



**Načrt merjenja in kontrole prihrankov
energije in drugih učinkov za
Šolski center Kranj, Srednja ekonomska,
storitvena in gradbena šola, stavbi B in D**

Pripravil: EUTRIP, d. o. o.

Odgovorna oseba: mag. Primož Praper



Verzija 1.0
Celje, julij 2017



KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Poraba energije, bivalno ugodje in zakonodajna izhodišča	1
2	IZHODIŠČE	4
3	DOLOČITEV REFERENČNIH VREDNOSTI	6
4	METODOLOŠKI PRISTOP	8
4.1	Energetsko knjigovodstvo	8
4.2	Energetski monitoring oz. digitalni obratovalni monitoring.....	8
4.2.1	Fizična raven za odčitavanje podatkov	11
4.2.2	Terenski zajem in prenos podatkov	12
4.2.3	Upravljalvska raven, podatkovna baza in vizualizacija	14
4.2.4	Grafični prikaz podatkov	18
4.3	Obdobje za poročanje, prejemniki poročil	21
4.4	Določitev ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti.....	21
4.5	Stroški energije	21
4.6	Odstopanje in tolerance pri stroških in porabi	21
4.7	Klimatski podatki	22
5	LETNI PREGLED NEODVISNEGA STROKOVNJAKA	23
6	PRILOGA 1: PRIMER SPECIFIKACIJE OPREME ZA MERJENJE KONTROLE PRIHRANKOV ENERGIJE IN DRUGIH UČINKOV	24



1 UVOD

1.1 Poraba energije, bivalno ugodje in zakonodajna izhodišča

Zmanjšanje porabe energije je eden izmed ciljev energetske prenove stavb. Ne smemo pozabiti, da je eden izmed osnovnih namenov stavb, da nam zagotavljajo udobno notranjo klimo. V naravi ljudi je, da bi to dosegli čim bolj ekonomično. Ker je stavba celosten in dinamičen sistem, je težko vzpostaviti optimum za vse cilje, na katere vpliva dinamično vedenje. Problematiko bivalnega ugodja in porabe energije bomo obravnavali celostno.

Toplotno ugodje je v splošnem opredeljeno kot stanje duha, ki izraža zadovoljstvo s temperaturo okolja (SIST EN ISO 7730:2006, 2006). Če želimo izboljšati učinkovitost rabe energije v stavbah, moramo pristopiti celovito. Pri obravnavi rabe energije v stavbah je torej nujno, da hkrati obravnavamo tudi toplotno oz. temperaturno ugodje, kar zahteva Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1).

Leta 2012 je bila z namenom doseganja zadanih ciljev sprejeta Direktiva o energetske učinkovitosti (Evropski parlament in svet, 2012), ki je postala osrednje orodje za energetske politiko v Uniji. Direktiva 2012/27/EU navaja, da je bila v sklepih Evropskega sveta z dne 8. in 9. marca 2007 poudarjena potreba po povečanju energetske učinkovitosti v Uniji, da bi do leta 2020 dosegli cilj 20-odstotnega prihranka porabe primarne energije v Uniji v primerjavi s projekcijami. Direktiva v prvem členu opredeljuje »sistem upravljanja z energijo« kot sklop medsebojno povezanih ali medsebojno delujočih elementov načrta, ki določa cilj energetske učinkovitosti in strategijo za doseganje tega cilja, ter »inteligentni merilni sistem« kot elektronski sistem, ki lahko meri porabo energije, ob čemer doda več informacij kot običajni števec ter lahko pošilja in prejema podatke z uporabo elektronske komunikacije. V 9. členu daje poudarek vgradnji pametnih števcov, ki ne samo merijo porabo energije, temveč natančno prikazujejo tudi čas porabe energije. Nadalje v 10. členu opredeli, da dodatne informacije o porabi vključujejo kumulativne podatke za obdobje najmanj treh predhodnih let ali, če je krajše, obdobje od začetka veljavnosti pogodbe o dobavi. Podatki ustrezajo



obdobjem, za katera so na voljo informacije o vmesnih obračunih. Direktiva hkrati poudarja podrobne podatke o času porabe za vsak dan, teden, mesec in leto. Taki podatki so dani na voljo končnemu odjemalcu preko spleta ali vmesnika števec za obdobje najmanj zadnjih 24 mesecev ali, če je krajše, obdobje od začetka veljavnosti pogodbe o dobavi. Nadalje v Prilogi VII direktiva podaja tudi minimalne zahteve za obračunavanje in informacije o obračunu na podlagi dejanske porabe, kjer navaja, da so minimalne informacije, ki morajo biti navedene na računu primerjave med sedanjo porabo energije končnega odjemalca in porabo energije v istem obdobju prejšnjega leta, po možnosti v grafični obliki (Evropski parlament in svet, 2012).

Slovenski krovni Energetski zakon (EZ-1) govori o sistemu upravljanja z energijo v 324. členu, kjer določa, da vlada z uredbo določi zavezance in minimalne vsebine sistema upravljanja z energijo, ki vključujejo cilje s področja energetske učinkovitosti in obnovljivih virov energije, ukrepe za doseganje ciljev, odgovorne osebe in način preverjanja doseganja ciljev (EZ-1, 2014). Osnutek Uredbe o upravljanju z energijo v javnem sektorju je bil v javni razpravi februarja 2015. Uredba je v smislu upoštevanja Direktive 2012/27/EU veliko razočaranje, saj uvaja kot ključni sistem upravljanja energije postavljanje letnih ciljev, ki naj bi jih spremljali z energetskega knjigovodstvom. V sodobnem času, ko so na voljo digitalne tehnologije za avtomatski zajem podatkov v realnem času (v katerem bi lahko tudi odreagirali na nepravilnosti), namreč uredba predvideva energetskega knjigovodstvo, kjer pridobi uporabnik informacijo o porabi energije z več kot mesečnim zamikom in tako seveda ne more sproti vplivati na (po)rabo.

O usposobljenosti za energetskega upravljanje govori tudi Uredba o zelenem javnem naročanju (Uradni list RS, št. 102/11, 18/12, 24/12, 64/12, 2/13 in 89/14), in sicer v Prilogi 7, kjer eno od poglavij vsebuje zahtevo, da mora naročnik v pogodbeno določila gradbene pogodbe o izvedbi naročila vključiti zahtevo: »Ponudnik mora izdelati program in način usposabljanja upravljavca stavbe ter ga dostaviti naročniku. Po končanih gradbenih ali obnovitvenih delih ponudnik usposobi upravljavca stavbe za energijsko učinkovito uporabo stavbe, s čimer se najkasneje v dveh letih od začetka uporabe stavbe zagotovi doseganje načrtovane porabe energije in vode.«



Ključno zakonodajno izhodišče za upravljanje z energijo pa je Uredba o upravljanju z energijo v javnem sektorju (Uradni list RS, št. 52/16). Ta zahteva: »Sistem upravljanja z energijo se vzpostavi v stavbah in posameznih delih stavb, ki so v lasti Republike Slovenije ali samoupravne lokalne skupnosti in v uporabi državnih organov, samoupravnih lokalnih skupnosti, javnih zavodov, javnih gospodarskih zavodov, javnih skladov, javnih agencij in ustanov, katerih ustanovitelj je Republika Slovenija ali samoupravna lokalna skupnost, in katerih uporabna površina obsega več kot 250 m².« V uredbi je zapisano še: »Sistem upravljanja z energijo se vzpostavi tudi v stavbah iz prejšnjega odstavka, v katerih je vsota uporabne površine več posameznih delov stavb v posamezni stavbi večja od 250 m².«

Navedena uredba nadalje opredeljuje: »Sistem upravljanja z energijo vključuje:

- izvajanje energetskega knjigovodstva;
- določitev in izvajanje ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti in rabe obnovljivih virov energije;
- poročanje odgovorni osebi zavezanca o rabi energije, s tem povezanih stroških in izvajanju ukrepov iz prejšnje alineje.«

Sestavni del razpisne dokumentacije za izvajalca gradbeno-obrtniških in instalacijskih del bodo tudi ta izhodišča, ki jih bo izvajalec moral upoštevati pri programu in načinu usposabljanja.

Uvajanje namenskih rešitev energetskega upravljanja stavb, pri katerem ima monitoring skladno s Standardom na tem področju pomembno vlogo, kaže veliko možnosti za izboljšave in prihranke energije ob ohranjanju ali celo izboljšanju temperaturnega ugodja. Na osnovi raziskav porabe energije in temperatur je možno ugotavljati nepravilnosti pri nastavitvah delovanja sistemov, ki so porabniki energije.



2 IZHODIŠČE

Referenčne vrednosti rabe energije za obravnavane stavbe so določene v energetskih pregledih (tudi v Povzetku za poslovno odločanje), in sicer za obdobje zadnjih 3 zaključenih let oziroma za leta 2014, 2015 in 2016. Na podlagi teh podatkov so bili izračunani tudi računski prihranki za obravnavane celovite energetske preнове oziroma izbrane scenarije. Ostali podatki o rabi energije za referenčno obdobje, vključno z opredelitvijo dejanske uporabe stavb, režimi delovanja stavbnih sistemov in drugih spremenljivk, ki vplivajo na energijske kazalnike (npr. zasedenost, temperature notranjega zraka, zunanji klimatski pogoji itd.), so za izbrano referenčno obdobje določeni in predstavljeni v Končnem poročilu razširjenega energetskega pregleda Šolski center Kranj, Srednja ekonomska, storitvena in gradbena šola, Stavba B in Končnem poročilu razširjenega energetskega pregleda Šolski center Kranj, Srednja ekonomska, storitvena in gradbena šola, Stavba D, izdelovalec obeh poročil je Eutrip, d. o. o., datum in kraj izdelave: julij 2017, Celje.

Vrednosti sredstev, potrebnih za vzpostavitev primerne infrastrukture za merjenje in kontrolo prihrankov, so za posamezno stavbo predstavljene v Poročilu razširjenega energetskega pregleda (REP), natančneje pa v projektantskem popisu, ki je del PZI (projekt za izvedbo EPS) dokumentacije. V sklopu merjenja in kontrole prihrankov je predvidena vzpostavitev CNS-a (centralni nadzorni sistem) z energetskim monitoringom, ki bo omogočala sprotno spremljanje porabljene energije in upravljanje z energetskimi sistemi v stavbah. Predvidena je vgradnja števecv električne energije na večjih porabnikih, števecv toplotne energije (kalorimetrov) in najrazličnejših senzorjev oziroma tipal (temperatura, vlaga, CO₂, osvetljenost ...). Z vzpostavitvijo energetskega monitoringa se predvideva spremljanje različnih energijskih kazalnikov (poraba energije na m² kondicionirane površine, glede na število uporabnikov, glede na notranjo temperaturo itd.) oziroma vseh tistih spremenljivk, ki vplivajo na doseganje zastavljenih kazalnikov. Cilje celovitih energetskih prenov, določene v prijavnih obrazcih in energetskih pregledih, se namerava doseči s predvideno vzpostavitvijo primerne infrastrukture (CNS in energetski monitoring) za



spremljanje rabe energije ter z metodologijo načrta merjenja in kontrole prihrankov, ki je predstavljena v nadaljevanju dokumenta. Vse morebitne spremembe referenčnih oziroma izhodiščnih parametrov (notranja temperatura, povečanje uporabnikov, sprememba namembnosti prostorov, povečanje površin, klimatske spremembe itn.) v času zagotavljanja prihrankov bodo obravnavane in prikazane kot komponente prikaza pri energetskega monitoringu in nato tudi v posameznih obdobjih poročilih.



3 DOLOČITEV REFERENČNIH VREDNOSTI

Referenčno obdobje je opredeljeno v posameznem razširjenem energetskega pregledu stavbe in je navedeno v poglavju »Povzetek za poslovno odločanje« oziroma poglavju, ki obravnava energetske analitiko oziroma rabo energije. Za obravnavni projekt energetskih prenov stavb (EPS) je predvideno referenčno obdobje med letoma 2014 in 2016.

Podatki o rabi energije so povzeti iz računov dobaviteljev, in sicer po posameznih energentih. V sklopu REP-ov so bili pridobljeni računi za električno energijo (s strani operaterja Elektro Maribor Energija plus, d. o. o.) in dobavitelja (Elektro Gorenjska, d. d.) in toplotno energijo (s strani podjetja Petrol, d. d.).

Dejanska raba stavb je opisana v končnem poročilu razširjenega energetskega pregleda posamezne stavbe. Stavbe se večinoma uporabljajo za vzgojno-izobraževalno dejavnost.

Režimi delovanja stavbnih sistemov pred prenovo so pridobljeni na osnovi podatkov iz razširjenega energetskega pregleda. Pred prenovo niso obstajali dokumenti, ki bi opredeljevali natančno delovanje sistemov in režimov delovanja. Določeni kratkotrajni podatki so bili pridobljeni na osnovi meritev energije in mikroklima v okviru energetskih pregledov stavb. Rezultati so predstavljeni v posameznih REP-ih.

Vplivi drugih spremenljivk, ki vplivajo na energetske kazalnike (zasedenost, temperature notranjega zraka in zunanji klimatski pogoji), so bili in bodo pridobljeni na osnovi meritev, statističnih podatkov in fizikalnih izračunov. Vpliv drugih spremenljivk, ki vplivajo na energetske kazalnike, bo izračunan oziroma izmerjen na osnovi uporabljene najboljše razpoložljive tehnologije (BAT – best available technology). Zasedenost stavb izhaja iz uradnih statističnih podatkov letnega števila uporabnikov (otrok in zaposlenih) in podatkov o posameznih dogodkih oziroma izvajanju dejavnosti. V primeru bistvenih odstopanj zasedenosti se bodo vrednosti normirale. Na osnovi podatkov energetskih



pregledov oziroma pogovorov z uporabniki se ocenjuje, da temperatura notranjega zraka v času zasedenosti ni vedno optimalna. V kolikor se bo z meritvami temperature pred prenovo in po prenovi ugotovilo, da je temperatura po prenovi v stavbah višja, se bodo uporabili korekcijski faktorji po prenovi v času ogrevanja, pri čemer bodo upoštevani korekcijski faktorji na osnovi podatkov iz monitoringa o spremenjeni porabi energije ob enaki povprečni zunanji temperaturi in spremenjeni notranji temperaturi. Praviloma se bodo uporabili urni podatki. V kolikor teh dejanskih podatkov o dejanski rabi ne bo na voljo ali pa bo neodvisni strokovnjak ocenil, da so nezanesljivi, se bo za korekcijski faktor zaradi spremenjenih temperaturnih pogojev uporabila računska metoda na osnovi modela gradbene fizike. Pri izračunih se bodo upoštevali veljavni standardi in najboljša razpoložljiva tehnika (BAT), ki bo predvidoma upoštevala urno metodo izračuna. Zunanji klimatski pogoji se bodo upoštevali na osnovi uradno pridobljenih podatkov najbližje vremenske postaje ARSO. Pri večletnih podatkih bo uporabljena metoda povprečenja, pri enoletnih izračunih pa se bodo podatki normirali glede na temperaturni primanjkljaj.

Sredstva, potrebna za določanje oz. doseganje prihrankov, so ocenjena na osnovi projektantskih ocen in preliminarno pridobljenih ponudb. Stroški vzpostavitve sistema upravljanja z energijo so zajeti v investicijskih stroških. Mesečni stroški upravljanja z energijo so odvisni od različnih faktorjev (število ponudnikov, kompleksnost sistema, število vgrajenih sistemov – predvsem strojnih elektro naprav, poslovni model upravljanja). Na osnovi projektantskih ocen in preliminarnih ponudb se ocenjuje, da bo za energetske upravljanje stavb potrebno med 1 % do 2 % stroškov, potrebnih za energijo po energetski prenovi. Predvideno je, da slednje lahko opravi tudi hišnik oz. vzdrževalec posamezne stavbe v okviru svojega delovnega časa.



4 METODOLOŠKI PRISTOP

Načrt merjenja in kontrole prihrankov bo potekal na dveh nivojih, in sicer z dvema različnima pristopoma, ki sta:

- energetska knjigovodstvo in
- energetski monitoring oz. digitalni obratovalni monitoring.

4.1 Energetska knjigovodstvo

Energetska knjigovodstvo je zajem podatkov o porabi in stroških energije na osnovi računov. Energetska knjigovodstvo je lahko enostavna zbirka računov in njihova analiza v papirnati ali digitalni obliki. Za lažjo dostopnost pri vnosu, pregledu in analizi se uporabljajo sodobne računalniške aplikacije, povezane z internetom, ki se bodo uporabljale tudi v tem konkretnem primeru.

Spletno energetska knjigovodstvo je osnovni instrument energetskega upravljanja in predstavlja zajemanje, obdelavo in arhiviranje podatkov, povezanih z nabavo in s porabo energentov in energij. Spletno energetska knjigovodstvo predvideva, da se račune o porabljeni energiji vsak mesec ročno ali avtomatizirano vnese v centralno spletno relacijsko bazo podatkov, iz katere jih je možno na različne načine analizirati.

Prednosti spletnega energetskega knjigovodstva so nizek strošek uvedbe ter možen prikaz podatkov o porabi in ceni tudi v grafični obliki.

4.2 Energetski monitoring oz. digitalni obratovalni monitoring

V konceptualni fazi zasnove monitoringa porabe energije in temperaturnega ugodja je bil zasnovan minimalni obseg ključnih parametrov, ki jih je potrebno in smiselno spremljati. Pomembno je upoštevati več vidikov, poleg tehnično-tehnološkega tudi stroškovni vidik. Senzorji, še bolj pa merilniki porabe toplotne energije, so upravičen strošek le v primeru, da pridobljene podatke spremljamo in uporabljamo, sicer predstavljajo nepotreben strošek. Kot pomemben vidik je potrebno upoštevati tudi modularnost in skalabilnost sistema. Sistem je zasnovan



tako, da sta možna enostavno dodajanje merilnih mest in delitev na podsisteme. Proces meritev in verifikacije je sestavljen iz treh faz, ki so naslednje:

1. faza načrtovanja:

- identifikacija merilnih mest,
- določitev izhodiščnih vrednosti,
- načrt aktivnosti izvedbe;

2. faza instalacije:

- instalacija merilcev, senzorjev in opreme,
- optimizacija delovanja,
- preverjanje delovanja vgrajenih naprav;

3. faza vzdrževanja:

- ročni vnos preteklih podatkov, avtomatski zajem ostalih podatkov,
- stalno preverjanje prihrankov,
- dokumentiranje in podajanje povratnih informacij projektni skupini (naročniku, projektantu, izvajalcu, nadzorniku),
- zagotavljanje obstojnosti podatkov (npr. v primeru izpada interneta).

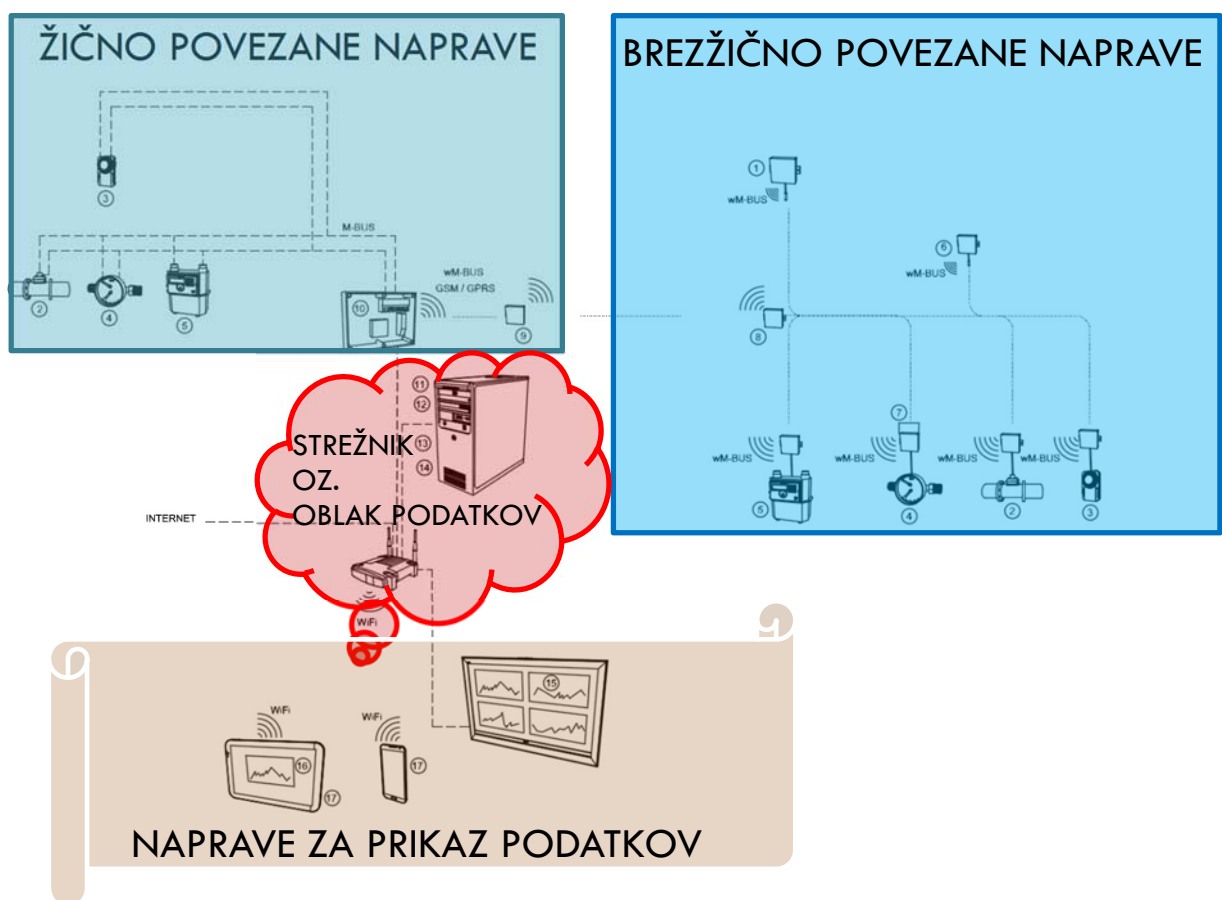
Na osnovi izkušenj so se kot najbolj ključne količine za zagotavljanje prihrankov energije pokazali: meritve porabe končne električne energije, meritve porabe končne toplotne energije in končne električne energije ter zajem vsaj treh notranjih temperatur in zunanje temperature. Predvidoma bo v dogovoru z upravljavcem javnega vodovoda omogočeno tudi daljinsko odčitavanje porabe vode z glavnega vodomera. Rešitev je zasnovana tako, da se podatki o porabi energije, vode in temperaturnem ugodju v stavbi na osnovi digitalnih senzorjev in merilcev urno zapisujejo v spletno bazo podatkov ter jih je možno spremljati preko interneta v različnih grafičnih in numeričnih oblikah na različnih večpredstavnih napravah, kot so računalnik, telefon ali tablica. Sistem monitoringa deluje na osnovi kombinacije žičnega ali brezžičnega prenosa podatkov. Zasnovan je na treh ravneh:

- fizična raven (namestitvev in kalibracija merilnikov ter senzorjev),
- terenski zajem in prenos podatkov,
- upravljavska raven monitoringa:



- določitev računalniških metod in ustreznosti natančnosti,
- obdelava merjenih podatkov,
- poročanje, zagotavljanje kakovosti meritev in preverba poročil s strani tretjih oseb (ne s strani izvajalca).

Ključna merilna mesta monitoringa so: raba toplotne energije (po potrebi možnost meritve hladu) za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode, poraba električne energije ter zajem vsaj treh notranjih in ene zunanje temperature. Sistem prikazuje Slika 1.



Slika 1: Shema komponent digitalnega obratovalnega monitoringa



Sistem digitalnega obratovalnega monitoringa je sestavljen iz treh sklopov:

A. komponente za zajem in odčitavanje podatkov (fizična raven za odčitavanje podatkov):

- (1) zunanji in notranji temperaturni senzorji z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem,
- (2) števci toplotne energije (kalorimetri) z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem,
- (3) števci električne energije z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem; lahko pa so vključeni tudi ostali merilniki, kot so:
- (4) vodomeri z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem,
- (5) plinomeri z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem;

B. komponente za zbiranje in prenos podatkov:

- (6) naprave, ki omogočajo prenos podatkov po protokolu M-Bus,
- (7) bralniki in seštevalniki impulzov,
- (8) ojačevalec ali ponavljalnik za brezžični prenos podatkov (M-Bus),
- (9) radijski oddajnik, ki sprejema in oddaja po protokolu M-Bus,
- (10) M-Bus Master z možnostjo priključitve več naprav oz. merilnih mest z modemom GSM/GPRS,
- (11) strežnik FTP,
- (12) strežnik za obdelavo podatkov,
- (13) strežnik za hranjenje podatkov,
- (14) spletni strežnik za online prikaz podatkov;

C. komponente za prikaz podatkov:

- (15) spletna stran za prikaz podatkov,
- (16) mobilne aplikacije za prikaz podatkov,
- (17) večpredstavnostna naprava za prikaz podatkov (npr. računalnik, tablica, telefon).

4.2.1 Fizična raven za odčitavanje podatkov

Na stavbah se pri vzpostavitvi digitalnega obratovalnega monitoringa namestijo:



- zunanji in notranji temperaturni senzorji z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem,
- števcu toplotne energije (kalorimetri) z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem,
- števcu električne energije z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem,
- vodomeri z žičnim ali brezžičnim odčitavanjem.

Pomembno je, da so komponente za zajem in odčitavanje podatkov umerjene skladno z veljavnimi standardi glede na namembnost meritev. Kadar ima stavba merilce že nameščene s strani distributerjev, je smiselna uporaba le-teh, saj se tako izognemo odstopanjem med izmerjenimi vrednostmi monitoringa in obračunskimi vrednostmi distributerja.

4.2.2 Terenski zajem in prenos podatkov

V okviru digitalnega obratovalnega monitoringa je uporabljenih več različnih tehnologij in protokolov, ki jih opisujemo v nadaljevanju. Prva možnost je ročni vpis podatkov v relacijsko bazo, kar pride v poštev predvsem za vnos referenčnih ali preteklih podatkov, ki so smiselni za primerjavo. Podatki se vnesejo v sistem ročno preko spletnega vmesnika. Avtomatski zajem podatkov praviloma poteka preko M-Bus ethernet gatewaya, imenovanega tudi M-bus Master, ki je samostojen sistem. Praviloma deluje preko ožičenja ali je brezžično povezan z različnimi merilniki (npr. kalorimetri, električni števcu, senzorji). S pomočjo protokola M-bus komunicira s priključenimi števci in lokalno shranjuje odčitane podatke. Podatki se zapisujejo in hranijo na M-Bus Masterju (sklop B, točka 10) in se v obliki tabelaričnega zapisa pošljejo na strežnik FTP (sklop B, točka 11). Podatki se pošiljajo na strežnik preko klasičnega omrežja ethernet ali modema GSM/GPRS. V primeru povezave na omrežje ethernet je M-bus Master v lokalni računalniški mreži povezan s PC klientom, na katerem je instaliran operacijski sistem Linux. Klient s pomočjo M-Bus Masterja periodično zajema podatke v obliki XML (trenutne vrednosti na števcih) in v obliki CSV (vrednosti števcu z zgodovino). Po zajemu podatkov pošlje nove zbrane informacije preko protokola http na centralni strežnik. Klient in strežnik si informacije izmenjujeta v obliki XML.



Skripte za zajemanje in pošiljanje podatkov so implementirane v skriptnem jeziku PHP.

V primeru brezžičnih naprav se za prenos podatkov praviloma uporablja radijski telegram (868 MHz) po standardu Wireless M-Bus (wM-Bus), v primeru žičnih naprav pa izhod M-Bus. Vse naprave so povezane brezžično ali žično z M-Bus Masterjem (sklop B, točka 10). Pri brezžični verziji se podatki iz merilnih mest pridobivajo preko impulznega signala. V bližini merilnika je nameščen bralnik in seštevalnik impulzov (sklop B, točka 7), ki sešteva impulze, jih pomnoži s faktorjem ter preko radijskega signala preko standarda wM-Bus pošlje na sprejemnik wM-Bus (sklop B, točki 8 in 9). Sprejemnik je žično povezan na M-Bus Master (sklop B, točka 10). Nanj se žično povežejo tudi merilniki oz. senzorji s komunikacijskimi moduli M-Bus.

Nadaljnja možnost je odčitavanje merilnih mest preko odprtokodnih platform, kot sta Raspberry PI ali Arduino. Raspberry PI (v nadaljevanju tudi r-pi) je stroškovno ugoden računalnik velikosti kreditne kartice, na katerem praviloma teče operacijski sistem na osnovi Linuxa »soft-float Debian wheezy«. Prednost tovrstnega sistema je predvsem v nizkih stroških opreme, fleksibilnosti in varni (šifrirani) internetni rešitvi, zaradi česar je uporaben za hišno avtomatizacijo in omogoča uporabniku prilagojene rešitve brez naprednega programerskega znanja. Povezava s senzorji (temperatura, vlaga, pa tudi CO₂) poteka preko ožičene povezave ali preko povezave Wi-Fi ali Bluetooth. Napajanje je narejeno z napajalnikom (12 V) v ohišju, varovalko, pretvornikom z 12 V na 5 V in 12 V. Ob izpadu glavnega napajanja je možno tudi napajanje z rezervno baterijo. Dodano je stikalo za izklop naprave. Na r-pi je naložena naslednja programska oprema: standardni raspbian debian wheezy linux kernel 3.18 (operacijski sistem), nastavljen firewall, statični IP, fail2ban – za zaščito, wvdial, ppp – za prenos podatkov preko modema GPRS, ntpdate – za sinhronizacijo časa ob povezavi, skripta PHP – za povezovanje z modemom GPRS in povezavo Wi-Fi, skripta PHP – za branje podatkov iz html naslova CO₂ naprave v formatu JSON, skripta PHP – za sinhronizacijo na zunanji strežnik FTP, crontab – za nastavitve časovnega sproženja skript.

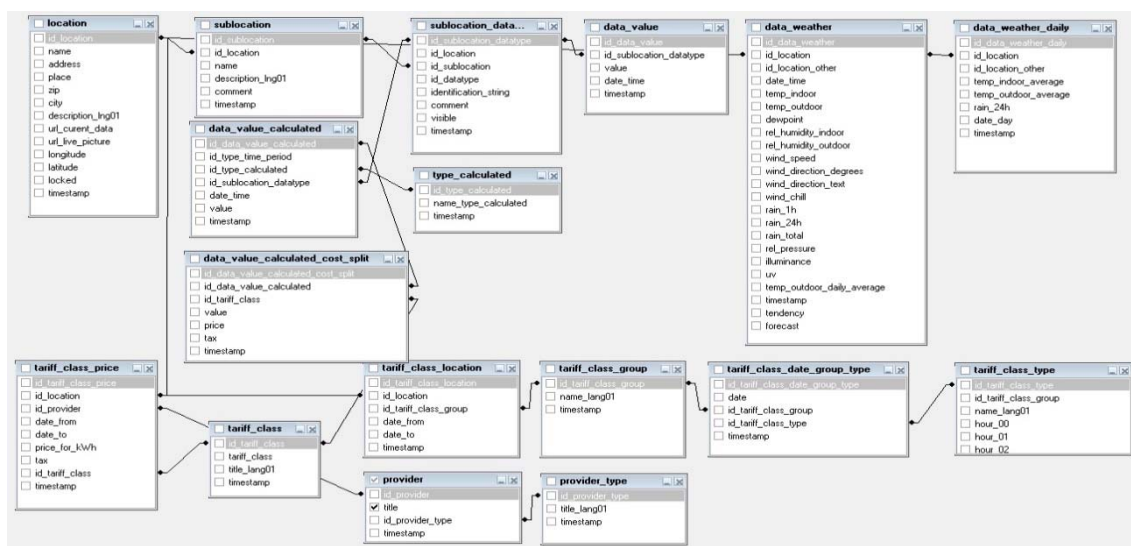


Možne so tudi druge skripte, kot je npr. skripta, ki prebere parametre na strežniku FTP in ostale parametre preko omrežja GPRS z namenom dostopa preko povezave SSH ali VPN. S tem je omogočena določena možnost upravljanja na daljavo. Izdelan je tudi vmesnik WEB za nastavitve priključenih naprav (temperaturna tipala 1-wire, naprave M-bus).

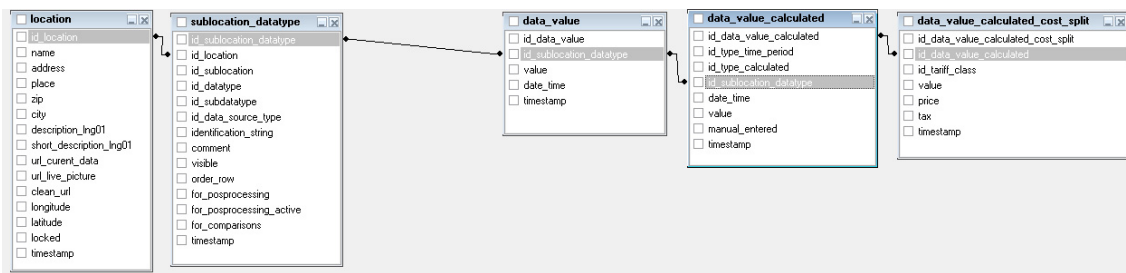
Za zajem podatkov praviloma uporabljamo format CSV, ki je primeren za tabelarično zapisovanje podatkov, kjer sistemi podatke ene in iste vrste zapisujejo tabelarično. Pregled takih podatkov je dosti lažji kot v formatu XML. Kar se tiče potrebnega prostora na disku za zapisovanje podatkov, je oblika XML najbolj potratna, CSV pa najbolj varčna. V tem smislu je kompromis oblika JSON.

4.2.3 Upravljalvska raven, podatkovna baza in vizualizacija

Podatki se prenašajo na spletni strežnik, na katerem gostuje spletna podatkovna baza (relacijska baza MySQL server 5.0.95), ki hrani podatke za pretekle odčitke (sklop B, točka 12). Podatki se iz tabelaričnega zapisa pretvorijo v ustrezen zapis za nadaljnjo obdelavo. Shranijo se v spletno podatkovno bazo na točno določeno lokacijo, na katero se podatki navezujejo. Shema entitet in relacij v relacijski bazi podatkov je prikazana na Sliki 2.



Slika 2: Shema entitet in relacij podatkovne baze



Slika 3: Struktura in ključne entitete podatkovne baze

Na Sliki 3 so prikazane ključne tabele in povezave med njimi. Na levi strani so podatki o lokaciji stavbe («location») in merilna mesta, kot so števcji, merilniki temperature, vlage, energetske moči, virtualni števcji («sublocation_datatype»). Na desni strani so surovi zapisi vrednosti, odčitanih na števcih in merilnikih («data_value»), iz njih izračunane urne, dnevne, tedenske, mesečne in letne summarizirane, povprečne, minimalne in maksimalne vrednosti iz podatkov («data_value_calculated») in podatki o denarni vrednosti urnih, dnevnih, tedenskih, mesečnih in letnih energetskih porabah («data_value_calculated_cost_split»).

Sistem mora omogočati prikaz letnih, mesečnih, dnevni in urnih grafikonov porabljene električne in toplotne energije, vode, plina ter drugih podatkov, pridobljenih iz zgoraj navedenih merilnih mest. Omogoča tudi prikaz temperatur v prostorih, kjer so nameščena temperaturna tipala (omogočeni so prikazi trenutne temperature, povprečne mesečne temperature zadnjega polnega meseca in urnih odčitkov za preteklih 6 dni) ali druga tipala, kot so senzorji vlažnosti in senzorji CO₂.

Informacije so podane v grafični obliki: v obliki stolpnih grafov. Informacije o porabi so podane tako, da je na istem grafu možno spremljati trenutne odčitke (za tekočo uro, dan, teden, mesec, leto) v primerjavi s podatki v preteklem obdobju (za pretekle ure, dneve, tedne, mesece, leta). Prikazan je podatek za vsaj dve pretekli obdobji, praviloma pa posamezni prikaz ne vsebuje več kot 12 informacij o preteklih obdobjih.

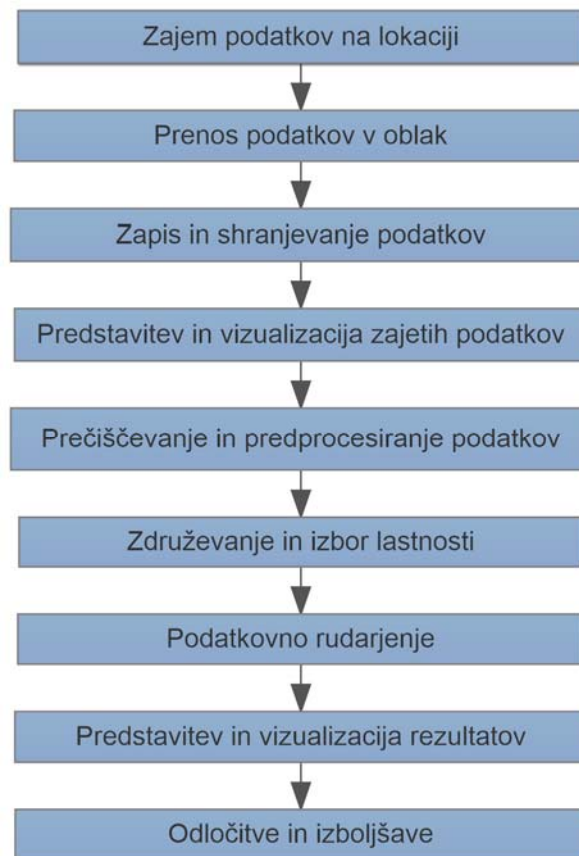


Na grafu mesečnega in letnega prikaza so prikazane vrednosti povprečne porabe izbranega izhodiščnega stanja za spremljanje porabe. Ta vrednost se praviloma določi na osnovi triletne porabe energije (glede na povprečje), lahko pa tudi minimalne enoletne porabe, pri čemer se ta poraba normira glede na klimatske pogoje. Ciljna vrednost se prikaže s piko v območju posameznih vrednosti ali črto, ki prikazuje ciljno vrednost.

Na grafu mesečnega in letnega prikaza so prikazane vrednosti ciljne porabe. Te vrednosti se praviloma določijo na osnovi predvidenih ukrepov. Ciljna vrednost se prikaže s piko v območju posameznih vrednosti ali črto. Pike in črte ciljne vrednosti so različnih oblik in/ali barv za izhodiščno stanje in ciljno stanje. Na grafih so poleg grafičnega prikaza podane tudi številčne vrednosti. Grafi imajo praviloma dve osi s skalo, kjer so prikazana časovna obdobja, za katera so prikazane vrednosti, in številčne vrednosti v merski enoti (npr. kW, MW). Za analizo se uporabijo povpraševanja (lahko iz baze SQL ali noSQL) ali orodja podatkovnega rudarjenja.

Čeprav so vsi podatki zbrani v eni relacijski bazi, je potrebno pri zahtevnejših povpraševanjih (»query«) podatke za podatkovno rudarjenje predhodno zbrati in pripraviti za obdelavo. Proces prikazuje shema na Sliki 4.





Slika 4: Shema predpriprave podatkov

Prvi štiri koraki, opisani v shemi, so izvedeni v okviru monitoringa; podatki so zajeti, preneseni, shranjeni in predstavljeni v okviru aplikacije energija-rr.si.

Nadaljnji korak je prečiščevanje in predprocesiranje podatkov. Preverjena mora biti redundantnost podatkov. Nadalje je v analizah potrebno v naslednjem koraku preveriti pravilnost zajetih podatkov, kot je npr. uporaba pravih enot za vse podatke (praviloma morajo biti vsi podatki v kWh). V primeru odstopanja je potrebno analizirati tudi vzroke za nepravilnosti. Ti so lahko npr. napake na senzorjih in napake na povezavi oz. prenosu podatkov, kjer se pri ponovni vzpostavitvi povezave zajamejo kumulativne vrednosti.

Nadalje je potrebno opredeliti natančnost podatkov. Pri temperaturah se vrednost praviloma zaokroži na eno decimalko. Pri zajemu porabe energije pa se vrednosti beležijo v kWh brez decimalnih mest (najmanjša enota je 1 kWh).

Z vidika vrste energije je obravnavana dovedena oz. končna energija stavb, odčitana na kalorimetrih. Ostale energije (potrebna energija, primarna energija,



sekundarna energije itd.) niso predmet meritev. Pri meritvah bivalnega ugodja se omejujemo predvsem na merjenje notranje in zunanje temperature oziroma predlagamo vgradnjo kombiniranih merilcev, ki ob temperaturi merijo tudi vlago.

4.2.4 Grafični prikaz podatkov

Sistem mora omogočati grafični prikaz naslednjih podatkov:

1. Toplotna energija:

- poraba v zadnji uri (podatki ne smejo biti starejši od dveh ur; prikazana je primerjalna poraba za preteklih pet enot – ur),
- poraba v zadnjem dnevu (podatki morajo biti prikazani za pretekli dan in še štiri pretekle enote – dneve),
- poraba v zadnjem mesecu (podatki morajo biti prikazani za pretekli mesec in še vsaj štiri pretekle enote – mesece),
- zbirni mesečni grafi, kjer so na skupnem grafu prikazani podatki za vsaj tri pretekla referenčna leta, in grafični prikaz vseh mesečnih meritev, ki so bile opravljene. Na mesečnem grafu morajo biti prikazane referenčne vrednosti pred prenovo, ciljne mesečne vrednosti po prenovi in dejanska poraba po prenovi,
- grafi morajo biti ločeni po posameznih merilnih mestih, prikazana mora biti tudi celotna poraba toplote,
- v kolikor je možno oz. če je nameščen kalorimeter za toplo sanitarno vodo, se izvajajo meritve porabe tople sanitarne vode ločeno; prikazujejo se podatki o skupni porabi toplote z ali brez sanitarne vode;

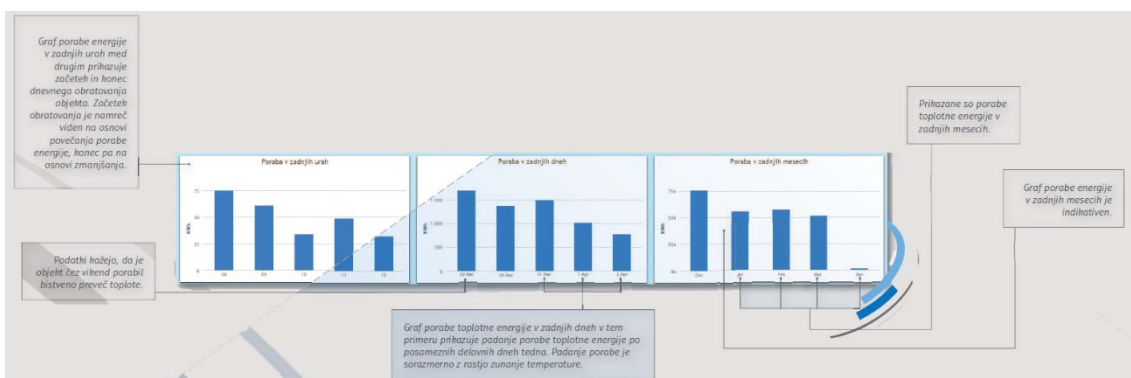
2. Električna energija:

- poraba v zadnji uri (podatki ne smejo biti starejši od dveh ur; prikazana je primerjalna poraba za preteklih pet enot – ur),
- poraba v zadnjem dnevu (podatki morajo biti prikazani za pretekli dan in še štiri pretekle enote – dneve),
- poraba v zadnjem mesecu (podatki morajo biti prikazani za pretekli mesec in še vsaj štiri pretekle enote – mesece),



- zbirni mesečni grafi, kjer so na skupnem grafu prikazani podatki za vsaj tri pretekla referenčna leta, in grafični prikaz vseh mesečnih meritev, ki so bile opravljene. Na mesečnem grafu morajo biti prikazane referenčne vrednosti pred prenavo, ciljne mesečne vrednosti po prenavi in dejanska poraba po prenavi,
 - prikaz porabe energije v referenčnem letu in vseh letih, v katerih so bile opravljene meritve. Na grafu morajo biti prikazane referenčne vrednosti pred prenavo, ciljne mesečne vrednosti po prenavi in dejanska poraba po prenavi,
 - grafi morajo biti ločeni po posameznih merilnih mestih, prikazana mora biti tudi celotna poraba elektrike;
3. Temperatura:
- urni podatki o temperaturah za zadnjih 48 ur;
4. Kombinirani grafi:
- omogočeni morajo biti kombinirani grafi, kjer je na enem grafu prikazana poraba toplote ali elektrike po dnevih in dnevna temperatura,
 - v kolikor se vgradijo toplotne črpalke, se meri poraba toplote in elektrike ter na kombiniranem grafu prikazuje koeficient učinkovitosti (COP).

Primeri grafov (zahtevajo se kot npr. takšni grafi ali enakovredno).

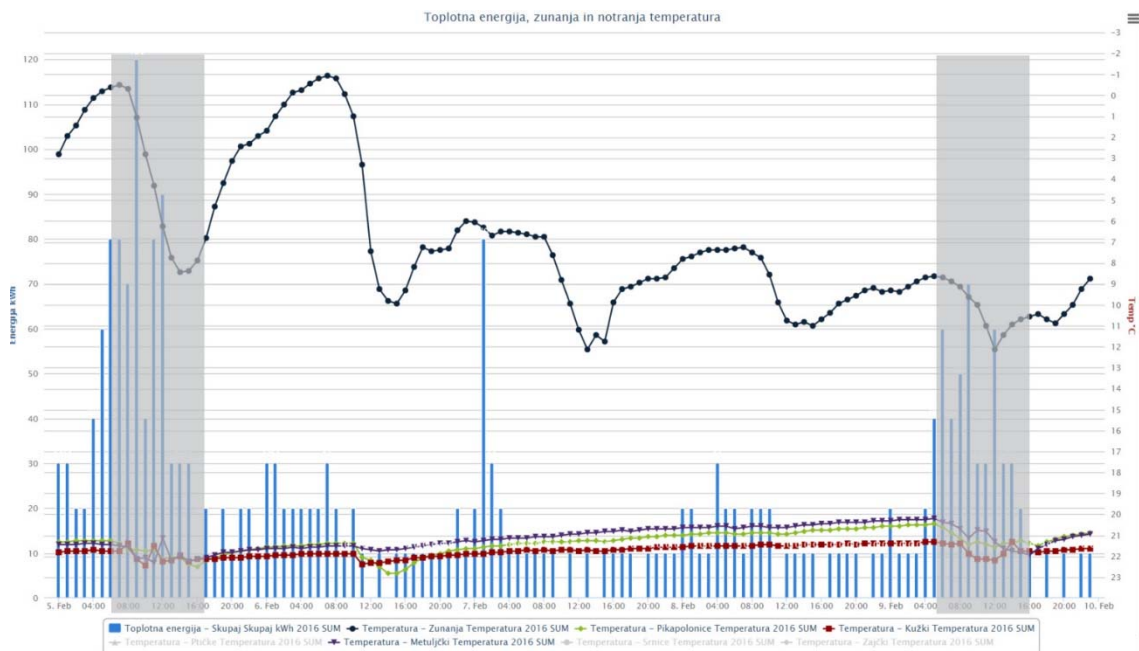


Slika 5: Urni, dnevni in mesečni podatki na skupnih grafih





Slika 6: Mesečni podatki za tekoče leto in preteklo leto z referenčnimi vrednostmi



Slika 7: Kombinirani grafi, kjer je prikazana porabe energije, temperature in zasedenost stavbe



4.3 Obdobje za poročanje, prejemniki poročil

Kot je opisano v zahtevah glede zajema in prikaza podatkov, je možno poročanje od urnega, dnevnega do mesečnega in letnega obdobja. Praviloma upravljavec (hišnik, vzdrževalec ali zunanji izvajalec) dnevno spremlja podatke in izvaja nastavitve regulacije ogrevanja. Po potrebi (v primeru nepravilnosti ali težav) poda dnevna poročila vodstvu. Vodstvo mesečno pregleduje nastavitve in podaja usmeritve in vodstvene ukrepe. Polletna in letna poročila se posredujejo sofinancerju oz. matičnemu ministrstvu.

4.4 Določitev ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti


Vodstvo imenuje za posamezno stavbo energetskega menedžerja, ki mora pripraviti letna poročila skladno z Uredbo o upravljanju z energijo v javnem sektorju. Energetski menedžer pripravi, vodstvo pa potrdi določitev in izvajanje ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti in rabe obnovljivih virov energije.

4.5 Stroški energije

Stroški energije bodo analizirani na osnovi prejetih računov dobaviteljev in primerjani s sistemom monitoringa. V primeru odstopanj bo naročnik vključil neodvisne strokovnjake, ki bodo podali mnenje.

4.6 Odstopanje in tolerance pri stroških in porabi

Praviloma bo energetski monitoring zajemal podatke iz števec, ki bodo tudi obračunski števcu omrežnih operaterjev oz. distributerjev energije. Ob pravilnem delovanju sistema ogrevanja in električnih naprav odčitki v sistemu monitoringa ne bi smeli odstopati od podatkov s števec distributerjev. Do razlike lahko prihaja zaradi različnih obračunskih obdobj, kjer distributerji ne odčitajo števca zadnji dan v mesecu, temveč 28. dan v mesecu. Navedena odstopanja so predvidljiva in obvladljiva. Informacijski sistem mora omogočati tudi odčitek porabe med dvema različnima datumoma. Na osnovi dejansko porabljene energije in skupnih



stroškov (ki zajemajo tudi davščine, trošarine, prispevke ipd.) se izračuna informativna cena energije na kWh energije.

4.7 Klimatski podatki

Sistem mora omogočati spremljanje zunanje temperature. Prav tako mora biti informativno izračunana povprečna mesečna temperatura. Informacijski sistem mora omogočati informativne izračune o normiranju podatkov o porabi na osnovi temperaturnega primanjkljaja. Za potrebe obračunov se uporabi mesečni oziroma letni primanjkljaj, kot ga izračunava Agencija Republike Slovenije za okolje.

Glede na to, da gre za daljše časovno obdobje (izračuni so v investicijski dokumentaciji na 15 let), ni potrebe po letnem normiranju porabe, razen če ni s pogodbo določeno drugače.



5 LETNI PREGLED NEODVISNEGA STROKOVNJAKA

Po zagonu sistema in enkrat letno predlagamo, da investitor naroči pregled delovanja sistema monitoringa (na posamezni stavbi) s strani neodvisnega strokovnjaka, ki ni bil pogodbeno vključen v izvedbo gradbenih del in je nosilec licence za izdelavo energetskih izkaznic ali licence konzultanta za ocenjevanje trajnostne gradnje, kot sta LEED, DGNB ali enakovredno. Neodvisni strokovnjak pregleda delovanje naprav in poda usmeritve za izboljšave.



6 PRILOGA 1: Predlog specifikacije opreme za merjenje kontrole prihrankov

CNS

	opis-naziv opreme	enota	kol.
1	<p>Modularni prostoprogramabilni krmilnik z procesorsko enoto; Ethernet CNS komunikacija, protokol BACnet/IP-Ethernet (ustreza standardu ISO-EN-16484-5); integriran WEB in FTP strežnik; napajanje 24VDC;</p> <p>-512 KByte user program, -128 KByte RAM DB/Text, -128 MByte Flash memory,</p> <p>Komunikacije: -Ethernet Modbus/S-bus, USB, NFC, -RS-485 (187.5 kbits/s), -2x DI, 2x AI, 1x Watchdog,</p> <p>Ima 2 I/O prosta slota za I/O module (AI, AO, DI, DO, komunik.).</p> <p>ustreza: kot npr Saia PCD1.M2220-C15 oz. enakovredno</p>	kos	1
2	<p>Lokalna operaterska enota za priklop na modularni krmilnik PCD1.M2220-C15; pregled merilnih vrednosti in vnos nastavitvev; LCD zaslon na dotik (800x480 pix); montaža na vrata stikalnega bloka, 7.0", Ethernet TCP/IP, 65'536 barvni</p> <p>ustreza: kot npr Saia PCD7.D470WTPF</p>	kos	1
3	<p>Komunikacijski modul za krmilnik PCD1.M2220-C15:</p> <p>-1x RS485 (Modbus/S-bus) s prostim mestom za priklop dodatnega modula PCD7.F...</p> <p>Ustreza: kot npr Saia PCD2.F2100</p>	kos	1
4	<p>Komunikacijski M-bus modul za krmilnik PCD1.M2220-C15:</p> <p>-za priklop do 20 M-bus merilnikov</p> <p>ustreza: kot npr Saia PCD2.F2710</p>	kos	1



5	<p>E-line kombiniran vhodno / Izhodni modul za krmilnik PCD1.M2220-C15:</p> <ul style="list-style-type: none"> -z možnostjo ročnega t.i. override upravljanja za vse izhode, -statusna LED findikacija za vhode in izhodne, -napajanje 24 VDC, -8 digitalnih vhodov 24 VDC, -4 relay changeover izhodi 230 VAC / 30 VDC, 4 A, -16 analognih vhodov 12 bits, 0...10 V, Pt/Ni 1000, Ni 1000 L&S, NTC, 0...2500 Ohm, 0...7500 Ohm, 0...300 kOhm, -4 analogni izhodi 12 bits, 0...10 V (10 mA max.), -1 interface RS-485 (S-Bus) <p>ustreza: kot npr Saia PCD1.G5000-A20</p>	kos	1
6	<p>E-line kombiniran vhodno / Izhodni modul za krmilnik PCD1.M2220-C15:</p> <ul style="list-style-type: none"> - z možnostjo ročnega t.i. override upravljanja za vse izhode, - statusna LED indikacija za vhode in izhodne, - napajanje 24 VDC, - 4 digitalni inputi 24 VDC, - 6 relay normally open 230 VAC / 30 VDC, 4 A, - 4 relay changeover 230 VAC / 30 VDC, 4 A, (resistive load) - 1 interface RS-485 (S-Bus) <p>Ustreza: kot npr Saia PCD1.B1000-A20</p>	Kos	1
7	<p>E-line napajalnik za krmilnik PCD1.M2220-C15:</p> <ul style="list-style-type: none"> - input 110...240 VAC, output 24 VDC / 2.8 A <p>ustreza: kot npr Saia Q.PS-PEL-2403</p>	kos	2
8	<p>Tipalo temperature zunanje 4-20mA</p> <p>ustreza: kot npr Saia tip Q.ATM-2-I</p>	kos	1
9	<p>Tipalo temperature s tulko; stebelno; Pt1000; L=100mm;</p> <p>ustreza: kot npr Saia Q.TF65 Pt1000 100mm</p>	kos	7
10	<p>Tipalo temperature s tulko; potopno; Pt1000; d L=300mm;</p> <p>Ustreza: kot npr Saia Q.TF65 Pt1000, 300mm</p>	kos	2



11	<p>Toplotni števec - navojni ali prirobnični PN16 Dobava in montaža ultrazvočnega toplotnega števca z računsko enoto za merjenje porabe toplotne energije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - opsijska kartica z M-Bus izhodom, - temperaturna tipala za dovodno in odvodno vejo (par) - vgradni komplet toplotnega števca - življenjska doba baterije najmanj 6 let - možnost vgraditve v horizontalni ali vertikalni položaj - maksimalna obratovalna temperatura volumskega dela je 150 stopinj C. <p>ustreza: kot npr. CF - Echo II DN 50, pretok do 15 m³/h ali enakovredno</p>	Kpl	2
12	<p>Dobava in montaža trifaznega elektro števca z M-Bus izhodom - za vgradnjo preko nizkonapetostnih merilnih tokovnih transformatorjev ali direktni: Števec je namenjen spremljanju delovanja kuhinjskega prezračevanja. ustreza kot npr. SRACK - MGDIZ305-Z ali Schneider iEM3135 ali enakovredno</p>	kpl	2
13	<p>Sobno temperaturno tipalo z možnostjo M-Bus ali ModBus izhoda. Ustreza kot npr.: Elvaco CMA11 ali enakovredno</p>	kos	5
14	<p>Brezžični sprejemnik WM-BUS Brezžični sprejemnik M-BUS za oddaljene enote M-bus ustreza: kot npr: Receiver WR</p>	kos	1
15	<p>Brezžično temperaturno tipalo ustreza: kot npr: Wireless M-Bus Temperature Sensor WTS - I</p>	kos	4
16	<p>Brezžični števec impulzov ustreza: kot npr: Wireless M-Bus PulseReader P1</p>	kos	2
17	<p>Elektro-krmilna omara z vsemi močnostnimi, varovalnimi in signalizacijskimi elementi za potrebe CNS centralno nadzornega sistema. Elektro krmilna omara se vgradi v kotlovnici. Do omare mora biti pripeljan napajalni kabel 3x2,5 16A in internetni kabel s fiksnim IP-jem.</p>	kpl	1



18	<p>Izdelava aplikativne programske opreme na krmilnem nivoju in izdelavi CNS-a (WEB aplikacija) moram omogočati povezave in integracijo naslednjih sklopov/sistemov:</p> <ul style="list-style-type: none"> - krmiljenje in regulacija 5 x mešalni veji, - ogrevanje sanitarne vode, - 2x krmiljenje plinskega kotla, - Modbus povezava z T.Č., - povezava s sobnimi merilniki temperature, - krmiljenje in regulacija podpostaje, - odčitavanje porabe energije. <p>Krmilnik mora omogočati prenos podatkov temperature, vlage, toplotni števc, elektro števc, vodomeri,... (min 15 minutni interval) na DOM - sistem digitalnega obratovalnega monitoringa.</p> <p>Izvedena mora biti tudi signalizacija delovanja ogrevnih krogov.</p> <p>V kolikor bodo klimatske naprave omogočale Modbus povezavo je potrebno izvesti urnik delovanja klimatskih naprav tudi preko tega CNS-a.</p>	kos	1
19	<p>Testiranje električnih povezav, vhodno/izhodnih signalov, funkcijski zagon, nastavitve delovnih in regulacijskih parametrov</p>	kos	1
20	<p>Izdelava grafičnega vmesnika za daljinski nadzor podpostaje, klimatov (grafični vmesnik, dostopna kontrola, alarmi + e-mail, trendi + arhiviranje, daljinski dostop do aplikacije preko smart telefonov..)</p>	kpl	1
21	<p>Izdelava PID projektne dokumentacije podpostaj, razdelilnika, distribucije energije</p>	kpl	1
22	<p>Izdelava navodil</p>	kpl	1
23	<p>Šolanje in predaja dokumentacije</p>	kpl	1
24	<p>Sistem beleženja in prikaza podatkov</p>		



Sistem monitoringa omogoča spremljanje in primerjavo podatkov iz merilnih mest in temperaturnih senzorjev na urnem, dnevnem, mesečnem in letnem nivoju, pri čemer so grafični prikazani podatki za vsaj 5 enot preteklega obdobja. Kjer je to smiselno in možno so označene tudi referenčne vrednosti.

Namen monitoringa je spremljanje doseganja kazalnikov energetske prenove s ciljem optimiranja porabe energije. Sistem mora prikazovati merilna mesta, kot so na primer toplotni števcji, elektro števcji, vodomeri, temperaturna tipala, senzorji vlage,...

kpl 1

25 Kabliranje in preboji

Izvedba kabliranja za temperaturna tipala (notranja, zunanja), M-BUS komunikacije od toplotnega števca do krmilno nadzorne omare, M-BUS komunikacije od elektro števca do krmilno nadzorne omare, ...

kpl 1

SKUPAJ – CNS in oprema za Monitoring

