] \quad (335)$$

## 9.15 HVAC SISTEMI

Standardne vrednosti za posamezne elemente HVAC sistemov so podane v naslednjih tabelah.

Tabela 52: Ventilatorji

| SFP*4                          | specifična moč<br>$P_{SFP}$ [kW/m <sup>3</sup> s] | $\Delta p$ [Pa] |
|--------------------------------|---|-----------------|
| odvodni ventilator             | 1,250   | 750             |
| dovodni ventilator z grelnikom | 1,600   | 960             |
| dovodni ventilator HVAC        | 2,000   | 1200            |

\*SFP – specifična moč ventilatorjev oziroma angl. fan power ( po OSIST EN 13779 )

Tabela 53: Dodatna potrebna moč zaradi prigradenih elementov

| Element                              | + $P_{SFP}$ [W/m <sup>3</sup> s] |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| dodatni mehanski filter              | + 300                            |
| HEPA filter                          | + 1000                           |
| plinski filter                       | + 300                            |
| prenosnik toplote, razred H2 ali H1* | + 300                            |
| hladilnik                            | + 300                            |

\*Razred H2 ali H1 v skladu s standardom OSIST EN 13053

Tabela 54 : Prenosnik toplote za vračanje odpadne toplote

| Vrsta prenosnika                        | Senzibilni izkoristek | Latentni izkoristek |
|---|-----------------------|---------------------|
|   | $\eta_t$              | $\eta_x$            |
| Ploščati prenosnik                      | 0,5                   | -                   |
| Ploščati prenosnik – križni, protitočni | 0,65                  | -                   |
| Rotacijski, brez sorpcijskega materiala | 0,7                   | 0                   |
| Rotacijski, s sorpcijskim materialom    | 0,7                   | 0,7                 |

Tabela 55: Standardne temperaturne razlike med dovedenim zrakom in zrakom v prostoru

| Sistem                            | Standardne računske temperaturne razlike |                       |
|-----------------------------------|--|-----------------------|
|                                   | Hlajenje                                 | Ogrevanje             |
| Vrtinčni difuzorji, režni izpusti | 8 K                                      | 6 K                   |
| Mrežni dovod                      | 6 K                                      | 4 K                   |
| Izpodrivno prezračevanje          | 4 K                                      | 2 K                   |
| Impulzne šobe                     | 8 K                                      | 8 K                   |
| Indukcijske                       | 10 K<br>primarni zrak                    | 10 K<br>primarni zrak |
| Prezračevani stropi               | 10 K                                     | -                     |

9.15.1 Pretok dovedenega zraka  $\dot{V}_{mech}$ 

Količina dovedenega zraka je odvisna od sistema in vrste regulacije.

9.15.1.1 Naprave s konstantnim volumskim pretokom  $\dot{V}_{v,mech,k}$ 

$$\dot{V}_{mech,k} = V \cdot n_{HVAC} \quad [m^3/h] \quad (336)$$

$V$  - neto volumen prostora (cone)  $[m^3]$

$n_{HVAC}$  - število izmenjav zraka  $[h^{-1}]$

Za naprave s konstantnim volumskim pretokom velja:

$$\dot{V}_{mech,k} = \dot{V}_{mech} = \dot{V}^* \quad \dot{V}_{mech,k} - \text{povprečen mesečni pretok zraka } [m^3/h]$$

$$\dot{V}^* - \text{projektjni pretok}$$

9.15.1.2 Naprave s časovno spremenljivim volumskim pretokom  $\dot{V}_{mech,v}$ 

$$\dot{V}_{mech,v} = \frac{\sum V_i \cdot n_{i,HVAC} \cdot t_{i,HVAC}}{t_{HVAC} \cdot d_v} \quad [m^3/h] \quad (337)$$

$V_i$  - neto volumen  $i$ -tega prostora (cone)  $[m^3]$

$n_{i,HVAC}$  - število izmenjav zraka v  $i$ -tem prostoru (coni)  $[h^{-1}]$

$t_{i,HVAC}$  - mesečno število ur delovanja s spremenjenim pretokom v  $i$ -ti coni  $[h]$

$t_{HVAC}$  - dnevno število ur delovanja naprave  $[h/d]$

$d_v$  - mesečno število dni obratovanja  $[d]$

9.15.1.3 Naprave z variabilnim pretokom zraka VAV  $\dot{V}_{mech,AV}$ 

- s konstantnim minimalnim pretokom zraka:

$$\dot{V}_{mech,AV} = \dot{V}_{mech,k} + \frac{Q_{NC}}{1000 \cdot t_{v,mech} \cdot d_{v,mech} \cdot \rho_z \cdot c_{pz} \cdot (\theta_{i,c} - \theta_{v,mech})} \quad [m^3/h] \quad (338)$$

- s spremenljivim minimalnim pretokom zraka:

$$\dot{V}_{mech,AV} = \dot{V}_{mech,k} + \frac{Q_{NC}}{1000 \cdot t_{v,mech} \cdot d_{v,mech} \cdot \rho_z \cdot c_{pz} \cdot (\theta_{i,c} - \theta_{v,mech})} \quad [m^3/h] \quad (339)$$

$$\rho_z \cdot c_{pz} = 0,34 \text{ Wh/m}^3 \text{K}$$

$Q_{NC}$  - potrebna toplotna energija za hlajenje [kWh] (OSIST EN 13790)

$t_{v,mech}$  - dnevni čas delovanja [h/d]

$d_{v,mech}$  - mesečno število dni obratovanja naprave [d]

$\theta_{i,c}$  - temperatura zraka v prostoru (coni) [°C]

$\theta_{mech}$  - temperatura dovedenega zraka [°C]

## 9.15.2 Potrebna energija za delovanje ventilatorjev

### 9.15.2.1 Naprave s konstantnim volumskim pretokom

$$P_{dov} = \frac{\dot{V}_{v,mech,dov} \cdot \Delta p_{dov}}{\eta_{dov}} \quad \text{ali} \quad P_{dov} = \frac{\dot{V}_{v,mech,dov} \cdot P_{SFP}}{3600} \quad [\text{kW}] \quad (340)$$

$$P_{odv} = \frac{\dot{V}_{v,mech,odv} \cdot \Delta p_{odv}}{\eta_{odv}} \quad \text{ali} \quad P_{odv} = \frac{\dot{V}_{v,mech,odv} \cdot P_{SFP}}{3600} \quad [\text{kW}] \quad (341)$$

$\dot{V}_{v,mech,dov}$  - doveden volumski pretok zraka [m<sup>3</sup>/h]

$\dot{V}_{v,mech,odv}$  - odveden volumski pretok zraka [m<sup>3</sup>/h]

$\Delta p_{dov}$  - skupni tlačni padec dovodnega sistema [Pa]

$\Delta p_{odv}$  - skupni tlačni padec odvodnega sistema [Pa]

$\eta_{dov}, \eta_{odv}$  - povprečni izkoristek ventilatorskega sistema [-]

(prevzeta vrednost:  $\eta = 60\%$ )

$P_{SFP}$  - specifična moč ventilatorjev (Tabela 52)

Poenostavitev:

$$\dot{V}_{v,mech,dov} = \dot{V}_{v,mech,odv} = \dot{V}_{v,mech,k} \left( \dot{V}_{v,mech,n} \right) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (342)$$

$$W_v = (P_{dov} + P_{odv}) \cdot t_{v,mech} \quad [\text{kWh}] \quad (343)$$

### 9.15.2.2 Naprave s časovno spremenljivim volumskim pretokom

$$W_v = \sum_i (P_{dov,i} + P_{odv,i}) \cdot t_{v,mech,i} \quad [\text{kWh}] \quad (344)$$

$t_{v,mech,i}$  - čas delovanja naprave v posameznem  $i$ -tem režimu [h] (npr. nočno hlajenje s prezračevanjem)

## 9.15.2.3 Naprave z variabilnim pretokom zraka (VAV)

$$W_v = W_{v,dov} + W_{v,odv} \quad [\text{kWh}] \quad (345)$$

$$W_{v,dov} = \left( \frac{\Delta p_{dov}^* \cdot f_{p,dov}}{\eta_{dov}} \cdot \sum \dot{V}_{v,dov,M} + \frac{\Delta p_{dov}^* \cdot (1 - f_{p,dov})}{\eta_{dov} \cdot \dot{V}_{v,dov}^{*2}} \cdot \sum \dot{V}_{v,dov,M}^3 \right) \cdot t_{v,mech} \quad [\text{kWh}] \quad (346)$$

$$W_{v,odv} = \left( \frac{\Delta p_{odv}^* \cdot f_{p,odv}}{\eta_{odv}} \cdot \sum \dot{V}_{v,odv,M} + \frac{\Delta p_{odv}^* \cdot (1 - f_{p,odv})}{\eta_{odv} \cdot \dot{V}_{v,odv}^{*2}} \cdot \sum \dot{V}_{v,odv,M}^3 \right) \cdot t_{v,mech} \quad [\text{kWh}] \quad (347)$$

$\Delta p^*$  - celotni tlačni padec kanalske mreže pri projektnih pogojih [Pa] ( pri volumnem pretoku  $\dot{V}^*$  [m<sup>3</sup>/h]

$f_p$  - tlačno razmerje ( razmerje tlakov ) kanalske mreže [-]

$$f_p = \frac{\Delta p_{konst}}{\Delta p^*} \quad \left( f_{p,dov} = \frac{\Delta p_{dov,konst}}{\Delta p_{dov}^*}, \quad f_{p,odv} = \frac{\Delta p_{odv,konst}}{\Delta p_{odv}^*} \right)$$

$\Delta p_{konst}$  - del konstantnih tlačnih izgub kanalske mreže [Pa]

$\eta_{dov}, \eta_{odv}$  - povprečni izkoristek ventilatorskega sistema [-]  
( prevzeta vrednost:  $\eta = 60\%$  )

$\dot{V}_{v,dov,M}, \dot{V}_{v,odv,M}$  - povprečni mesečni volumni pretok zraka pri VAV napravah za posamezno cono [m<sup>3</sup>/h]

( poenostavitev ):  $\dot{V}_{v,dov,M} = \dot{V}_{v,odv,M} = \dot{V}_{v,mech,VAV}$  [m<sup>3</sup>/h]

( enačba 338 ali 339 )

$t_{v,mech}$  - čas delovanja HVAC naprave v mesečnem intervalu [h]

## 9.15.3 Določitev največje moči

## 9.15.3.1 Izhodiščni podatki – dimenzioniranje naprave ( stanje zraka )

Za vrednosti izhodiščnih parametrov dimenzioniranja lahko upoštevamo vrednosti za stanje zunanega zraka ( Tabela 56 ) in stanje notranjega ( odvedenega ) zraka ( Tabela 57 )

Tabela 56: Stanje zunanega zraka ( dimenzioniranje naprave )

|         |                           |       |
|---------|---------------------------|-------|
| zima    | $\theta_{e,zima}$ [°C]    | -12,0 |
|         | $x_{e,zima}$ [kg/kg]      | 0,001 |
|         | $h_{e,zima}$ [kJ/kg]      | -9,6  |
| poletje | $\theta_{e,poletje}$ [°C] | 32,0  |
|         | $x_{e,poletje}$ [kg/kg]   | 0,012 |
|         | $h_{e,poletje}$ [kJ/kg]   | 63,0  |

Tabela 57: Stanje notranjega zraka ( dimenzioniranje naprave )

|         |                                    |                           |       |
|---------|------------------------------------|---------------------------|-------|
| zima    | brez zahtev glede vlage            | $Q_{i,zima}$ [°C]         | 22,0  |
|         |                                    | $x_{i,zima}$ [kg/kg]      | 0,001 |
|         |                                    | $h_{i,zima}$ [kJ/kg]      | 24,8  |
|         | zahteve za vlažnost s toleranco    | $Q_{i,zima}$ [°C]         | 22,0  |
|         |                                    | $x_{i,zima}$ [kg/kg]      | 0,006 |
|         |                                    | $h_{i,zima}$ [kJ/kg]      | 37,5  |
|         | zahteve za vlažnost brez tolerance | $Q_{i,zima}$ [°C]         | 22,0  |
|         |                                    | $x_{i,zima}$ [kg/kg]      | 0,008 |
|         |                                    | $h_{i,zima}$ [kJ/kg]      | 42,6  |
| poletje | brez zahtev glede vlage            | $\theta_{i,poletje}$ [°C] | 26,0  |
|         |                                    | $x_{i,poletje}$ [kg/kg]   | 0,012 |
|         |                                    | $h_{i,poletje}$ [kJ/kg]   | 56,9  |
|         | zahteve za vlažnost s toleranco    | $\theta_{i,poletje}$ [°C] | 26,0  |
|         |                                    | $x_{i,poletje}$ [kg/kg]   | 0,011 |
|         |                                    | $h_{i,poletje}$ [kJ/kg]   | 54,3  |
|         | zahteve za vlažnost brez tolerance | $\theta_{i,poletje}$ [°C] | 26,0  |
|         |                                    | $x_{i,poletje}$ [kg/kg]   | 0,008 |
|         |                                    | $h_{i,poletje}$ [kJ/kg]   | 46,7  |

Tabela 58: Standardne vrednosti parametrov stanja dovedenega zraka – vlažnost zraka

| Obratovalne zahteve            | $x_{dov}$ [g/kg] |               |
|--------------------------------|------------------|---------------|
|                                | ovlaževanje      | razvlaževanje |
| brez zahtev glede vlažnosti    | $x_e$            | $x_e$         |
| zahtevana vlažnost s toleranco | 6,0              | 10,0          |
| zahtevana vlažnost s toleranco | 8,0              | 8,0           |

Tabela 59: Standardne temperature odvedenega zraka

| zunanja temperatura $\theta_e$ [°C]             | notranja temperatura $\theta_{i,odv}$ [°C] |
|---|--|
| < 22°C  | 22°C                                       |
| $22^\circ \leq \theta_e \leq 26^\circ \text{C}$ | $\theta_e$                                 |
| > 26°C  | 26°C                                       |

## 9.15.3.2 Maksimalna moč ogrevanja

Maksimalna moč ogrevanja je za:

- naprave brez parnega ovlaževanja:

$$\dot{Q}_{vh,max} = \frac{\dot{V}^* \cdot \rho_z \cdot (h_{dov,zima} - h_{e,zima} - \Delta h_{PT})}{3600} \quad [\text{kW}] \quad (348)$$

- naprave s parnim ovlaževanjem:

$$\dot{Q}_{vh,max} = \frac{\dot{V}^* \cdot \rho_z \cdot [c_{p,z} \cdot (\theta_{v,dov,zima} - \theta_{e,zima}) - \Delta h_{PT}]}{3600} \quad [\text{kW}] \quad (349)$$

$\dot{Q}_{vh,max}$  - maksimalna moč ogrevanja [kW]

$\dot{V}^*$  - volumski pretok dovedenega zraka pri projektnih pogojih [m<sup>3</sup>/h]

$\rho_z$  - gostota zraka [kg/m<sup>3</sup>]

$c_{p,z}$  - specifična toplota zraka [kJ/kgK]

$h$  - entalpija [kJ/kg]

$\Delta h_{PT}$  - razlika entalpij zaradi vračanja odpadne toplote [kJ/kg]

$\theta$  - temperatura zraka [°C]

- naprave brez vračanja odpadne toplote:

$$\Delta h_{PT} = 0 \quad [\text{kJ/kg}] \quad (350)$$

- naprave z vračanjem senzibilne toplote:

$$\Delta h_{PT} = \eta_{PT} \cdot c_{p,z} \cdot (\theta_{i,zima} - \theta_{e,zima}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (351)$$

- naprave z vračanjem senzibilne in latentne toplote:

$$\Delta h_{PT} = \eta_{PT} \cdot (h_{i,zima} - h_{e,zima}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (352)$$

$\eta_{PT}$  - izkoristek sistema za vračanje odpadne toplote [-] ( Tabela 54 )

$h$  - entalpija [kJ/kg] ( Tabela 56 in Tabela 57 )

$\theta$  - temperatura zraka [°C] ( Tabela 56 in Tabela 57 )

### 9.15.3.3 Maksimalna moč hlajenja

Maksimalna moč hlajenja je določena z enačbo:

$$\dot{Q}_{vc,max} = \frac{\dot{V}^* \cdot \rho_z \cdot (h_{e,poletje} - h_{dov,poletje} - \Delta h_{PT})}{3600} \quad [\text{kW}] \quad (353)$$

$\dot{Q}_{vc,max}$  - maksimalna moč hlajenja [kW]

$\dot{V}^*$  - volumski pretok dovedenega zraka pri projektnih pogojih [m<sup>3</sup>/h]

$\rho_z$  - gostota zraka [kg/m<sup>3</sup>]

$h$  - entalpija [kJ/kg]

indeksi:  $e$  – zunanjega zraka ( Tabela 56 )

$dov$  – dovedenega zraka ( glej točko 0 )

$\Delta h_{PT}$  - razlika entalpij zaradi vračanja odpadne toplote [kJ/kg]

- naprave brez vračanja odpadne toplote:

$$\Delta h_{PT} = 0 \quad [\text{kJ/kg}] \quad (354)$$

- naprave z vračanjem senzibilne toplote:

$$\Delta h_{PT} = \eta_{PT} \cdot c_{p,z} \cdot (\theta_{e,poletje} - \theta_{i,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (355)$$

- naprave z vračanjem senzibilne in latentne toplote:

$$\Delta h_{PT} = \eta_{PT} \cdot (h_{e,poletje} - h_{i,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (356)$$

$\eta_{PT}$  - izkoristek sistema za vračanje odpadne toplote [-] ( Tabela 54 )

$h$  - entalpija [kJ/kg] ( Tabela 56 in Tabela 57 )

$\theta$  - temperatura zraka [°C] ( Tabela 56 in Tabela 57 )

#### 9.15.3.4 Maksimalna moč parnega ovlaževanja

Maksimalna moč parnega ovlaževanja je določena z enačbo:

$$\dot{Q}_{St,max} = \frac{\dot{V}^* \cdot \rho_z \cdot (h_{dov,zima} - h_{e,zima} - \Delta h_{PT})}{3600} \quad [\text{kW}] \quad (357)$$

$\dot{Q}_{St,max}$  - maksimalna moč pare [kW]

$\dot{V}^*$  - volumski pretok dovedenega zraka pri projektnih pogojih [m<sup>3</sup>/h]

$\rho_z$  - gostota zraka [kg/m<sup>3</sup>]

$h$  - entalpija [kJ/kg]

indeks:  $e$  – zunanjega zraka ( Tabela 56 )

$\Delta h_{PT}$  - razlika entalpij zaradi vračanja odpadne toplote [kJ/kg]

- naprave brez vračanja odpadne toplote:

$$\Delta h_{PT} = 0 \quad [\text{kJ/kg}] \quad (358)$$

- naprave z vračanjem senzibilne in latentne toplote:

$$\Delta h_{PT} = 2501 \cdot \eta_{PT} \cdot (x_{i,zima} - x_{e,zima}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (359)$$

$\eta_{PT}$  - izkoristek sistema za vračanje odpadne toplote [-] ( Tabela 54 )

$x$  - absolutna vlažnost zraka [kJ/kg]

indeks:  $e, i$  – zunanji, notranji ( Tabela 56 in Tabela 57 )

#### 9.15.4 Entalpija dovedenega zraka

Entalpija dovedenega zraka je določena glede na temperature dovedenega zraka  $\theta_{dov}$  za zimski in poletni režim delovanja ( indeks zima, poletje ).

Tlak nasičenja ( za temperaturno področje  $0,01 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$  ) je določen z enačbo:

$$p_s(\theta) = e^{\frac{23,621 - \frac{4065}{\theta + 236,2506}}{\theta}} \quad [\text{Pa}] \quad (360)$$

##### 9.15.4.1 Entalpija dovedenega zraka za sisteme brez zahtev glede vlažnosti zraka

- Zimski režim obratovanja:

$$h_{dov,zima} = 1,01 \cdot \theta_{dov,zima} + 0,001 \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,zima}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (361)$$

- Poletni režim obratovanja:

$$p_s(\theta_{dov,poletje}) > 1892 \text{ Pa} :$$

$$h_{dov,poletje} = 1,01 \cdot \theta_{dov,poletje} + 0,012 \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (362)$$

$$p_s(\theta_{dov,poletje}) \leq 1892 \text{ Pa} :$$

$$h_{dov,poletje} = 1,01 \cdot \theta_{dov,poletje} + x_{dov,poletje} \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (363)$$

$$x_{dov,poletje} = \frac{0,5911}{\frac{100000}{p_s(\theta_{dov,poletje})} - 0,95} \quad [\text{kg/kg}] \quad (364)$$

##### 9.15.4.2 Entalpija dovedenega zraka za sisteme z zahtevami glede vlažnosti zraka s toleranco

- Zimski režim obratovanja:

$$h_{dov,zima} = 1,01 \cdot \theta_{dov,zima} + 0,006 \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,zima}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (365)$$

- Poletni režim obratovanja:



$$p_s(\theta_{dov,poletje}) > 1737 \text{ Pa} :$$

$$h_{dov,poletje} = 1,01 \cdot \theta_{dov,poletje} + 0,011 \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (366)$$

$$p_s(\theta_{dov,poletje}) \leq 1737 \text{ Pa} :$$

$$h_{dov,poletje} = 1,01 \cdot \theta_{dov,poletje} + x_{dov,poletje} \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (367)$$

$$x_{dov,poletje} = \frac{0,5911}{\frac{100000}{p_s(\theta_{dov,poletje})} - 0,95} \quad [\text{kg/kg}] \quad (368)$$

#### 9.15.4.3 Entalpija dovedenega zraka za sisteme z zahtevami glede vlažnosti zraka brez tolerance

- Zimski režim obratovanja:

$$h_{dov,zima} = 1,01 \cdot \theta_{dov,zima} + 0,008 \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,zima}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (369)$$

- Poletni režim obratovanja:

$$p_s(\theta_{dov,poletje}) > 1269 \text{ Pa} :$$

$$h_{dov,poletje} = 1,01 \cdot \theta_{dov,poletje} + 0,008 \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (370)$$

$$p_s(\theta_{dov,poletje}) \leq 1269 \text{ Pa} :$$

$$h_{dov,poletje} = 1,01 \cdot \theta_{dov,poletje} + x_{dov,poletje} \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_{dov,poletje}) \quad [\text{kJ/kg}] \quad (371)$$

$$x_{dov,poletje} = \frac{0,5911}{\frac{100000}{p_s(\theta_{dov,poletje})} - 0,95} \quad [\text{kg/kg}] \quad (372)$$

$$h_{dov,poletje,x} = 31,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (373)$$

$$h_{dov,poletje} = \min \begin{cases} h_{dov,poletje,\theta} \\ h_{dov,poletje,x} \end{cases} \quad [\text{kJ/kg}] \quad (374)$$

$\theta$  - temperatura [°C]  
 $p_s$  - tlak nasičenja vodne pare [Pa]  
 $h$  - entalpija [kJ/kg]  
 $x$  – absolutna vlažnost zraka [kg/kg]

indeksi: *dov* – dovedeni zrak  
*zima* – zimski režim obratovanja  
*poletje* – poletni režim obratovanja  
 $\theta$  – temperaturne zahteve  
 $x$  – zahteve glede vlažnosti zraka

9.15.5 Izračun potrebne energije za ogrevanje, hlajenje, ovlaževanje in razvlaževanje  
 Klimatizacijske naprave so razdeljene glede na:

- zahteve glede vlažnosti zraka v coni:
  - brez zahtev: primer prezračevanja cone s klimatsko napravo, za vzpostavitev delno klimatiziranega stanja zraka,
  - zahteve za vlažnosti zraka v tolerančnem območju: naprave za ovlaževanje zraka, za bivalne prostore,
  - zahteve za konstantno vlažnost
- vrsto ovlaževalnika:
  - hlapilni ovlaževalnik brez kontrolirane vlažnosti zraka,
  - hlapilni ovlaževalnik s kontrolirano vlažnostjo,
  - parni ovlaževalnik
- način vračanja odpadne toplote:
  - brez vračanja odpadne toplote,
  - vračanje toplote brez prenosa vlage,
  - vračanje toplote in vlage
- izkoristek sistema za vračanje odpadne toplote:
  - 45 %,
  - 60 %,
  - 75 %

Predpostavljeno je, da je izkoristek pri vračanju vlage enak izkoristku pri vračanju toplote.

Energija klimatske naprave za ogrevanje, hlajenje, ovlaževanje in razvlaževanje je določena z enačbo:

$$Q_{v,i,M} = \frac{q_{i,M} \cdot \dot{V}_{mech,M}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (375)$$

$Q_{v,i,M}$  - mesečna potrebna energija za toploto, hlad ali paro [kWh]

$q_{i,M}$  - specifična mesečna energija toplote, hladu ali pare [kWh/(m<sup>3</sup>/h)]

$\dot{V}_{mech,M}$  - povprečni mesečni pretok svežega zraka [m<sup>3</sup>/h]

indeksi:  $h$  – ogrevanje

$c$  - hlajenje

$st$  – para

Specifična mesečna energija toplote, hladu ali pare je izračunana s pomočjo simulacije po urnem koraku za naslednje pogoje:

- temperatura dovedenega zraka v cono:  $\theta_{dov} = 18$  °C
- dnevni časovni interval delovanja:  $t_d = 12$  h ( od 06.00 do 18.00 ure )
- letno število dni delovanja:  $d_a = 365$  dni

Za pretok zraka je določena električna moč ventilatorjev:

$$P = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta} \quad [\text{kW}] \quad (376)$$

$\dot{V}$  - pretok zraka [m<sup>3</sup>/h]

$\Delta p$  - tlačni padec v kanalih in izpustnih elementih [Pa]

$\eta$  - skupni izkoristek ventilatorja, elektromotorja in prenosa [-]

Predpostavlja se, da se vsa električna energija transformira v toploto in prenese na zrak, tako da se sveži zrak segreje. Sprememba temperature zraka je določena z enačbo:

$$\Delta \theta_{dov} = \frac{\Delta p_{dov}}{\rho_z \cdot c_{p,z} \cdot \eta_{dov}} \quad [^\circ\text{C}] \quad (377)$$

V primeru prenosnika toplote za vračanje odpadne toplote se upošteva tudi odvodni ventilator oziroma dvig temperature odvedenega zraka.

Izračunane specifične toplote so narejene pri naslednjih pogojih:

$$\Delta p_{dov} = 1200 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{odv} = 800 \text{ Pa}$$

$$\eta = 0,70$$

V tabeli 59 in tabeli 60 so podane specifične mesečne toplote za konstantno temperaturo dovedenega zraka 18°C.

Tabela 60: Specifična mesečna toplota klimatizacijske naprave:

- brez zahtev glede vlažnosti zraka
- brez ovlaževalnika
- brez sistema za vračanje odpadne toplote

| mesec     | toplota   |   |   | para | hlad  |   |   |
|-----------|---|---|---|------|---|---|---|
|           | $q_{h,18\text{ }^\circ\text{C}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $g_{h,\text{spodnja}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{K}(\text{m}^3/\text{h})}$ | $g_{h,\text{zgornja}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{K}(\text{m}^3/\text{h})}$ |      | $q_{st}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $q_{c,18\text{ }^\circ\text{C}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $g_{c,\text{spodnja}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{K}(\text{m}^3/\text{h})}$ |
| januar    | 2208  | 119   | 118   | -    | -   | -   | -   |
| februar   | 1731  | 109   | 106   | -    | -   | -   | -   |
| marec     | 1312  | 123   | 120   | -    | -   | -   | -   |
| april     | 639   | 85  | 108   | -    | 48  | 37  | 11  |
| maj       | 287   | 53  | 84  | -    | 222   | 76  | 42  |
| junij     | 77  | 16  | 36  | -    | 589   | 111   | 87  |
| julij     | 33  | 8   | 34  | -    | 753   | 127   | 93  |
| avgust    | 22  | 5   | 41  | -    | 588   | 128   | 88  |
| september | 224   | 43  | 72  | -    | 301   | 82  | 49  |
| oktober   | 656   | 94  | 119   | -    | 19  | 33  | 5   |
| november  | 1280  | 115   | 116   | -    | -   | -   | -   |
| december  | 2083  | 119   | 118   | -    | -   | -   | -   |

Tabela 61: Specifična mesečna toplota klimatizacijske naprave:

- z zahtevami glede vlažnosti zraka s toleranco
- s hlapilnim ovlaževalnikom brez regulacije vlage
- brez sistema za vračanje odpadne toplote

| mesec     | toplota   |   |   | para | hlad   |   |   |
|-----------|---|---|---|------|--|---|---|
|           | $q_{h,18\text{ }^\circ\text{C}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $g_{h,\text{spodnja}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{K}(\text{m}^3/\text{h})}$ | $g_{h,\text{zgornja}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{K}(\text{m}^3/\text{h})}$ |      | $q_{st,18\text{ }^\circ\text{C}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $q_{c,18\text{ }^\circ\text{C}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3/\text{h}}$ | $g_{c,\text{spodnja}}$<br>$\frac{\text{Wh}}{\text{K}(\text{m}^3/\text{h})}$ |
| januar    | 3310  | 116   | 113   | -    | -  | -   | -   |
| februar   | 2658  | 106   | 103   | -    | -  | -   | -   |
| marec     | 2124  | 120   | 117   | -    | -  | -   | -   |
| april     | 1117  | 95  | 107   | -    | 54   | 25  | 4   |
| maj       | 530   | 61  | 88  | -    | 282  | 66  | 37  |
| junij     | 157   | 22  | 35  | -    | 868  | 105   | 88  |
| julij     | 84  | 17  | 34  | -    | 1143   | 115   | 190   |
| avgust    | 71  | 16  | 40  | -    | 859  | 116   | 27  |
| september | 440   | 58  | 72  | -    | 430  | 66  | 50  |
| oktober   | 1163  | 108   | 116   | -    | 20   | 16  | 2   |
| november  | 2066  | 116   | 114   | -    | -  | -   | -   |
| december  | 3161  | 117   | 114   | -    | -  | -   | -   |

Za temperature dovedenega zraka v intervalu  $14\text{ }^\circ\text{C} \leq \theta_{dov} \leq 22\text{ }^\circ\text{C}$  se specifična toplota določi z linearno interpolacijo ob upoštevanju gradienta  $g$ , ki je določen z enačbo:

$$g = \frac{|\Delta q_i|}{|\Delta \theta_{i,dov}|} = \frac{q_{i,dov} - q_{i,18\text{ }^\circ\text{C}}}{\theta_{i,dov} - 18\text{ }^\circ\text{C}} \quad \frac{\text{Wh}}{\text{K}(\text{m}^3/\text{h})} \quad (378)$$

$g$  - gradient

$q_{i,dov}$  - specifična toplota pri temperaturi  $\theta_{i,dov}$   $\left[ \frac{\text{Wh}}{(\text{m}^3/\text{h})} \right]$

$\theta_{i,dov}$  - temperatura dovedenega zraka [ $^{\circ}\text{C}$ ]

indeksi:  $h$  – ogrevanje  
 $c$  – hlajenje

Preračun na različne temperature dovedenega zraka:

$$q_h = q_{h,18^{\circ}\text{C}} - g_{h,zgornji} \cdot (\theta_{dov} - 18^{\circ}\text{C}) \quad \text{če je } 18^{\circ}\text{C} < \theta_{dov} \leq 22^{\circ}\text{C} \quad (379a)$$

$$q_h = q_{h,18^{\circ}\text{C}} + g_{h,spodnji} \cdot (\theta_{dov} - 18^{\circ}\text{C}) \quad \text{če je } 14^{\circ}\text{C} \leq \theta_{dov} < 18^{\circ}\text{C} \quad (379b)$$

$$q_c = q_{c,18^{\circ}\text{C}} + g_{c,zgornji} \cdot (\theta_{dov} - 18^{\circ}\text{C}) \quad \text{če je } 18^{\circ}\text{C} < \theta_{dov} \leq 22^{\circ}\text{C} \quad (379c)$$

$$q_c = q_{c,18^{\circ}\text{C}} - g_{c,spodnji} \cdot (\theta_{dov} - 18^{\circ}\text{C}) \quad \text{če je } 14^{\circ}\text{C} \leq \theta_{dov} < 18^{\circ}\text{C} \quad (379d)$$

indeks gradienta  $g$ :  $h$  – ogrevanje  
 $c$  – hlajenje  
 $zgornji$  – spremembe temperature dovedenega zraka nad  $18^{\circ}\text{C}$   
 $spodnji$  – spremembe temperature dovedenega zraka pod  $18^{\circ}\text{C}$

Različne izkoristke sistema za vračanje odpadne toplote se upošteva z naslednjo enačbo:

$$q_i = q'_i + \frac{q''_i - q'_i}{\eta'' - \eta'} \cdot (\eta - \eta') \quad \left[ \frac{\text{Wh}}{(\text{m}^3/\text{h})} \right] \quad (380)$$

$q_i$  - specifična toplota pri upoštevanju izkoristka sistema za vračanje odpadne toplote  
 $\eta$  [kWh/( $\text{m}^3/\text{h}$ )]

$\eta$  - izkoristek sistema za vračanje odpadne toplote [-]

$q'_i$  - specifična toplota pri prvem nižjem izkoristku sistema  $\eta'$  [kWh/( $\text{m}^3/\text{h}$ )]

$q''_i$  - specifična toplota pri prvem večjem izkoristku sistema  $\eta''$  [kWh/( $\text{m}^3/\text{h}$ )]

indeks  $i$ :  $h$  – ogrevanje  
 $c$  – hlajenje  
 $st$  - para

## 9.15.6 HVAC ogrevanje

### 9.15.6.1 Grelni register

Potrebna toplota grelnega registra  $Q_{h^*}$ :

$$Q_{h^*} = Q_{v,h,M} + Q_{vh,em} + Q_{vh,d} \quad [\text{kWh}] \quad (381)$$

$Q_{h^*}$  - potrebna toplota grelnega registra [kWh]

$Q_{v,h,M}$  - potrebna toplota za ogrevanje zraka [kWh] (enačba 375)

$Q_{vh,em}$  - toplotne izgube končnega vpihovalnega elementa [kWh]

$$Q_{vh,em} = 0 \text{ kWh}$$

$Q_{vh,d}$  - toplotne izgube razvodnega sistema (transport zraka) [kWh]

Če je razvodni sistem znotraj stavbe ali če je temperaturna razlika med temperaturo prostora in temperaturo dovodnega zraka manjša od 10 K, je

$$Q_{vh,d} = 0 \text{ kWh}$$

Če je razvodni sistem zunaj toplotne lupine stavbe, je

$$Q_{vh,d} = f_{vh,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{M^*,op,M} \quad [\text{kWh}] \quad (382)$$

$$f_{vh,d} = 16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$A_{K,A}$  - površina kanalov izven stavbe [ $\text{m}^2$ ]

$t_{M^*,op,M}$  - mesečni potrebni čas delovanja HVAC naprave za ogrevanje [h]  
(enačba 383)

Potrebni čas delovanja grelnega registra HVAC sistema:

$$t_{M^*,op,M} = t_{H,r} \cdot \frac{b_{vh^*,M}}{b_{vh^*,a}} \quad [\text{h}] \quad (383)$$

$$b_{vh^*,M} = \frac{Q_{v,h,M}}{\dot{Q}_{vh,max}} \quad [\text{h}] \quad (384)$$

$$b_{vh^*,a} = \sum b_{vh^*,M} \quad [\text{h}] \quad (385)$$

$t_{H,r}$  - relativni letni časovni interval delovanja grelnega sistema HVAC [h]

$$t_{H,r} = 1 \text{ h}$$

$b_{vh^*,M}$  - potrebni mesečni čas delovanja HVAC sistema za ogrevanje [h]

$b_{vh^*,a}$  - potrebni letni čas delovanja HVAC sistema za ogrevanje [h]

$\dot{Q}_{vh,max}$  - maksimalna grelna moč HVAC sistema [kW] (enačba 348 ali 349)

$Q_{v,h,M}$  - mesečna potrebna toplota za HVAC sistem [kWh] (enačba 375)

## 9.15.6.2 Potrebna toplota za ogrevanje HVAC sistema

$$Q_{h^*,out,g} = Q_{h^*} + Q_{h^*,d,l} + Q_{h^*,s,l} \quad [\text{kWh}] \quad (386)$$

$Q_{h^*,out,g}$  - potrebna toplota generatorja toplote za ogrevanje HVAC sistema [kWh]

$Q_{h^*}$  - potrebna toplota grelnega registra HVAC sistema [kWh] (enačba 381)

$Q_{h^*,d,l}$  - toplotne izgube razdelilnega (dovodnega) sistema ogrevnega medija grelnega registra HVAC sistema [kWh]  
(izračun identičen kot v poglavju 0 – razvod ogrevalnega sistema)

$Q_{h^*,s,l}$  - toplotne izgube akumulatorja toplote HVAC sistema [kWh]  
(izračun identičen kot v točki 0 – toplotne izgube hranilnika)

## 9.15.7 HVAC hlajenje

## 9.15.7.1 Hladilni register

Potreben hlad hladilnega registra  $Q_c^*$ :

$$Q_c^* = Q_{v,c,M} + Q_{vc,em} + Q_{vc,d} \quad [\text{kWh}] \quad (387)$$

$Q_{v,c,M}$  - potreben hlad za hlajenje zraka [kWh] (enačba 375)

$Q_{vc,em}$  - toplotne izgube končnega vpihovalnega elementa HVAC sistema [kWh]

$$Q_{vc,em} = 0 \text{ kWh}$$

$Q_{vc,d}$  - toplotne izgube razvodnega sistema (transport zraka) [kWh]

Če je razvodni sistem znotraj stavbe ali če je temperaturna razlika med temperaturo prostora in temperaturo dovodnega zraka manjša od 10 K, je:

$$Q_{vc,d} = 0 \text{ kWh}$$

Če je razvodni sistem zunaj toplotne lupine stavbe, je:

$$Q_{vc,d} = f_{vc,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{c^*} \quad [\text{kWh}] \quad (388)$$

$$f_{vc,d} = 9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$A_{K,A}$  - površina kanalov izven stavbe [ $\text{m}^2$ ]

$t_{c^*,M}$  - mesečni potrebni čas delovanja HVAC naprave za hlajenje [h] (enačba 389)

Potreben mesečni čas delovanja hladilnega registra HVAC sistema:

$$t_{c^*} = t_{c,r} \cdot \frac{b_{bv^*,M}}{b_{vc^*,a}} \quad [\text{h}] \quad (389)$$

$$b_{bv^*,M} = \frac{Q_{v,c,M}}{\dot{Q}_{vc,max}} \quad [\text{h}] \quad (390)$$

$$b_{vc^*,a} = \sum b_{vc^*,M} \quad [\text{h}] \quad (391)$$

$t_{c,r}$  - relativni letni časovni interval delovanja hladilnega sistema [h]

$$(t_{c,r} = 1 \text{ h})$$

$b_{bv^*,M}$  - potrebni mesečni čas delovanja HVAC sistema za hlajenje [h]

$b_{vc^*,a}$  - potrebni letni čas delovanja HVAC sistema za hlajenje [h]

$\dot{Q}_{vc,max}$  - maksimalna hladilna moč HVAC sistema [kW] (enačba 353)

$Q_{v,c,M}$  - mesečni potrebni hlad [kWh] (enačba 375)

#### 9.15.7.2 Potreben hlad za hlajenje HVAC sistema

$$Q_{c^*,out,g} = Q_{c^*} + Q_{c^*,em} + Q_{c^*,d} + Q_{c^*,s} \quad [\text{kWh}] \quad (392)$$

$Q_{c^*,out,g}$  - potreben hlad generatorja hladu za HVAC sistem [kWh]

$Q_{c^*}$  - potreben hlad hladilnega registra HVAC sistema [kWh] (enačba 387)

$Q_{c^*,em}$  - izgube hladu na končnem vpihovalnem elementu HVAC sistema [kWh]  
(enačba 393)

$Q_{c^*,d}$  - izgube hladu v razvodnem hladilnem sistemu od generatorja hladu do hladilnega registra [kWh] (enačba 394)

$Q_{c^*,s}$  - izgube hladu akumulatorja hladu [kWh]

$$Q_{c^*,s} = 0 \text{ kWh}$$

$$Q_{c^*,em} = Q_{c^*} \cdot \left[ (1 - \eta_{c^*,em}) + (1 - \eta_{c^*,em,sens}) \right] \quad [\text{kWh}] \quad (393)$$

$Q_{c^*}$  - potreben hlad hladilnega registra HVAC sistema [kWh] (enačba 387)

$\eta_{c^*,em}$ ,  $\eta_{c^*,em,sens}$  - učinkovitost hladilnega registra HVAC sistema in senzibilni izkoristek prenosa hladu (Tabela 62)

$$Q_{c^*,d} = (1 - \eta_{c^*,d}) \cdot Q_{c^*} \quad [\text{kWh}] \quad (394)$$

$Q_{c^*}$  - potreben hlad hladilnega registra HVAC sistema [kWh] (enačba 387)

$\eta_{c^*,d}$  - učinkovitost razvodnega sistema (od generatorja hladu do hladilnega registra)  
(Tabela 62)



Tabela 62: Učinkovitost prenosa hladu in razvodnega sistema

| Hladilni sistem              | $\eta_{c^*,em,sens}$ |             |                | $\eta_{c^*,em}$ | $\eta_{c^*,d}$ |
|------------------------------|----------------------|-------------|----------------|-----------------|----------------|
|                              | brez                 | s toleranco | brez tolerance |                 |                |
| Zahteve za vlažnost          |                      |             |                |                 |                |
| Hladna voda 6 / 12           | 0,84                 | 0,94        | 1              | 0,90            | 0,95* / 0,90** |
| Hladna voda 14 / 18          | 1                    | 1           | 1              | 0,90            | 0,95* / 0,90** |
| Hladna voda 18 / 20          | 1                    | 1           | 1              | 1,00            | 1,00           |
| Neposredno uparjanje         | 0,87                 | 0,94        | 1              | 0,90            | 0,95* / 0,90** |
| Hlajenje s hladilnim stolpom | 1                    | 1           | 1              | 0,95            | 0,95* / 0,90** |

\* napeljave znotraj stavbe

\*\* napeljave zunaj stavbe

## 9.15.7.3 Ovlaževanje

Centralno ovlaževanje je lahko izvedeno z:

- ovlaževanjem z vodo
- ovlaževanjem s paro

Potrebna končna toplota za ovlaževanje je določena z enačbo (395):

$$Q_{v,st,M} = q_{st,M} \cdot \frac{\dot{V}_{mech,M}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (395)$$

 $Q_{v,st,M}$  - mesečna potrebna končna toplota za ovlaževanje [kWh] $q_{st,M}$  - specifična mesečna toplota pare [kWh/(m<sup>3</sup>/h)] (Tabela 60 ali Tabela 61) $\dot{V}_{mech,M}$  - povprečni mesečni pretok svežega zraka [m<sup>3</sup>/h]

oziroma:

$$Q_{st^*} = Q_{v,st,M} \quad [\text{kWh}] \quad (396)$$

 $Q_{st^*}$  - potrebna energija generatorja vlage [kWh]

## 9.15.7.3.1 Potrebna končna energija za ovlaževanje

$$Q_{st^*,f} = Q_{st^*} \cdot f_{st^*,f} \quad [\text{kWh}] \quad (397)$$

 $Q_{st^*,f}$  - potrebna končna energija generatorja vlage [kWh] $Q_{st^*}$  - potrebna energija generatorja vlage [kWh] (enačba 396) $f_{st^*,f}$  - faktor učinkovitosti generatorja vlage [-] (Tabela 63)

Tabela 63: Faktor učinkovitosti generatorja vlage

| Vrsta generatorja vlage                          | Faktor $f_{st,f}$ |
|--|-------------------|
| Električni                                       | 1,16              |
| Oljno segrevanje (glede na zgorevalno toploto)   | 1,45              |
| Plinsko segrevanje (glede na zgorevalno toploto) | 1,51              |

## 9.15.7.3.2 Potrebna dodatna energija (pri ovlaževanju z vodo)

Potrebna dodatna energija pri ovlaževanju z vodo je določena z enačbo:

$$W_{st,aux} = \dot{V}_{mech,M} \cdot P_{el,st} \cdot t_{st} \cdot f_{sth} \quad [\text{kWh}] \quad (398)$$

$W_{st,aux}$  - potrebna dodatna energija pri ovlaževanju

$\dot{V}_{mech,M}$  - povprečni mesečni pretok svežega zraka [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

$P_{el,st}$  - specifična električna moč črpalke [ $\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ] (Tabela 64)

$t_{st}$  - čas delovanja ovlaževanja [h]

$f_{sth}$  - faktor obremenitve – vpliv regulacije [-] (Tabela 64)

Tabela 64: Standardne vrednosti za ovlaževalnike z vodo

|                        | Regulacija                         | Moč<br>$P_{el,st}$<br>[ $\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ] | Faktor<br>$f_{sth}$<br>6 g/kg | Faktor<br>$f_{sth}$<br>8 g/kg |
|------------------------|------------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Kontaktni in namakalni | nereguliran, regulacija z ventilom | 0,01   | 1                             | 1                             |
| Obtočni razpršilni     | nereguliran                        | 0,20   | 1                             | 1                             |
|                        | regulacija z ventilom              | 0,20   | 1                             | 1                             |
|                        | taktno (proporcionalno)            | 0,20   | 0,35                          | 0,50                          |
|                        | regulacija vrtljajev               | 0,20   | 0,20                          | 0,30                          |
| Visokotlačni           | regulacija vrtljajev               | 0,04   | 0,35                          | 0,50                          |

## 9.16 DALJINSKO OGREVANJE

## 9.16.1 Toplotne izgube toplotne podpostaje

Toplotne izgube toplotne podpostaje so določene z enačbo:

$$Q_{h,DO,l} = H_{DS} \cdot (\theta_{DS} - \theta_i) \cdot \frac{d_M}{365} \quad [\text{kWh}] \quad (399)$$

$Q_{h,DO,l}$  - toplotne izgube podpostaje [kWh]

$H_{DS}$  - faktor [-] (enačba 400)

$\theta_{DS}$  - povprečna temperatura ogrevalnega medija sistema daljinskega ogrevanja [°C] (enačba 401)

$\theta_i$  - temperatura prostora, v katerem se nahaja podpostaja [°C]

$d_M$  - mesečno število dni obratovanja toplotne podpostaje [d]

$$H_{DS} = B_{DS} \cdot \dot{Q}_{DO}^{1,3} \quad [\text{kWh}/(\text{K}\cdot\text{a})] \quad (400)$$

$H_{DS}$  - faktor [-]

$B_{DS}$  - faktor [-] (Tabela 66)

$\dot{Q}_{DO}$  - nazivna toplotna moč toplotne podpostaje [kW]

$$\theta_{DS} = D_{DS} \cdot \theta_{prim,DS} + (1 - D_{DS}) \cdot \theta_{sek,DS} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (401)$$

$\theta_{DS}$  - povprečna temperatura ogrevalnega medija sistema daljinskega ogrevanja [°C]

$D_{DS}$  - faktor [-] (Tabela 65)

$\theta_{prim,DS}$  - povprečna temperatura na primarni strani [°C]

$\theta_{sek,DS}$  - povprečna temperatura na sekundarni strani – povprečna temperatura ogrevalnega sistema [°C] (glej točko 0)

Tabela 65:  $D_{DS}$  v odvisnosti od vrste sistema daljinskega ogrevanja in projektne temperature na primarni strani

| vrsta toplotne postaje | projektna temp. medija na primarni strani $\theta_{p,DS}$ [°C] | $D_{DS}$ |
|------------------------|--|----------|
| toplovod               | 105  | 0,6      |
| vročevod               | 150  | 0,4      |
| nizkotlačni parovod    | 110  | 0,5      |
| visokotlačni parovod   | 180  | 0,4      |

Tabela 66: Koeficient  $B_{DS}$  v odvisnosti od razreda toplotne izolacije toplotne podpostaje

|                             | Razred toplotne izolacije komponent toplotne podpostaje po OSIST EN ISO 12241 |     |     |     |
|-----------------------------|---|-----|-----|-----|
|                             | 4   | 3   | 2   | 1   |
| izolacija primarne strani   | 4   | 3   | 2   | 1   |
| izolacija sekundarne strani | 5   | 4   | 3   | 2   |
| toplovod                    | 3,5   | 4,0 | 4,4 | 4   |
| vročevod                    | 3,1   | 3,5 | 3,9 | 4,3 |
| nizkotlačni parovod         | 2,8   | 3,2 | 3,5 | 3,9 |
| visokotlačni parovod        | 2,6   | 3,0 | 3,3 | 3,7 |

## 10. SNOVNI PODATKI

### 14. člen (vhodni podatki)

...

(2) Pri izračunih, kjer so potrebni snovni podatki (vključno s toplotno prevodnostjo) o uporabljenih materialih, se uporabijo podatki o gradbenih proizvodih, kot so podani v listini o skladnosti za posamezni proizvod skladno s predpisi o dajanju gradbenih proizvodov v promet. Če teh podatkov ni, se za običajne gradbene proizvode lahko uporabijo podatki iz točke 10 tehnične smernice ali podatki po standardu SIST EN 12524.

Kadar konkretni podatki o gradbenem materialu niso dostopni in gre za običajne materiale, se pri izračunih uporabijo snovni podatki navedeni v tabeli 1.

Tabela 1

| Material   | Gostota,<br>$\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | Specifična<br>toplota,<br>$c$<br>J/kgK | Toplotna<br>prevodnost,<br>$\lambda$<br>W/mK | Difuzijska<br>upornost<br>vodni pari,<br>$\mu$ |
|--|---|--|--|--|
| I. ZIDOVI  |   |  |  |  |
| 1. Polna opeka (izvotljenost 0 do 15 %)                  | 1 800                                   | 920                                    | 0,76   | 12   |
|  | 1 600                                   | 920                                    | 0,64   | 9  |
|  | 1 400                                   | 920                                    | 0,58   | 7  |
|  | 1 200                                   | 920                                    | 0,47   | 5  |
| 2. Mrežasta in votla opeka (gostota skupaj z odprtinami) | 1 400                                   | 920                                    | 0,61   | 6  |
|  | 1 200                                   | 920                                    | 0,52   | 4  |
| 3. Porozna opeka   | 800                                     | 920                                    | 0,33   | 2,5  |
| 4. Klinker opeka, polna klinker opeka, izvotljena        | 1 900                                   | 880                                    | 1,05   | 35   |
|  | 1 700                                   | 880                                    | 0,79   | 30   |
| 5. Bloki iz elektrofiltrskega pepela                     | 1 500                                   | 920                                    | 0,58   | 5  |
|  | 1 300                                   | 920                                    | 0,47   | 4  |
| 6. Silikatna polna opeka                                 | 2 000                                   | 920                                    | 1,10   | 20   |
|  | 1 800                                   | 920                                    | 0,99   | 16   |
|  | 1 600                                   | 920                                    | 0,79   | 13   |
| 7. Silikatna votla opeka (gostota skupaj z odprtinami)   | 1 400                                   | 920                                    | 0,70   | 7  |
|  | 1 200                                   | 920                                    | 0,56   | 4  |
| 8. Porolit   | 1 200                                   | 920                                    | 0,52   | 4  |
| 9. Žlindrin termoblok (gostota skupaj z odprtinami)      | 1 600                                   | 920                                    | 0,64   | 4  |
|  | 1 400                                   | 920                                    | 0,58   | 4  |
|  | 1 200                                   | 920                                    | 0,52   | 4  |
| 10. Bloki iz porobetona                                  | 440                                     | 860                                    | 0,13   | 5  |
|  | 460                                     | 860                                    | 0,14   | 5  |
|  | 500                                     | 860                                    | 0,16   | 5  |

|  |                |       |            |     |
|--|----------------|-------|------------|-----|
|  | 650            | 860   | 0,18       | 5   |
| 11. Bloki iz celičastega betona  | 800            | 1 050 | 0,35       | 7   |
|  | 600            | 1 050 | 0,27       | 5   |
| 12. Polni bloki iz lahkega betona  | 1 000          | 840   | 0,47       | 4   |
|  | 1 200          | 840   | 0,52       | 5   |
|  | 1 400          | 840   | 0,64       | 7   |
|  | 1 600          | 840   | 0,80       | 9   |
| 13. Betonski bloki z odprtinami v dveh vrstah, iz lahkega betona (gostota brez odprtin)                  | 1 000          | 1 050 | 0,44       | 2   |
|  | 1 200          | 1 050 | 0,49       | 3   |
|  | 1 400          | 1 050 | 0,56       | 4   |
| 14. Enako kot 13, odprtine v treh vrstah (gostota brez odprtin)  | 1 400          | 1 050 | 0,49       | 5   |
|  | 1 600          | 1 050 | 0,56       | 6   |
| 15. Zid iz naravnega kamna   | 2 000          | 920   | 1,16       | 22  |
| 16. Betonski votlaki z odprtinami v treh vrstah (gostota skupaj z odprtinami)                            | 1 600          | 960   | 0,74       | 10  |
| 17. Porozna opeka  |                |       | 0,22-0,35  |     |
| II. MALTE  |                |       |            |     |
| 18. Apnena malta   | 1 600          | 1 050 | 0,81       | 10  |
| 19. Podaljšana apnena malta  | 1 700          | 1 050 | 0,85       | 15  |
|  | 1 800          | 1 050 | 0,87       | 20  |
|  | 1 900          | 1 050 | 0,99       | 25  |
| 20. Cementna malta<br>Cementni estrih  | 2 100          | 1 050 | 1,40       | 30  |
|  | 2 200          | 1 050 | 1,40       | 30  |
| 21. Pigmentna fasadna malta  | 1 850          | 1 050 | 0,70       | 15  |
| 22. Cementna malta + lateks (sintetični dodatki)   | 1 900          | 1 050 | 0,70       | 30  |
| 23. Mavčna in apnena mavčna malta<br>Lahka mavčna malta  | 1 500          | 920   | 0,70       | 9   |
|  | 1 000          | 920   | 0,47       | 4   |
| 24. Perlitna malta<br>Toplotnoizolacijska malta<br>Mavčna malta na trstiki<br>Mavčna malta na rabi mreži | 500            | 1 050 | 0,13       | 4   |
|  | 600            | 920   | 0,19       | 6   |
|  | 1 000          | 920   | 0,47       | 3   |
|  | 1 200          | 920   | 0,58       | 4   |
| III. NARAVNI KAMEN IN ZEMLJA   |                |       |            |     |
| 25. Granit, gnajs  | 2 600 do 2 800 | 920   | 3,5        | 65  |
| 26. Gosti apnenec, dolomit, marmor   | 2 600 do 2 850 | 920   | 2,3 do 3,5 | 65  |
| 27. Peščeneec, amorfni apnenec   | 2 600          | 920   | 1,7        | 50  |
| 28. Pesek in drobni gramoz   | 1 500 do 2 000 | 840   | 1,2 do 1,7 | 15  |
| 29. Zaraščeno zemljišče, humus   | 1 500 do 2 000 | 840   | 1,5 do 2,6 | 50  |
| IV. POLNILA  |                |       |            |     |
| 30. Pesek, suh   | 1 800          | 840   | 0,58       | 1,4 |
| 31. Gramoz, suh  | 1 700          | 840   | 0,81       | 1,5 |
| 32. Zdrobljena opeka   | 800            | 840   | 0,41       | 1,3 |

|  |       |       |      |     |
|--|-------|-------|------|-----|
| 33. Zdrobljena pluta   | 50    | 840   | 0,04 | 1,1 |
| 34. Perlit, nasut  | 100   | 840   | 0,05 | 1,3 |
| 35. Keramzit, nasut  | 400   | 840   | 0,22 | 1,3 |
| 36. Oblanci  | 250   | 2 090 | 0,09 | 1,2 |
| 38. Nasuta zemlja (vlažna)   | 1 700 | 840   | 2,1  |     |
| V. BETONI  |       |       |      |     |
| 39. Betoni s kamnitimi agregati  | 2 500 | 960   | 2,33 | 90  |
|  | 2 400 | 960   | 2,04 | 60  |
|  | 2 200 | 960   | 1,51 | 30  |
|  | 2 000 | 960   | 1,16 | 22  |
|  | 1 800 | 960   | 0,93 | 15  |
| 40. Keramzitni betoni  | 1 400 | 1 000 | 0,58 | 10  |
|  | 1 200 | 1 000 | 0,47 | 6   |
|  | 1 000 | 1 000 | 0,38 | 4   |
|  | 800   | 1 000 | 0,29 | 3   |
| 41. Parjeni, celični betoni  | 800   | 1 050 | 0,29 | 7   |
|  | 600   | 1 050 | 0,23 | 5   |
|  | 500   | 1 050 | 0,19 | 3   |
| 42. Beton iz opečnega drobirja   | 400   | 1 050 | 0,14 | 2   |
|  | 1 600 | 920   | 0,76 | 6   |
|  | 1 400 | 920   | 0,58 | 4   |
| 43. Beton iz žindre  | 1 200 | 920   | 0,47 | 3   |
|  | 1 600 | 960   | 0,76 | 5   |
|  | 1 400 | 960   | 0,58 | 4   |
|  | 1 200 | 960   | 0,47 | 3   |
| VI. MATERIALI ZA OBLOGE  |       |       |      |     |
| 44. Azbestno-cementne plošče<br>- nestisnjene<br>- stisnjene, utrjene s paro<br>- stisnjene, utrjene na zraku<br>- porozne, utrjene s paro | 1 800 | 960   | 0,35 | 20  |
|  | 2 100 | 960   | 0,41 | 50  |
|  | 2 100 | 960   | 0,41 | 20  |
|  | 850   | 960   | 0,21 | 5   |
| 45. Mavčno-kartonske plošče<br>- do 15 mm<br>- do 18 mm  | 900   | 840   | 0,21 | 12  |
|  | 900   | 840   | 0,23 | 8   |
| 46. Polne mavčne plošče  | 1 400 | 840   | 0,70 | 12  |
|  | 1 200 | 840   | 0,58 | 8,5 |
|  | 1 000 | 840   | 0,47 | 6   |
| 47. Mavčne plošče s polnili, odprtini ali porozne  | 800   | 840   | 0,35 | 4   |
|  | 600   | 840   | 0,29 | 3   |
| 48. Klinker ploščice   | 1 900 | 920   | 1,05 | 100 |
| 49. Ploščice iz opeke  | 1 800 | 920   | 0,79 | 20  |
| 50. Fasadne plošče, glazirane  | 1 800 | 920   | 0,92 | 300 |

|   |                |                |       |          |
|---|----------------|----------------|-------|----------|
| 51. Keramične ploščice                              |                |                |       |          |
| - stenske, glazirane                                | 1 700          | 920            | 0,87  | 200      |
| - talne, neglazirane                                | 2 300          | 920            | 1,28  | 200      |
| 52. Keramični mozaik                                |                |                |       |          |
| - 50 mm x 50 mm - 16 % rege                         |                |                |       | 140      |
| - 20 mm x 20 mm - 21 % rege                         | 1 900          | 880            | 0,99  | 100      |
| - 12 mm x 12 mm - 26 % rege                         |                |                |       | 90       |
| 53. Stekljeni mozaik                                |                |                |       |          |
| - 20 mm x 20 mm - 20 % votlin                       | 2 300          | 840            | 0,70  | 150      |
| 54. Linolej   | 1 200          | 1 880          | 0,19  | 500      |
| 55. Guma  | 1 000          | 1 470          | 0,16  | 10 000   |
| 56. Vnaprej izdelani betonski elementi              | 2 500          | 960            | 2,33  | 90       |
|   | 2 400          | 960            | 2,04  | 70       |
| 57. Lahki betonski elementi                         | 1 200          | 920            | 0,47  | 10       |
| 58. Plošče iz gostih apnencev, dolomita in marmorja | 2 650 do 2 850 | 880            | 2,33  | 65       |
| Plošče iz peščenjaka                                | 2 600          | 880            | 2,33  | 50       |
| 59. Okensko steklo                                  | 2 500          | 840            | 0,81  | 10 000   |
| 60. Armirano steklo                                 | 2 600          | 840            | 0,44  | 100 000  |
| 61. Votli stekleni bloki                            | 1 100          | 840            | 0,44  | 4 000    |
| 62. Les   |                |                |       |          |
| - hrast   | 700 do 800     | 2 090 do 2 510 | 0,21  | 40 do 60 |
| - smreka, bor                                       | 500 do 600     | 2 090          | 0,14  | 70       |
| 63. Panelne plošče, obstojne v vodi                 | 600            | 2 090          | 0,12  | 60       |
| - težke, za zunanje obloge                          | 620            | 2 090          | 0,13  | 60       |
| - lažje, za notranje obloge                         | 400            | 2 090          | 0,08  | 30       |
| 64. Vezane plošče, obstojne v vodi                  | 660            | 2 090          |       | 100      |
| - za notranje obloge                                | 550            | 2 090          | 0,14  | 60       |
| 65. Iverne plošče                                   |                |                |       |          |
| - trde  | 1 000          | 1 880          | 0,12  | 17       |
| - mehke   | 400            | 2 090          | 0,058 | 6        |
|   | 300            | 2 090          | 0,052 | 3        |
|   | 200            | 2 090          | 0,047 | 2        |
| 66. Iverne plošče, stisnjene                        | 600            | 2 090          | 0,099 | 60       |
| 67. Plošče iz lesne volne (izolit, heraklit ipd.)   |                |                |       |          |
| - z debelino 15 mm                                  | 550            | 2 010          | 0,140 | 11       |
| - z debelino 25 mm                                  | 500            | 1 670          | 0,099 | 8        |
| - z debelino 35 mm                                  | 450            | 1 670          | 0,093 | 6        |
| - z debelino 50 mm                                  | 400            | 1 670          | 0,081 | 5        |
| 68. Papirnate tapete                                | 600            | 1 340          | 0,15  | 5        |
| - pralne  | 700            | 1 340          | 0,15  | 10       |
| - plastične   | 700            | 1 250          | 0,20  | 3 000    |

|  |       |       |       |         |
|--|-------|-------|-------|---------|
| 69. Bitumen  | 1 100 | 1 050 | 0,17  | 1 200   |
| 70. Asfalt   | 2 100 | 1 050 | 0,70  | 2 500   |
| - asfalt, 20 mm  | 1 900 | 1 050 | 0,70  | 2 000   |
| 71. Bitumenska lepenka   | 1 100 | 1 460 | 0,19  | 2 000   |
| 72. PVC, homogen   | 1 400 | 960   | 0,23  | 10 000  |
| PVC, na klobučevini  | 800   | 960   | 0,12  | 3 000   |
| 73. Vinil azbestne plošče  | 950   | 960   | 0,16  | 1 000   |
| 74. Preproge   |       |       |       |         |
| - napeti tufting   | 250   | 1 230 | 0,070 | 1,5     |
| - lepljeni tufting   | 270   | 1 230 | 0,081 | 10      |
| - iglana lepljena  | 300   | 1 460 | 0,090 | 10      |
| 75. Deske za tla   | 520   | 1 670 | 0,140 | 15      |
| 76. Parket   | 700   | 1 670 | 0,21  | 15      |
| 77. Trde plošče iz lesenih vlaken  | 900   | 1 670 | 0,19  | 70      |
| 78. Polietilenske folije   | 1 000 | 1 250 | 0,19  | 80 000  |
| 79. PVC folija, mehka  | 1 200 | 960   | 0,19  | 42 000  |
| 80. Bitumenski trak z vložkom<br>alumijske folije z debelino<br>0,1 mm             | 900   | 1 460 | 0,19  | 100 000 |
| 0,2 mm   | 950   | 1 460 | 0,19  | 150 000 |
| 81. Bitumenski trakovi, zvarjeni,<br>z debelino 5 mm,<br>z alumijsko folijo 0,2 mm | 1 000 | 1 460 | 0,19  | 140 000 |
| 82. Strešna lepenka  | 1 100 | 1 460 | 0,19  | 2 000   |
| 83. Večkratni bitumenski premaz,<br>armiran v eni plasti - 10 mm                   | 1 100 | 1 460 | 0,17  | 10 000  |
| 84. Večplastna bitumenska<br>hidroizolacija z debelino 13 do<br>16 mm              | 1 100 | 1 460 | 0,19  | 14 000  |
| Večplastna bitumenska<br>hidroizolacija na perforirani lepenki                     | 1 200 | 1 460 | 0,19  | 14 000  |
| 85. PVC strešni trakovi, mehki   | 1 200 | 960   | 0,19  | 20 000  |
| 86. PIB (poliizobutil) trakovi   | 1 600 | 960   | 0,26  | 300 000 |
| 87. CR (kloropren-kavčuk) trakovi  | 1 300 | 1 000 | 0,23  | 100 000 |
| 88. CSM (klorosulfidni polietilen)<br>trakovi                                      | 1 500 | 1 000 | 0,30  | 80 000  |
| 89. EPDM (etilen-propilen-kavčuk)<br>trakovi                                       | 1 200 | 1 040 | 0,30  | 100 000 |
| 90. Strešniki  | 1 900 | 880   | 0,99  | 40      |
| 91. Skrilne plošče   | 2 800 | 820   | 2,90  | 120     |
| 92. Azbestno-cementne plošče   | 1 800 | 960   | 0,35  | 50      |
| X. KOVINE  |       |       |       |         |
| 93. Jeklo  | 7 800 | 460   | 53,5  |         |



|  |      |        |       |       |         |
|--|------|--------|-------|-------|---------|
| - lito jeklo                                     |      | 7 200  | 500   | 46,5  | 600 000 |
| 94. Aluminijska folija                           | 0,10 |        |       |       | 600 000 |
|  | 0,15 | 2 700  | 940   | 203   | 700 000 |
|  | 0,20 |        |       |       | 800 000 |
| 95. Bakrena folija                               | 0,10 | 9 000  | 380   | 380   | 700 000 |
|  | 0,15 |        |       |       | 800 000 |
| 96. Svinec                                       |      | 11 500 | 130   | 35    |         |
| 97. Cink   |      | 7 100  | 390   | 110   |         |
| XI. TOPLOTNI IZOLATORJI                          |      |        |       |       |         |
| 98. Steklena volna                               |      | 14     | 840   | 0,038 | 1       |
|  |      | 23     | 840   | 0,034 | 1       |
|  |      | 30     | 840   | 0,032 | 1       |
|  |      | 60     | 840   | 0,032 | 1       |
|  |      | 80     | 840   | 0,034 | 1       |
| 99. Kamena volna                                 |      | 30     | 840   | 0,038 | 1       |
|  |      | 80     | 840   | 0,034 | 1       |
|  |      | 100    | 840   | 0,033 | 1       |
|  |      | 160    | 840   | 0,037 | 1       |
|  |      | 180    | 840   | 0,039 | 1       |
| 100. Steklena pena                               |      | 145    | 840   | 0,056 | 10 000  |
| 101. Pluta, ekspandirana, impregnirana           |      | 120    | 1 670 | 0,041 | 10      |
|  |      | 160    | 1 670 | 0,044 | 22      |
| 102. Plošče iz prešite trstike                   |      | 800    | 1 260 | 0,046 | 2       |
| 103. Plošče iz stiskane slame (stramit)          |      | 350    | 1 470 | 0,098 | 3       |
| 104. Brizgani azbest                             |      | 400    | 1 670 | 0,12  | 38      |
|  |      | 600    | 1 670 | 0,13  | 40      |
| 105. Lesni beton                                 |      | 550    | 1 465 | 0,14  | 5       |
|  |      | 800    | 1 465 | 0,24  | 10      |
| 106. Sintetične plošče iz večplastnega poliestra |      | 1 400  | 1 590 | 0,19  | 50 000  |
|  |      | 1 500  | 1 090 | 0,23  | 50 000  |
| 107. Plošče iz akrilne smole                     |      | 1 180  | 1 000 | 0,19  | 8 000   |
| 108. PVMD in PVC plošče                          |      | 1 400  | 960   | 0,21  | 16 000  |
| 109. Polistirenske plošče (v blokih)             |      | 15     | 1 260 | 0,041 | 25      |
|  |      | 20     | 1 260 | 0,041 | 35      |
|  |      | 25     | 1 260 | 0,041 | 40      |
|  |      | 30     | 1 260 | 0,041 | 45      |
| 110. Polistiren, izdelan v kalupih               |      | 20     | 1 260 | 0,041 | 40      |
|  |      | 25     | 1 260 | 0,041 | 50      |
|  |      | 30     | 1 260 | 0,041 | 60      |
| 111. Fenolne plošče, rezane iz blokov            |      | 40     | 1 260 | 0,041 | 35      |
|  |      | 60     | 1 260 | 0,041 | 40      |
| 112. Poliuretanske plošče,                       |      | 30     | 1 380 | 0,035 | 40      |

|   |     |       |           |      |
|---|-----|-------|-----------|------|
| izrezane iz blokov                            | 40  | 1 380 | 0,035     | 50   |
| 113. PVC plošče                               | 50  | 1 260 | 0,041     | 200  |
| 114. Urea plošče                              | 15  | 1 260 | 0,040     | 3    |
| 115 Ekstrudirani polistiren (XPS)             |     |       |           |      |
| Do vključno debeline 80 mm z gladko površino  | 33  | 1500  | 0,035     | 50   |
| Do vključno debeline 80 mm z brušeno površino | 33  | 1500  | 0,035     | 120  |
| Nad debelino 80 mm z gladko površino          | 33  | 1500  | 0,038     | 50   |
| Nad debelino 80 mm z brušeno površino         | 33  | 1500  | 0,038     | 120  |
| 116. Ovčja volna                              | 20  | 900   | 0,040     | 1    |
| 117. Kokosova vlakna                          | 100 | 1600  | 0,045     | 1    |
| 118. Vlaknaste lesne plošče                   | 190 | 2000  | 0,045     | 10   |
| 119. Toplotnoizolacijski ometi                |     |       | 0,09-0,25 | 8-10 |
| 120. Celulozna vlakna                         | 85  | 1800  | 0,040     | 1    |
| 121. Bombaž                                   | 20  | 840   | 0,040     | 1    |
| 122. Perlitne plošče                          | 150 | 1000  | 0,060     | 5    |
| 123. Penjeno steklo                           | 140 | 1100  | 0,060     | ∞    |
| 124. Poliuretanska pena                       | 15  | 1500  | 0,025     | 30   |
|   | 80  | 1500  | 0,040     | 100  |
| 125. Perlitno nasutje                         | 90  | 1000  | 0,055     | 3    |

# 11. DODATKI

## Dodatek 1

Tabela 2. Specifične emisije CO<sub>2</sub>\* za posamezne vrste energentov

| Energent                  | Na enoto kuriva        | Na energijsko enoto |
|---------------------------|------------------------|---------------------|
| zemeljski plin            | 1,9 kg/Sm <sup>3</sup> | 0,20 kg/kWh         |
| utekočinjeni naftni plin  | 2,9 kg/kg              | 0,215 kg/kWh        |
| ekstra lahko kurilno olje | 2,6 kg/l               | 0,265 kg/kWh        |
| lahko kurilno olje        | 3,2 kg/kg              | 0,28 kg/kWh         |
| daljinska toplota         | 0,33 kg/kWh            | 0,33 kg/kWh*        |
| električna energija       | 0,53 kg/kWh            | 0,53 kg/kWh         |
| rjavi premog (domači)     | 1,5 kg/kg              | 0,32 kg/kWh         |
| rjavi premog (tuji)       | 1,88 kg/kg             | 0,40 kg/kWh         |
| lignit (domači)           | 1,0 kg/kg              | 0,33 kg/kWh         |

\* podatki se uporabijo v primeru, ko dobavitelj ne poda emisij za svoj vir energenta oziroma energije

Tabela 3: Faktorji pretvorbe za izračun letne primarne energije za posamezne vrste energentov

| Energent                              | Faktor pretvorbe |
|---------------------------------------|------------------|
| Kurilno olje                          | 1,1              |
| Plin                                  | 1,1              |
| Premog                                | 1,1              |
| Lesna biomasa                         | 0,1              |
| Električna energija                   | 2,5              |
| Daljinsko ogrevanje na fosilna goriva | 1,58             |
| Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo    | 1,0              |

Letna primarna energija za delovanje stavbe se določi tako, da se letna dovedena energija za delovanje sistemov v stavbi pomnoži s faktorjem pretvorbe določen v tabeli 3.

## Dodatek 2

## Izveček iz Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb o zahtevah notranjega toplotnega okolja

## 2. Toplotno okolje

## 11. člen

(1) Projektirani ali izmerjeni občutek človekovega toplotnega okolja se izrazi skladno z zahtevami standarda SIST ISO 7730, točki 3.1 in 4. Če obleka in aktivnost nista opredeljeni, znašata vrednosti za obleko v povprečju 0,5 clo (0,078 m<sup>2</sup> K/W) v času brez ogrevanja (letnem) in 1,0 clo (0,155 m<sup>2</sup> K/W) v ogrevalnem (zimskem) obdobju pri aktivnosti 1,2 met (sedenje).

(2) Toplotno okolje mora biti tako, da je indeks PPD manjši od 15 %, indeks PMV pa v mejah  $-0,7 < PMV < +0,7$

## 12. člen

(1) V prostorih mora biti zagotovljena takšna vlažnost zraka, da s svojim neposrednim oziroma posrednim učinkom ne vpliva na ugodje in zdravje ljudi ter ne povzroči nastanka površinske kondenzacije na stenah.

(2) Pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %.

(3) V stanovanjskih prostorih je priporočljiva relativna vlažnost zraka pod 60 %, kar zmanjšuje rast alergenih in patogenih organizmov. Pri klimatizaciji prostorov mora biti zagotovljena relativna vlažnost zraka pod 60 %.

(4) Optimalna občutena temperatura v odvisnosti od aktivnosti in obleke uporabnika prostora se določi skladno s SIST CR 1752, slika A.2, kategorija C.

## 13. člen

(1) Gibanje zraka v prostoru je pri optimalni občuteni temperaturi dopustno, če je odstotek nezadovoljnih uporabnikov prostora manjši od 25 % - po metodologiji iz standarda SIST CR 1752, točka A.2.4.3.

(2) Dopustne srednje hitrosti zraka v bivalni coni so podane v SIST CR 1752, slika A.3, kategorija C, v odvisnosti od lokalne temperature zraka v prostoru in intenzitete turbulence. Območje sprejemljivosti srednje hitrosti zraka pri normalnih pogojih predstavlja območje pod ustrezno krivuljo intenzitete turbulence.

(3) Hitrosti zraka v bivalni coni pri temperaturi zraka prostora, kot je določena s prejšnjim členom, tveganju prepiha 25 % in intenziteti turbulence 40 % se načrtujejo skladno s tabelo 4 pod točko 2. Načrtovana hitrost zraka v prilogi 1 tega pravilnika. Hitrosti zraka ne smejo biti presežene pri normalnem delovanju sistema, presežene so lahko samo pri časovno omejenem intenzivnem prezračevanju.

## 14. člen

(1) Parametri za toplotno ugodje sedeče osebe v bivalni coni so naslednji:

1. temperatura zraka:  
v času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, priporočljivo 23 °C do 25 °C,  
v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C, priporočljivo 20 °C do 22 °C;
2. navpična temperaturna razlika zraka med glavo in gležnji za sedečo osebo (med 0,1 m in 1,1 m nad podom) manjša od 3 K, v vseh drugih primerih manjša od 4 K;
3. površinska temperatura poda med 17 °C in 26 °C, pri sistemu talnega ogrevanja do 29 °C (izjemi sta prostori z nestalno prisotnostjo in prostori s posebno namembnostjo);
4. pod oziroma talna obloga poda zaradi svojega neposrednega oziroma posrednega vpliva ne sme onesnaževati zraka v prostoru in ne sme vplivati na ugodje in zdravje uporabnikov prostorov;
5. največja sevalna temperaturna asimetrija:  
za hladno steno < 13 °C,  
za toplo steno < 35 °C,  
za hladen strop < 18 °C,  
za topel strop < 7 °C.  
Z oblikovanjem stavbe in senčili je treba v času hlajenja preprečiti vpliv neposrednega sončnega sevanja v bivalni coni;
6. priporočena srednja hitrost zraka:  
v času ogrevanja in hlajenja 0,15 m/s,  
v ostalem času 0,2 m/s.

## 15. člen

(1) Količina vtoka (zunanjega) zraka se uravnava po dejanskih potrebah obremenjenosti in času zasedenosti z uporabnikom prostora.

(2) Zaradi varčevanja z energijo se v stavbah ali v delih stavb, ki se prezračujejo mehansko in kjer je volumska izmenjava zraka v bivalni coni ali v celotnem prostoru večja,  $n > 0,7 \text{ h}^{-1}$ , vgradijo naprave za pridobivanje toplote zavrženega ali odtočnega zraka. Naprave za pridobivanje toplote zavrženega ali odtočnega zraka morajo imeti pri projektnih pogojih učinek  $\eta > 65 \%$ , razen:

- $\eta \geq 50 \%$  pri vgradnji ploščnega prenosnika toplote in toku zraka  $> 15.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- $\eta \geq 45 \%$  pri vgradnji ploščnega prenosnika toplote in toku zraka  $\leq 15.000 \text{ m}^3/\text{h}$  ali toplotne cevi,
- $\eta \geq 40 \%$  pri vgradnji lamelnega prenosnika toplote ali če je obratovanje prezračevalne naprave občasno (do 150 ur letno).

(3) Vgradnja naprave za vračanje toplote ni potrebna pri prezračevanju toka zraka do  $1.200 \text{ m}^3/\text{h}$ , v posebnih primerih (npr. vir toksičnih ali eksplozijskih snovi) in v primerih, ko dokazano tega ni mogoče izvesti.

(4) Regenerativni prenosniki toplote se lahko uporabljajo le v primerih, ko zavrženi ali odtočni zrak ne vsebuje tobačnega dima ali drugih škodljivih onesnaževalcev.