

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**UVEDBA PAMETNIH ŠTEVCEV ZA MERJENJE PORABE
ENERGENTOV**

Ljubljana, junij 2016

DEJAN MEŠTRIČ

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Dejan Meštrič, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtor predloženega dela z naslovom »Uvedba pametnih števecv za merjenje porabe energentov«, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem prof. dr. Alešem Groznikom.

IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravil/-a samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbel/-a, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označil/-a;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi.

V Ljubljani, dne _____

Podpis študenta(-ke): _____

KAZALO

UVOD	1
1 STANJE V SLOVENIJI NA PODROČJU PRIDOBIVANJA PODATKOV O PORABI RAZLIČNIH ENERAGENTOV	6
1.1 Obstoječi načini pridobivanja podatkov o porabi	6
1.2 Popisovanje in obračun energentov	14
2 EU DIREKTIVE IN SLOVENSKA ZAKONODAJA	18
2.1 EU zakonodaja in direktive na področju merjenja.....	19
3 TEORIJA S PODROČJA NAPREDNE MERILNE INFRASTRUKTURE.....	27
4 FUNKCIONALNI MODELI.....	37
4.1 Model Open meter.....	38
4.2 Nizozemski arhitekturni model.....	40
4.3 Model namenske komunikacijske naprave (MUC controler)	42
5 OBNAŠANJE UPORABNIKOV (VPLIV UVEDBE PAMETNIH ŠTEVCEV)...	44
5.1 Povratna informacija za uporabnika	45
5.2 Neposredna povratna informacija.....	46
5.3 Posredna povratna informacija	47
5.4 Vpliv na varnost uporabnikov in celotnega sistema AMI	48
6 ZASNOVA PAMETNIH MEST	50
7 KAKŠNE SO REŠITVE V TUJINI?.....	53
7.1 Kanada – Ontario	54
7.2 Italija	55
7.3 Velika Britanija.....	56
7.4 Nizozemska.....	58
7.5 Stanje namestitev pametnih števecov v Evropski uniji	59
8 STANJE V SLOVENIJI NA PODROČJU AMI.....	60
SKLEP	65
LITERATURA IN VIRI	69

KAZALO TABEL

Tabela 1: Število vodovodnih priključkov v Sloveniji.....	16
Tabela 2: Število števecov električne energije v Sloveniji.....	18
Tabela 3: Delež nameščenih pametnih števecov v svetu.....	53

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz procesa ročnega popisovanja	9
Slika 2: Prikaz stroškov in koristi uvedbe pametnih števec v Sloveniji.....	22
Slika 3: Razlogi in cilji uvedbe napredne merilne infrastrukture, kot jih vidi EU.....	26
Slika 4: Zasnova sistema AMI	29
Slika 5: Referenčni model AMI	34
Slika 6: Model Open meter	39
Slika 7: Shematski prikaz sistema DSMR.....	41
Slika 8: Komunikacijska arhitektura MUC	43
Slika 9: Zasnova pametnih mest – shematski prikaz.....	51
Slika 10: Pametno omrežje – shematski prikaz.....	52
Slika 11: Telegestore AMI arhitektura.....	56
Slika 12: Arhitekturni model AMI v VB	57
Slika 13: Predlagani model naprednega merjenja v Sloveniji.....	64

UVOD

V vsakem domu ali poslovnem prostoru se uporabljajo različni energenti. Od električne energije, plina do vode. Čeprav ima vsak od teh energentov svoje zakonitosti in lastnosti pri porabi, je vsem skupno naraščanje njihove uporabe. Poraba teh energentov se z naraščanjem števila prebivalcev in tehnološkega napredka človeštva drastično povečuje. Po eni strani to pomeni večanje škodljivega vpliva na okolje, kot je na primer povečanje škodljivih emisij CO₂, po drugi strani pa povečuje potrebo po upravljanju s temi dobrinami. Upravljanju v smislu realnega zaračunavanja porabe za končnega porabnika kot tudi v smislu načrtovanja in kontrole porabe energentov.

Upravljanje z energijo se čedalje bolj uveljavlja kot ključni dejavnik pri bolj optimalni uporabi energentov in zmanjšanju emisij CO₂. To je vidno tako pri podjetjih kot pri gospodinjskih uporabnikih.

Osnova upravljanja z energenti je merjenje porabe energentov. Merjenje porabe ima veliko vlogo tudi pri ekonomskem vidiku uporabe energentov. Če želimo porabo energentov zaračunati, moramo seveda izmeriti njihovo porabo. Za vsakega od energentov obstajajo postopki pridobivanja porabe. Tako ima tudi vsak od energentov svoje lastnosti in zakonitosti, ki jih je treba upoštevati pri pridobivanju stanj porabe. V gospodinjstvih ali podjetjih se za vsakega od energentov beleži njegova poraba s pomočjo različnih mehanskih števecov. Podatki, ki jih na ta način pridobimo in nam povedo, kolikšna je poraba energenta, služi kot osnova za izdajo računa, ki ga izda podjetje, ki upravlja z energentom. Obstoječi števci razen preprostega beleženja porabe praviloma ne nudijo neke dodatne funkcionalnosti.

Načini pridobivanja stanj porabe energentov so različna. Tako v Sloveniji kot v Evropi je obvezno najmanj enkrat letno zagotoviti popis števca, ki beleži porabo energenta. Vendar je to zaradi velikega števila uporabnikov praktično nemogoče zagotoviti. Popisi števecov večinoma potekajo tako, da uslužbenec podjetja, ki upravlja z energentom, obiše vsako gospodinjstvo ali podjetje in popiše stanje števca. Ta način v Sloveniji večinoma uporabljajo vsi, ki prodajajo energente ali z njimi upravljajo.

Težave s povečanjem porabe energije se zaveda tudi Evropska unija. Tako je Evropska komisija izdala direktivo 2006/32/EC o učinkovitosti uporabe končne energije in energetskih storitvah. Eden od osnovnih ciljev te direktive je zmanjšanje porabe do leta 2020 za 20 %. Direktiva je pomembna tudi zaradi sprememb na področju merjenja porabe energije. Tako predvideva uvedbo napredne infrastrukture (angl. *Advanced Metering Infrastructure*, v nadaljevanju AMI), poznane tudi kot pametno merjenje (angl. *smart metering*). V osnovi je pametno merjenje izvedeno s pametnimi števci in sistemi, ki medsebojno komunicirajo in zelo frekventno podajajo informacije o porabi in ceni porabljene energije.

Taka infrastruktura bi bila uporabna za številne zainteresirane strani, vključujoč podjetja, ki zaračunavajo porabo energentov, regulatorje, energetske trg in končne uporabnike. Energetski trg in regulatorji bi tako imeli nadzor nad porabo energentov. Podjetja, ki prodajajo energente, bi dobila nove modele zaračunavanja, končni uporabnik pa predvsem redne in točne informacije o svoji porabi energenta in račune, ki bi odražali dejansko stanje porabe energenta.

To vedenje o porabi energentov pa lahko vpliva na obnašanje uporabnikov. Veliko vlogo pri celotnem pametnem merjenju ima argument povratne informacije. Teorija povratne informacije je že dobro raziskana (Kolb, 1984). V praksi pa so raziskave pokazale (Darby, 2006), da uporabniki, ki bi imeli povratno informacijo o tem, kolikšna je njihova poraba energenta, lahko zmanjšajo porabo energenta do 15 % (Darby, 2006). Komponenta povratne informacije se tako pokaže kot ključna pri zavedanju in vedenju o porabi, kar ima lahko za posledico bolj učinkovito uporabo energije.

Da bi lahko izkoristili celotni potencial, ki ga ponuja infrastruktura naprednega merjenja, je smiselno povezati pametne števec končnih uporabnikov v celotni sistem. Ta mreža pametnih števec uporablja poleg samih števec še ostalo informacijsko telekomunikacijsko tehnologijo, kot so računalniki in dvosmerna komunikacija med števci in skrbniki energetskega omrežja. Šele ta povezava daje pravi pogled na uporabo energenta in možne izboljšave celotne oskrbe z energentom.

Seveda je pri povezovanju pametnih števec končnega uporabnika v neko veliko pametno omrežje treba posvetiti veliko pozornosti varnosti celotnega sistema. Tako velika skupina med seboj povezanih pametnih naprav namreč predstavlja potencialno veliko priložnost za razne vdore in ostale varnostne težave kot tudi možnost kršenja zasebnosti in človekovih pravic (Varnost pametnih števec, 2010)

V svetu se že pojavljajo zahteve in konkretni predlogi držav z jasnimi cilji, kako urediti to področje. Vlade teh držav so prepoznale prednosti, ki jih prinašajo pametni števci, in že pripravljajo načrte, financirajo in postavljajo roke uvedbe pametnih števec. Tako imenovana zasnova pametnih domov se čedalje bolj uveljavlja v zahodnem svetu. Dejstvo je, da se bo v prihodnosti uveljavila tudi v Sloveniji, zato moramo biti na to pripravljeni.

Po direktivi Evropske komisije je Slovenija zavezana k uvedbi pametnih števec do leta 2020. V magistrski nalogi želim raziskati uvedbo pametnih števec na področju merjenja porabe energentov v Sloveniji. Poiskati želim prednosti, slabosti in potencialne nevarnosti uvedbe pametnih števec. Preveril bom, kako je z uvedbo pametnih števec v državah, kjer so že začeli z uvedbo, in raziskal njihove izkušnje.

Raziskovalno vprašanje, ki si ga pri tem zastavljam, je: »**Kako vpeljati sodobne tehnologije in metodologije s področja pametnih števec v Sloveniji in kaj je potrebno pri tem upoštevati**«.

Hipotezi, ki ju pri tem postavljam sta dve. Prva je ta, da bi z uvedbo pametnih števec zmanjšali porabo energentov, druga pa, da bi s tem zadovoljili zahtevam Evropske komisije po zmanjšanju porabe kot je zapisano v direktivi (Komisija Evropskih skupnosti, 2006b). To je najmanj 9% zmanjšanje energije v devetem letu po uvedbi direktive. Hkrati pa bi pridobili številne prednosti za končne uporabnike (odjemalce), ki bi imeli možnost kontrole nad porabo energentov, in možnost obračuna njihove porabe po različnih časovnih intervalih. Upravljavci in distributerji posameznega energenta pa bi imeli pregled in kontrolo nad porabo celotnega omrežja posameznega energenta.

Opredelitev ciljev. Temeljni cilj magistrske naloge je priti do ugotovitev, kako v Sloveniji vpeljati pametne števece in napredno tehnologijo s področja merjenja energentov in pri tem raziskati vse dejavnike, ki na tako uvedbo vplivajo.

Za doseg tega cilja sem postavil pomožne cilje. Prvi pomožni cilj je raziskati obstoječe stanje na področju merjenja energentov v Sloveniji in najti razloge za uvedbo nove tehnologije za merjenje porabe energentov. Nadalje je treba raziskati tehnologijo, ki jo prinaša nov način merjenja energentov (drugi pomožni cilj). Tretji pomožni cilj je preučiti prednosti, slabosti in ostale vplive nove tehnologije na vse uporabnike energentov, kot so končni uporabniki, skrbniki energentov in državni regulatorji. Ker je bila uvedba pametnih števec že uspešno vpeljana v nekaterih državah, bom raziskal njihove izkušnje in ugotovitve, kar bo predstavljalo četrti pomožni cilj v magistrski nalogi. S pomočjo teh zastavljenih ciljev pa lahko opredelim glavni namen te naloge.

Namen naloge. Glavni namen je raziskati, kaj prinaša uvedba pametnih števec in ali uvedba res prinaša samo koristi, ali ima tudi pomanjkljivosti, na katere je potrebno biti pozoren pred uvedbo. Tako se pojavljajo odprta vprašanja, povezana z izbiro pravega sistema naprednega merjenja. Ker je teh zasnov in arhitekturnih modelov v svetu več, je pomembno, da se izbere take, ki ustrezajo okolju (slovenskem), v katerem uvajamo napredno merilno infrastrukturo, ob tem pa pazimo na izbiro prave tehnologije, ker so posledično s to izbiro povezani stroški. Dodaten vidik, ki mu je namenjena naloga, je raziskati, kako vpliva uvedba pametnih števec na končnega uporabnika, ki je ključni dejavnik v celotnem sistemu. Poleg potrditve osnovne hipoteze je namen naloge v tem, da zaradi dejstva, da je koncept naprednega merjenja (tehnologija) dokaj nov, ni veliko strokovne literature, ki bi na enem mestu zbrala in prikazala celoten vidik uvedbe pametnih števec. Zaradi tega je tudi namen raziskati uvedbo pametnih števec v državah, kjer so to že uvedli, in izluščiti te izkušnje. V nalogi bom tako na enem mestu zbral izkušnje iz uvedenih projektov, obdelal vse potrebne vidike, ki jih je treba upoštevati pri uvedbi pametnih števec, ter podal smernice za morebitna nadaljnja raziskovanja na to temo. Sama naloga in njene ugotovitve pa so kot

branje primerne tudi za osnovno seznanjanje končnih uporabnikov s sistemom naprednega merjenja.

Oprelitev metode dela. V magistrski nalogi bom uporabi več metod proučevanja. V teoretičnem delu naloge bom kot osnovno metodo uporabil splošno raziskovalno metodo spoznavnega procesa, kjer bodo poleg sekundarnih podatkov zbrana še dejstva, podatki in ostale informacije iz proučevanega področja. Z deduktivnim pristopom bom obravnaval kritičen pregled in analizo obstoječe strokovne literature, strokovnih člankov in raziskav z obravnavanega področja. Metodo spoznavnega procesa nadgrajuje širši proces spoznavanja z uporabo metode opisovanja (deskriptivno). Pri opisni metodi bom poleg postopka splošnega opisovanja opredelil tudi temeljne pojme, ki se pojavljajo na področju tehnologije in metodologije naprednega merjenja porabe energentov. Opisno metodo bom uporabil tudi za predstavitev ugotovitev in spoznanj, do katerih bom prišel s pomočjo metode analize in primerjalne metode.

Metodo analize bom uporabil za ugotavljanje vseh dejavnikov, ki vplivajo na uvedbo novih tehnologij in metodologij s področja naprednega merjenja porabe energentov. Predmet analize je tudi obstoječe stanje v Sloveniji na področju števec, ki merijo porabo različnih energentov. S primerjalno metodo bom predstavil stanje na obravnavanem področju, v Sloveniji, in ga primerjal s stanjem v drugih državah. Dobljeni rezultati in izsledki pa predstavljajo dobro osnovo za opredelitev slabosti in prednosti izbranih tehnoloških rešitev in postopkov pri uvedbi naprednega merjenja energentov.

V okviru osrednjega praktičnega dela bom z metodo proučevanja primerov preveril uspešne uvedbe pametnih števec v nekaterih državah. Za magistrsko nalogo je to pomembna metoda, saj bo poleg tega, da bo pomagala nazorneje predstaviti problematiko, tudi podala predloge in ugotovitve, ki so ključne za magistrsko nalogo. S to metodo (proučevanje primerov) bom pridobil kvalitativne podatke, ki jih bom v kombinaciji s kvantitativnimi podatki in pridobljenim teoretičnim znanjem za proučevana raziskovalna vprašanja, uporabil za oblikovanje zaključnih spoznanj. Posamezne ugotovitve v magistrski nalogi sem z uporabo metodo sinteze povezal v celoto.

Poleg strokovne literature in člankov bodo pomemben vir informacij za magistrsko nalogo tudi znanje in praktične izkušnje, pridobljene pri delu.

Problematika zbiranja in analize podatkov. Temelj magistrske naloge so raziskovalna vprašanja, preko katerih želim raziskati možnost vpeljave pametnih števec v Sloveniji. To pomeni, da je magistrska naloga bolj usmerjena v iskanje odgovorov na to vprašanje in ne sloni toliko na neki hipotezi, ki bi opredelila celotno magistrsko nalogo.

Za vsako od raziskovalnih vprašanj je treba pridobiti podatke, ki mi bodo pomagali pri odgovorih na zastavljeno vprašanje. Ker je obravnavana tema magistrske naloge v

slovenskem okolju relativno nova, bo pridobivanje podatkov slonelo predvsem na literaturi tujih avtorjev, njihovih strokovnih člankih in različnih bazah podatkov, ki so dostopni na spletu. Za pridobivanje podatkov, ki so specifični samo za Slovenijo, pa se seveda omejim na slovenske vire podatkov. Pri tem se bom obrnil na podjetja, ki v Sloveniji upravljajo z energenti.

Tako pridobljene sekundarne podatke bom uporabil za iskanje dejstev, predvsem me bo zanimalo število uporabnikov v Sloveniji, ki imajo nameščene števec za merjenje porabe različnih energentov. Število uporabnikov, ki uporabljajo enega od energentov, bo prva spremenljivka, ki jo bom proučeval v okviru prvega pomožnega cilja. Pod pojmom uporabniki so mišljena gospodinjstva in podjetja. V okviru te spremenljivke me bo zanimal parameter števila nameščenih števcov za posamezen energent. Skupno število vseh gospodinjstev in podjetij v Sloveniji bom pridobil iz spletne strani Statističnega urada Slovenije.

Ker so energenti razdeljeni v svoje sektorje, se že pojavi težava pri pridobivanju podatkov za posamezni element. To pomeni, da je treba za porabo elektrike, plina ali vode pridobiti število števcov porabe energenta za vsak sektor posebej. Čeprav se trg prodaje energentov v Sloveniji liberalizira, predstavlja dodatno težavo pri zbiranju teh podatkov dejstvo, da za vsakega od teh energentov skrbijo podjetja, ki so močno vezana na regijo, kjer dobavljajo določen energent. To v praksi pomeni, da ni enotne politike pri uporabi in nameščanju števcov za porabo energentov. V Sloveniji so podjetja, ki uporabljajo merilne naprave, dolžna sporočati Uradu za meroslovje število na novo umerjenih merilnih naprav. Vendar Urad za meroslovje ne vodi skupne evidence števila nameščenih merilnih naprav. Zato bom število merilnih naprav pridobil z vzorčenjem. Uporabil bom namerno vzorčenje. Za celotno populacijo (Slovenijo) bom podatke pridobil s pomočjo enot, ki bodo v mojem primeru večje regije v Sloveniji. Za nekatere od regij bom pridobil podatke o nameščenih števcih pri podjetjih, ki se ukvarjajo s prodajo energentov (komunalna podjetja, podjetje za prodajo elektrike in plina). Ker se pri vsakdanjem delu srečujem z zaposlenimi iz teh podjetij, bom imel dostop do takšnih podatkov.

Zbiranje podatkov za drugi in tretji pomožni cilj bo potekalo na dveh ravneh. Primarne podatke bom poskušal pridobiti z metodo intervjujev. Pri tem bom opravil individualne nestandardizirane intervjuje z osebami, ki se pri svojem delu srečujejo z merilnimi napravami, kot tudi z osebami z vodstvenih položajev, ki odločajo o strategijah uvedbe novih tehnologij s tega področja. Sekundarne podatke bom iskal predvsem s pomočjo svetovnega spleta, strokovnih člankov in dostopne literature iz obravnavanega področja. Obravnaval bom tudi primere uspešne uvedbe pametnih števcov v tujini (študije primerov). Tako pridobljene kvalitativne podatke bom s pomočjo seznanjanj, vrednotenja in povezovanja smiselno uredil in jih povezal z zastavljenimi cilji magistrske naloge. V tej fazi se lahko pojavi težava, da izločimo starejše vire podatkov zaradi razmeroma nove tehnologije, kar pa bi lahko predvsem pri raziskavi obstoječega stanja na obravnavanem področju pomenilo

izgubo pomembnega vira informacij. Ker bo raziskava temeljila na deduktivnem raziskovalnem pristopu, bom za analizo kvalitativnih podatkov uporabil metodo oblikovanja razlag. V kombinaciji z metodo študij primerov bom pripravil lastne ugotovitve in teorije. To bo po mojem mnenju zadostno predstavilo raziskovano področje in podalo ugotovitve za uspešno uvedbo pametnih števec v Sloveniji.

Znanstveni prispevek. Evropska komisija je sprejela direktivo s področja učinkovitejše rabe energije in energetskih storitev. Ta med drugim govori o pravici končnih uporabnikov energentov, da najmanj enkrat mesečno dobijo račun za porabljen energent, hkrati pa imajo nadzor nad porabo energentov. To predvideva z uvedbo naprednega merjenja in uporabo pametnih števec. V Sloveniji v preteklosti ni bilo zaslediti celotnega pregleda s področja naprednega merjenja porabe energentov in uvedbe pametnih števec. Zato bom celovito zajel področje uvedbe pametnih števec za vse energente. V to bo zajet pregled obstoječega stanja v Sloveniji, pregled novih tehnologij in razmislek o prednostih in slabostih tako povezanih pametnih omrežij. Poleg tega pa bom prikazal prednosti, ki jih prinaša nov način zbiranja podatkov za končnega uporabnika in okolje.

V praktičnem delu magistrske naloge bo prispevek analiza študije primerov uspešne uvedbe pametnih števec v tujini. Iz vseh teh primerov bom prikazal smernice, ki lahko pripeljejo do uspešne uvedbe pametnih števec v Sloveniji.

Magistrska naloga bo tako za zainteresirane bralce s področja uvedbe pametnih števec energentov prikazala obstoječe stanje v Sloveniji, opozorila na nevarnosti take uvedbe in priložnosti za vse udeležence v verigi porabnikov energentov.

1 STANJE V SLOVENIJI NA PODROČJU PRIDOBIVANJA PODATKOV O PORABI RAZLIČNIH ENERAGENTOV

1.1 Obstoječi načini pridobivanja podatkov o porabi

V Sloveniji je področje popisovanja števec, ki merijo porabo različnih energentov, urejeno v zakonih in uredbah, ki so različni za posamezen energent. Pod pojmom energent so zajeti voda, plin, toplotna in električna energija. V teh zakonih so definirani načini in pogostost odčitavanja porabe posameznega energenta. V Sloveniji se meri in obračunava poraba vode, elektrike, toplotne energije in plina. Po veljavni zakonodaji je obvezno najmanj enkrat letno odčitati in obračunati porabo energenta na podlagi odčitane stanja, ki ga odčitamo s pomočjo merilne naprave. Minimalno obračunsko obdobje je en mesec. To pomeni, da dobavitelj energenta izda končnemu porabniku energenta račun za porabo energenta vsak koledarski mesec čez celo koledarsko leto. Zaradi tega je treba zagotoviti, da je vsako obračunsko obdobje zagotovljen podatek o porabi, na podlagi katerega bo dobavitelj energenta izdal račun uporabniku energenta.

Vsako merilno mesto bi moralo imeti svojo merilno napravo, ki meri porabo energenta. Merilno mesto predstavlja objekt ali prostor kjer se izvrši poraba posameznega energenta. V Sloveniji je področje merjenja urejeno tako, da ima v večini primerov na posameznih odjemnih mestih vsak energent svoj merilnik porabe. Razlog temu je poleg fizikalnih lastnosti posameznega energenta tudi to, da ima vsak energent svoje zakonsko področje, ki ureja njegovo porabo, distribucijo in uporabo. To področje ureja država s svojimi zakoni in različnimi akti. Predpisa, ki bi obravnaval merjenje porabe za vse energente skupaj in za njih urejal načine merjenja in obračunavanja porabe, v Sloveniji še ni. Sicer je Slovenija kot članica EU dolžna sprejeti tudi direktive in priporočila Evropske unije, kjer pa je že nakazano, da bo to področje urejeno, vendar do sedaj taka zakonodaja še ni sprejeta. Trenutno je v praksi tako, da zaradi različnih razlogov ni pogojev za enotno merjenje. Predvsem v večstanovanjskih objektih (večinoma starejše gradnje), kjer nima vsako stanovanje svoje merilne naprave. Največ to velja za merjenje porabe vode, toplotne energije in plina. Na področju merjenja električne energije so odjemna mesta dokaj dobro opremljena s števci električne energije.

V Sloveniji se uporabljata dve vrsti merjenja in obračunavanja porabe energentov. O neposrednem merjenju in obračunavanju govorimo takrat, ko je končni porabnik neposredno povezan z dobaviteljem posameznega energenta. To pomeni, da dobavitelj posameznega energenta končnemu uporabniku odčitava vrednosti porabe energenta in mu tudi neposredna izda račun za porabo energenta. Ta način se uporablja predvsem na ruralnih področjih kot tudi v strnjениh mestnih naseljih z enodružinskimi hišami. O posrednem merjenju, ko dobavitelj energenta ne odčitava vrednosti števcев odjemnega mesta, in tako tudi ne izda neposredno računa končnemu uporabniku za njegovo dejansko porabo, govorimo predvsem v večstanovanjskih objektih. V teh objektih upravnik sporoča porabo energenta celotnega objekta upravitelju posameznega energenta. Dobavitelj energenta izda račun upravitelju objekta. Upravitelj razdeli porabo energenta po stanovanjskih enotah po različnih vnaprej dogovorjenih ključih porabe.

Ker nima vsako odjemno mesto merilnika porabe energenta, se lahko nekemu odjemalcu zaračunava pavšalna oz. ocenjena poraba. Ta pavšalna poraba se lahko izračuna na podlagi nekih skupnih delilnikov, kot sta število gospodinjstev v objektu oz. število oseb, ki uporabljajo skupni števec energenta, ali po površini prostorov, ki so vezani na porabo nekega energenta. Odvisno od posameznega energenta se pri ocenjevanju porabe energenta lahko uporabljajo različne matematične formule, s pomočjo katerih poskušajo čim bolj realno določiti porabo posameznega energenta. Na ta način poskušajo zagotoviti, da se ocenjena poraba končnega porabnika posameznega energenta čim bolj približa realnemu stanju porabe energenta. Tako se tudi obračun porabe energenta približa točnejši porabi energenta. Kljub vsem poskusom približevanja točnim izračunom porabe, le-ta ne daje realne slike – v tem primeru natančne porabe posameznega energenta je težko prikazati in obračunati dejansko porabo posameznega energenta za neko odjemno mesto. Najbolj pravično in realno

sliko porabe bi dala merilna naprava, ki bi bila nameščena na odjemnem mestu in bi merila porabo posameznega energenta.

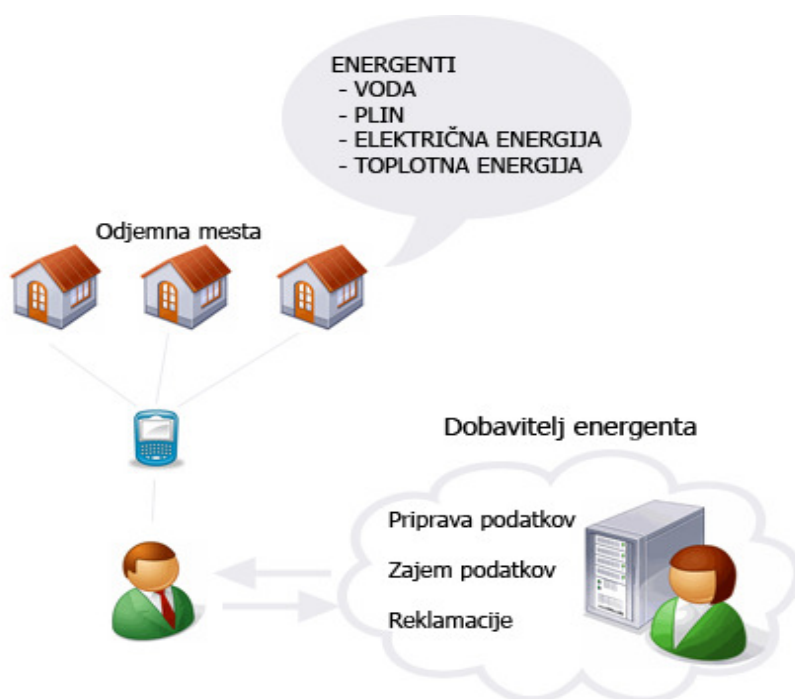
Glede na vrsto energenta ločimo vodne, plinske, električne in toplotne merilne naprave. Te se glede na svojo konstrukcijsko zasnovo delijo na dva tipa. Na elektromehanske in elektronske merilne naprave. Elektromehanske merilne naprave se odlikujejo po dolgi življenjski dobi in svoji veliki odpornosti na zunanje mehanske in ostale vplive. Slabost pa je potreba po vzdrževanju v nekaj letnih periodah ter omejena funkcionalnost. V zadnjih letih se z napredkom tehnologije čedalje bolj uveljavljajo elektronske merilne naprave, ki zagotavljajo točnost merjenja porabe energentov v celotnem obdobju delovanja in nižje stroške vzdrževanja. Poleg tega pa prinašajo dodatne funkcionalnosti, kot so več tarifno merjenje, hranjenje pretekle izmerjene porabe, alarme in podobno. Bistvena funkcionalnost in prednost pa je možnost povezave oziroma komunikacije z ostalimi informacijsko komunikacijskimi tehnologijami. Vsak energent ima svoje specifikke, zato so tudi funkcionalnosti, ki jih merilniki ponujajo, nekoliko različne. Vendar je osnovna funkcionalnost vsem enaka. To je merjenje porabe energenta v nekem časovnem obdobju.

Merjenje oziroma zbiranje odčitkov dandanes poteka v različnih postopkih ali procesih. V Sloveniji so trenutno najbolj razširjeni trije načini pridobivanja oziroma sporočanja podatkov o porabi energentov, ki je osnova za izdajo računa. To so klasični ročni popis, ročni popis s pomočjo ročnih terminalov, daljinski popis in samodejno sporočanje podatkov.

Popis uslužbencev podjetja (ročni popis). Najbolj razširjen in običajen način pridobivanja podatkov je neposredno odčitavanje stanja merilne naprave uslužbenca podjetja, ki upravlja s posameznim energentom (Slika 1). Ta način pridobivanja podatkov je v uporabi že od samega začetka merjenja in obračunavanja porab energentov. Primeren je za najmanj enkrat letno preverjanje realnega stanja porabe energenta na posameznem odjemnem mestu. Tako ima končni uporabnik energenta v enem koledarskem letu obračunano dejansko porabo posameznega energenta.

V proces popisovanja števecv so vključeni zaposleni v podjetju, ki pripravijo podatke, potrebne za popis. To so vnaprej pripravljene popisni listi. Popisni list vsebuje podatek o odjemnih mestih, katere posamezni uslužbenec podjetja popiše. Ker posamezni dobavitelj dobavlja energent večjemu številu odjemalcev, je praktično nemogoče popisati vsa odjemna mesta vsak mesec. Odjemna mesta so razdeljena na okoliše. V okoliše so vključeni posamezni deli mest, vasi ali drugače smiselno krajevno zaokrožena odjemna mesta. Normativi za popis, koliko odjemnih mest mora popisovalec popisati, so različni in se razlikujejo od podjetja do podjetja. Terensko popisovanje števecv zahteva ogromno časa, saj mora uslužbenec fizično pregledati vsako odjemno mesto in prebrati vrednost merilne naprave, ki meri porabo energenta. To vrednost mora zapisati in sporočiti v podjetje, da lahko na podlagi tega podatka pravilno obračunajo porabo energenta.

Slika 1: Prikaz procesa ročnega popisovanja



Ročno popisovanje merilnih naprav ima na splošno več pomanjkljivosti. V tem kontekstu lahko omenimo visoke operativne stroške, saj mora uslužbenec podjetja fizično obiskati vsako odjemno mesto. V strnjениh mestnih področjih, kjer je večje število stanovanjskih blokov, so sicer stroški manjši kot tam, kjer mora uslužbenec prevoziti večje razdalje, da popiše posamezna odjemna mesta. To so predvsem področja na podeželju, kjer so stanovanjski objekti (merilna mesta) pogosto zelo oddaljeni med seboj. Ta razdrobljenost povleče za seboj potrebo po večjem številu uslužbencev, ki delajo na terenu, in seveda s tem tudi večje število prevoznih sredstev. Vse to pa vodi do velikih stroškov, potrebnih za popis vseh merilnih mest.

Pri ročnem popisu predstavlja dodatno težavo dejstvo, da se delo izvaja na terenu neposredno na odjemnem mestu. Ker je delo terensko, pomeni veliko odvisnost dela od vremenskih vplivov. Tako se lahko zgodi, da neko področje ni popisano v predvidenem obdobju zaradi slabih vremenskih vplivov, kar pomeni, da je treba spremeniti popisovalne poti, da se popisi pravočasno izvedejo in pravočasno izdajo računi. Dodatno težavo predstavlja dostopnost merilnih naprav pri odjemalcih. Dostokrat je potrebno dovoljenje uporabnika za dostop do merilne naprave. Merilne naprave so lahko znotraj bivalnih objektov. Torej jim mora uporabnik omogočiti dostop do merilne naprave. Velikokrat se zgodi, da uporabnika ni v objektu, kjer se trenutno popisujejo merilna mesta. To pomeni neprijetnosti in vračanje uslužbencev do takih merilnih mest oziroma usklajevanje z uporabnikom, kdaj se lahko popisovalec vrne in popiše porabo energenta odjemnega mesta.

Ročni popis je način, ki je toliko bolj podvržen napakam pri popisu in zapisu vrednosti stanj, ker je uslužbenec neprestano pod stresom, saj mora v zelo kratkem času prebrati in zapisati stanje porabe. Tako se hitro zgodi, da je odčitano napačno stanje in kot tako se tudi napačno sporoči referentom, zadolženim za obračun. Ko popisovalec iz terena prinese popisana stanja, je treba ta stanja vnesti v informacijski sistem, da se podatki obdelajo in izdajo računi. Ker je način vnosa podatkov ročen (pretipkavanje), lahko privede do napačno vnesenih in obračunanih porab energentov.

Če je odčitek napačen, privede do reklamacij obračuna in popravkov obračuna. Večje število reklamacij in napak privede do nepotrebne slabe volje končnih uporabnikov kot tudi do nepotrebnih stroškov v podjetju. Saj so v proces obravnavanja reklamacij vključeni referenti in popisovalec, ki mora ponovno preveriti, kje in zakaj je prišlo do napake. To preverjanje in razreševanje reklamacije je lahko dolgotrajen in zamuden postopek, ki predstavlja za podjetje velik strošek.

V zadnjih nekaj letih se kot pomoč pri ročnem popisovanju odjemnih mest uporabljajo ročno terminali. To so naprave, ki zamenjujejo popisne liste in imajo vpisane vse podatke o odjemnih mestih, katere popisovalec popisuje. Tako popisovalcu ni treba vpisovati vseh podatkov o popisnem odjemnem mestu, dovolj je že, da vtipka samo stanje števca. Ta način vnosa podatkov ima prednost v tem, da se vneseni podatek takoj preveri in primerja s stanjem števca pri zadnjem popisu. Tako lahko nekoliko povečamo zanesljivost pridobljenih podatkov in zmanjšamo število reklamacij.

Kot pomoč pri odčitavanju stanj merilnih naprav dobavitelji spodbujajo končne uporabnike, da sami sporočajo stanja. Na ta način se lahko nekoliko zmanjšajo stroški podjetja, saj ni potrebe, da vsak mesec obiščejo in popišejo odjemno mesto. Uporabnik pa si na ta način zagotovi, da je obračunana poraba energenta, ki jo je dejansko porabil. Načini sporočanja, ki jih uporabljajo uporabniki, so različni. Večina podjetij ima urejene klicne centre, kamor lahko uporabnik pokliče in sporoči svojo porabo. To pa pomeni, da mora imeti podjetje nekoga zaposlenega, da sprejema te odčitke, kar vodi do stroškov. Predvsem večji dobavitelji energentov imajo poleg klicnih centrov urejene spletne portale, kamor lahko uporabniki vpisujejo svoje odčitke, ki se potem obračunajo.

Vsi postopki pridobivanja odčitkov, ki jih uporabljajo pri ročnem popisovanju in so opisani v tem poglavju, veljajo za vse dobavitelje energentov. Vsako podjetje, ki dobavlja energent, ima svoje uslužbenke, ki na ta način popisujejo in pridobivajo podatke, potrebne za obračun energentov. Torej lahko neko odjemno mesto, ki uporablja vse energente (voda, plin, električna energija, toplotna energija) v enem mesecu (obračunskem obdobju) obiščejo štirje popisovalci. Za vsako merilno napravo energenta svoj popisovalec. Če uporabnik sam sporoča stanja, pa pomeni, da mora štirim različnim dobaviteljem sporočiti stanje. Ker vsi dobavitelji nimajo obračunov na isti dan in imajo omejeno, do katerega dne v mesecu je potrebno sporočiti stanje, da se upošteva v tekočem obračunskem obdobju, je tukaj potrebna

dodatna skrb odjemalca, da pravočasno sporoči stanja posameznemu dobavitelju. Za odjemalca je to dokaj moteče in predstavlja dodatno in dokaj nepotrebno obremenitev.

Daljinsko odčitavanje porabe. Daljinsko odčitavanje merilnih naprav pomeni, da se stanja porabe energentov ne odčitavajo na odjemnem mestu, kjer je merilna naprava fizično vgrajena in bi ga bilo zato treba vizualno odčitati, temveč se podatki o porabi energenta prenašajo preko daljinskih sistemov v zbirne centre, ki so lahko nameščeni pri dobavitelju energentov.

V grobem lahko daljinsko odčitavanje merilnih naprav delimo na žično in brezžično. Oba imata svoje prednosti in slabosti, vendar se zaradi razlogov, kot so nižja cena ter hitrejša in preprostejša vgradnja, bolj uveljavlja brezžično daljinsko odčitavanje. Tako današnji sistemi daljinskega odčitavanja merilnih naprav zajemajo in vključujejo vse sodobne tehnologije prenosa podatkov od M-BUS sistemov, različnih radijskih sistemov, GSM, GPRS do različnih spletnih povezav kot tudi prepletanje vseh omenjenih tehnologij prenosa in jih tako lahko uporabljamo vse naenkrat.

Poznamo več principov daljinskega odčitavanja. Na parametre izbire načina vplivata gostota potrebnih meritev (merilnih naprav) na določenem območju in že obstoječa infrastruktura (pokritost s signali, morebitne radijske motnje, radijska prevodnost, dostopnost spletne povezave). Odvisna je tudi od tega, ali gre za novogradnje ali starejše zgradbe, od tega je odvisna tudi konstrukcija zgradbe, ki bistveno vpliva na prevodnost signalov (betonske armature). Pomembna je tudi oddaljenost merilnega mesta od zbirnega centra podatkov, ki je pomembna predvsem zaradi načina dostave podatkov.

Sistem daljinskega popisovanja je celota več ravni, ki sestavljajo celotni sistem daljinskega popisovanja. V grobem ta sistem sestavljajo:

- Raven merjenja, kjer gre za povezavo med merilno napravo (lahko so različni od drugih energentov), ki nadrejeni napravi posredujejo podatke. Z vidika električnega števca govorimo o komunikaciji navzdol, ki je lahko izvedena žično ali brezžično (angl. *Wireless M-Bus*). V merilnem nivoju so naprave, ki koncentrirajo podatke energentov. Merjenje je lahko za različne energente. Tu so lahko tudi dodatne naprave, kot so oddaljeni zaslon, odklopnik ali druga servisna naprava (angl. *Other Service Module*, v nadaljevanju OSM).
- Komunikacijska raven skrbi za prenos zajetih podatkov v zbirni center. Lahko se uporabi obstoječe javno omrežje (GSM/GPRS/UMTS), lahko tudi preko obstoječega električnega omrežja (angl. *Power Line Communication*, v nadaljevanju PLC) ali pa se podatke prej še koncentrira na določenih mestih. Podatkovni koncentrator s podporo spletnim servisom je »srce« tretje komunikacijske ravni. Podatke zbira z največ 1000 podrejenih pametnih števecov in ponuja številne komunikacijske možnosti navzgor. Koncentrator je načrtovan tako, da so vgradnja (angl. *Install and Manage*, v nadaljevanju

IaM), vzdrževanje (dinamično naslavljanje) in prenos podatkov izvedeni popolnoma samodejno in na terenu niso potrebni nikakršni posegi (vsak poseg je cenovno primerljiv ali celo višji od cene števec). Sistemi so primerni za vgradnjo v urbana, podeželska in industrijska okolja, kar zagotavlja širok izbor komunikacijskih možnosti. Pametna omrežja se sama vzpostavijo, nastavijo (balansirajo) in vzdržujejo v smislu minimiziranja komunikacijskih težav in optimalnega prenosa podatkov.

- Procesna raven, ki vsebuje centralno enoto in je vrh merilne infrastrukture. To je procesna platforma za zajem in obdelavo podatkov (angl. *Head end System*, v nadaljevanju HES), ki je v smislu servisov in storitev (osnovni, profesionalni ali napredni paket) največkrat zgrajena modularno in vsebuje podatkovno bazo za shranjevanje podatkov, upravitelja celotnega sistema, programsko opremo za spremljanje in nadzor celotnega sistema. Bistvo te ravni je, da omogoča komunikacijo z uporabnikom. Tako komunikacijo z uporabnikom (nadzornikom) celotnega sistema daljinskega odčitavanja kot tudi komunikacijo z uporabniki, ki niso del sistema popisa, ampak samo porabniki pridobljenih podatkov, katere uporabljajo pri kasnejših obdelavah, kot je npr. obračun storitev ali priprava različnih analiz.

Mobilno radijsko odčitavanje števec. Osnovna ideja mobilnega odčitavanja je, da se s pomočjo tehničnih lastnosti merilne naprave hitreje in bolj zanesljivo odčita podatek o porabi energenta. Sistem mobilnega odčitavanja omogoča odčitavanje števec, opremljenih z radijskim oddajnikom. Radijski oddajnik je modul, nameščen in povezan z merilno napravo energenta, ki zbira in oddaja impulze, ki mu jih pošilja merilna naprava in jih na zahtevo pošlje v napravo, s katero popisovalec odčitava porabe. Najpogosteje se za zbiranje podatkov uporabljajo ročni terminali.

Ta sistem odčitavanja števec pozna dva načina odčitavanja. Peš odčitavanje (angl. *Walk-by*) in odčitavanje med vožnjo (angl. *Drive-by*). Sistem, ko odčitavamo peš z uporabo mobilnega odčitovalnega seta, omogoča cenovno ugodno in preprosto daljinsko odčitavanje s hojo mimo merilnih naprav. Odčitovalcu ni več treba vstopati v strankino stanovanje oziroma poslovni prostor. S tem načinom se tudi izognemo dogovarjanju in usklajevanju z uporabnikom, saj strankina prisotnost na dan odčitavanja ni več potrebna. Mobilni način popisovanja omogoča odčitavanje merilnih naprav po obhodni poti kar iz vozila. Torej na način, da se popisovalec s svojim vozilom vozi po ulici in odčitava vrednosti merilnih naprav. To omogoča radijska povezava med ročnim terminalom in radijskim modulom, nameščenim na merilno napravo. Te odčitamo tako, da ko se sprejemnikom, nameščenimi na merilnih napravah, približamo na razdaljo, ki je v dosegu radijskega signala, se podatki samodejno prenesejo na ročni terminal. Iz ročnega terminala se kasneje podatki prenesejo v informacijski sistem za obračun porab.

Tak način popisovanja, ki v Sloveniji v ospredje stopa v zadnjih petih letih, je koristen, saj si lahko podjetja, ki dobavljajo energente, poljubno izberejo, kdaj in kolikokrat bodo izvedli

odčitavanje trenutne porabe. Poleg tega ima tak način možnost popisovanja in zbiranja dodatnih atributov merilne naprave, kot so:

- serijske številke merilnika,
- skupne porabe za pretekli mesec,
- informacije o nepooblaščenih posegih,
- informacije o povečani porabi,
- negativna poraba.

Mobilno radijsko odčitavanje je primerno tudi za odčitavanje porabe na merilnih napravah, ki so težko dostopne ali nedostopne. Primer so industrijski vodomeri v jaških. To omogoča večji doomet radijskega modula, ki lahko brez ovir dosega tudi do 1 km. Pri normalnih pogojih zunaj zgradb pa do 200 m. Zato je zelo uporaben v urbanih področjih z visoko gostoto zgradb.

Sistem mobilnega popisovanja je možno z različnimi tehničnimi elementi še izboljšati in s tem povečati njegovo uporabnost. Tako lahko mobilni sistem radijskega odčitavanja (angl. *Walk by – Drive by*) nadgradimo v mobilni GPRS sistem odčitavanja števecv. Za zajem podatkov z oddajnikov potrebujemo mobilni GPRS sprejemnik, ki je lahko npr. nameščen v komunalnem smetarskem vozilu. Ta samodejno pobira podatke (odčitke) z merilnih naprav (opremljenih z radijskimi oddajniki), medtem ko s komunalnim vozilom po naseljih pobirajo smeti, od tu pa se podatki samodejno posredujejo preko GPRS prenosa do sprejemnih baznih postaj in naprej do obračunskega centra, kjer se na podlagi odčitkov izdela obračun stroškov porabe, razne analize in podobno.

Bistvena prednost mobilnega popisovanja je v hitrosti popisa. Tako lahko en popisovalec popiše večje število merilnih mest, kot bi jih pri klasičnem ročnem popisovanju. Hkrati zmanjšamo potrebo po številu popisovalcev.

Slabost pri tem načinu popisa so veliki začetni stroški, ki nastanejo z namestitvijo in nakupom radijskega modula, ki ga je treba uskladiti z merilno napravo. Ker se s tem načinom poenostavi proces popisovanja pri dobavitelju energenta in s tem zmanjša njegove periodične stroške, ki nastanejo v procesu popisovanja, je težko pri uporabnikih doseči, da skupaj s podjetjem investirajo v nakup takih merilnih naprav. Strošek tako v večini ostane na strani dobavitelja energenta. Pomembno je omeniti potrebo po povezavi med sistemom, ki odčitava radijske merilne naprave, z informacijskim sistemom dobavitelja energenta. Zaradi tehničnih specifik takega načina popisovanja so v veliki večini potrebne ITK prilagoditve na strani dobavitelja energenta, kar pa je zopet povezano s stroški.

PLC način daljinskega popisa. Pri metodi PLC so podatki z merilnih naprav posredovani po električnem omrežju v koncentrador, od tam pa se podatki posredujejo v osrednjo bazo podatkov (v zbirnem centru), kjer se zbirajo podatki iz vseh koncentradorjev. Ta način

popisovanja se uporablja v fiksnih omrežjih. Torej v omrežjih ponudnika storitev, ki so že vzpostavljena in za katere ta ponudnik tudi skrbi. Največkrat so to omrežja elektro podjetij, ki na ta način popisujejo števec, ki so opremljeni za daljinsko popisovanje. Časovni intervali pri takih popisih so različni in so odvisni od posameznega energenta.

1.2 Popisovanje in obračun energentov

Ko je Slovenija stopila v Evropsko unijo, je med drugim prevzela tudi zakonodajo s področja energetike (energentov). Tako je na tem področju postala del enotnega trga. Posledica tega je, da je morala vzpostaviti evropsko primerljiv energetskega sistem. Tako je bila na podlagi direktiv in uredb EU uvedena liberalizacija slovenskega energetskega trga. S tem se je z jasno določenimi pravili omogočil razvoj konkurence med udeleženci na trgu z energijo (elektrika, plin, toplota). Skrb za pravilno delovanje trga skladno z zakonodajo je v domeni regulatorja trga. V ta namen je bila ustanovljena Agencija za energijo, ki je kot regulator slovenskega energetskega trga odgovorna za pripravo in skladnost pravil za delovanje trga. Glavna naloga regulatorja je vzpostavljanje razmer za razvoj konkurenčnosti in zagotavljanje njenega delovanja. Poleg tega pa mora usklajevati zahtevo za trajno, zanesljivo in kakovostno oskrbo energentov do potrošnikov. Da je lahko tak regulator neodvisen (politično in finančno), se agencija financira iz sredstev omrežnine posameznega energenta in ne iz državnega proračuna.

V skrb za pravilno delovanje trga se tako med naloge agencije umeščata tudi nadzor in sprejemanje pravil pri popisovanju energentov, kar ima zelo pomembno vlogo pri zagotavljanju usklajene izmenjave podatkov med udeleženci na trgu z energijo.

Plin. Po liberalizaciji plinskega trga oskrbo z zemeljskim plinom odjemalcu zagotavljata dobavitelj zemeljskega plina in operater distribucijskega sistema, ki sta sicer lahko združena v okviru enega podjetja, lahko pa sta to dve različni podjetji. Podatki o porabi za posamezno plinsko merilno mesto se tako lahko pridobijo od dobavitelja ali operaterja. Za popise števecov so najmanj enkrat letno zadolženi operaterji in tako je tudi pravilo, da mora biti obračun porabe po dejanski porabi narejen vsaj enkrat v letu. Ker pa zaradi omejene tehnologije popisovanja to ni možno, le redki operaterji popise stanja za posamezno merilno mesto naredijo več kot enkrat. Možno je tudi, da sami uporabniki sporočajo stanje plinomerov, vendar se mora vseeno enkrat na leto izvršiti popis števca iz strani operaterja. Za tiste mesece, ko ni znanega dejanskega stanja porabe plina, se pri obračunu naredi ocena porabe na podlagi preteklih odčitkov, obremenitvenega profila in zunanjih vplivov (temperatura). Tak izračun lahko odstopa od dejanske porabe, kar lahko za končnega uporabnika pomeni pri dejanskem (letnem) popisu oziroma obračunu občutno večji znesek za plačilo, kot bi bil, če bi bili popisi narejeni redno vsak mesec.

Večina slovenskih dobaviteljev ima za končnega uporabnika možnost vpogleda v svojo porabo v preteklih obdobjih. Tudi na ta način lahko vpliva na svojo prihodnjo porabo.

Toplota in topla voda. Pred letom 2012 je bila v Sloveniji osnova za izračun stroškov ogrevanja v večini stanovanjskih in večstanovanjskih objektih kot tudi na ostalih poslovnih objektih ogrevalna površina. Ta način do uporabnikov ni bil pravičen, zato naj bi merjenje toplote omogočalo uporabnikom, da za ogrevanje in pripravo tople vode plačajo toliko, kolikor dejansko porabijo. S sprejetjem Energetskega zakona (Ur. l. RS, št. 37/11) sta delitev in obračun stroškov za toploto po dejanski porabi postala obvezna v večstanovanjskih stavbah in drugih stavbah z najmanj štirimi enotami, ki se oskrbujejo s toploto s skupnim sistemom za ogrevanje. Tako je z letom 2012 za večstanovanjske objekte postala obvezna uporaba merilnih naprav, ki določajo delež celotnega stroška za ogrevanje (ali pripravo tople vode). Te merilne naprave imenujemo delilniki stroškov enote. Bistvo celotnega sistema delitve stroškov je, da morajo biti delilniki vgrajeni v vseh enotah, kjer se izvaja poraba tega energenta. To morajo zagotoviti lastniki stavb. Ti delilniki se namestijo na grelna telesa. Največkrat so to elektronski delilniki, ki imajo možnost odčitavanja in prikaza porabe na samem mestu, kjer je delilnik nameščen kot tudi možnost daljinskega odčitavanja. Na ta način ni potrebe vstopa v prostor, kjer je delilnik nameščen, in se popis lahko izvede daljinsko. Izvajalec delitve stroškov odčita delilnike in določi porabniške deleže posameznih enot v večstanovanjskih objektih. Za enote, za katere ni podatkov z delilnikov, določi porabniške deleže po ključu ogrevane površine. Za posebej izpostavljene enote, npr. tiste, ki so na vogalih stavb, se lahko poraba popravi z določenimi faktorji. Izhodišče za obračun stroškov je razdelilnik stroškov, ki ga določi izvajalec delitve stroškov. Ta razdelilnik stroškov običajno pripravi upravnik večstanovanjskih stavb. Obračun se lahko izvede mesečno, če je popis mesečni, če je popis delilnikov enkrat letno, se konec sezone naredi poračun, ob tem pa se mesečno plačujejo mesečne akontacije. Na podlagi letnega obračuna stroškov se nato izvede poračun. Način popisa in obračunov je odvisen od posameznega skrbnika sistema. V praksi se v Sloveniji ta sistem popisovanja in delitve stroškov velikokrat ni izkazal za najbolj pravičnega. Namreč ta sistem delitve stroškov še zmeraj dela samo to – deli nastale stroške in ne deli porabljene energije. Metoda za delitev z delilniki, ki se pri tem uporabljajo, je odvisna tudi od tega, kakšen tip delilnika je uporabljen (elektronski, izhlaplilnik in drugi). V drugih državah je tudi s predpisi urejeno, kdo opravlja delitve. Največkrat so to podjetja, ki delilnike tudi dobavljajo. Pri nas pa se za izbiro sistema odločijo lastniki stanovanj. Tako sistemi za beleženje delitev niso standardizirani, kar pomeni, da če želijo lastniki stanovanj zamenjati izvajalca odčitavanja merilnikov, so odvisni od tistega, ki je prvotno namestil sistem, in ne morejo iti k drugemu (cenejšemu ali bolj zanesljivemu) ponudniku priprave podatkov. Tako je v praksi veliko primerov, ko lastniki varčujejo z energijo, vendar so kljub temu zneski za porabo energentov večji, kot so bili pred uvedbo teh delilnikov.

Voda. Z distribucijo vode, ki je javna dobrina, se ukvarjajo predvsem komunalna podjetja ali javna podjetja, ki opravljajo dejavnost obvezne lokalne gospodarske javne službe »oskrbe s pitno vodo«. Ustanoviteljice teh javnih podjetij so praviloma lokalne skupnosti ali občine. Tako je skrb za ceno, ki je regulirana, prenesena na občinski svet posameznih ustanoviteljic,

vendar dokončno soglasje na to ceno doda Ministrstvo za gospodarstvo. Na računih se poleg postavke za porabljeno količino vode zaračunava tudi omrežnina. Omrežnina je namenjena pokrivanju stroška vzdrževanja vodovodnega omrežja (vzdrževanje infrastrukture), vzdrževanju priključkov in vodomero (merilnikov).

Trenutna zakonodaja predpisuje minimalno en popis števec letno. Posamezna podjetja se odločajo tudi drugače, tako se poleg rednih mesečnih popisov tam, kjer je mogoče, odločajo za vsaj trimesečne popise števec. Kdaj se popisi izvedejo, je seveda odvisno tudi od stroškov popisovanja in od same infrastrukture. Torej, ali so merilniki porabe elektronski, ki omogočajo daljinsko popisovanje, ali še stari mehanski števci, katerih ni mogoče popisati drugače kot ročno. Za mesece, ko posamezen vodomero ni popisano, se uporabi akontacijski obračun na podlagi pretekle povprečne porabe. V večini komunalnih podjetij ob spremembi cene vode ne odčitavajo vodomero, temveč se stanje vodomera oceni in linearno izračuna porabljeno vodo. Glede na število vodovodnih priključkov v Sloveniji (Tabela 1) je težko oceniti, koliko je dejansko nameščenih merilnikov, ki omogočajo vsaj daljinsko odčitavanje, ker se ta podatek na ravni celotne Slovenije ne vodi.

Tabela 1: Število vodovodnih priključkov v Sloveniji

leto	Število vodovodnih priključkov
2014	458305

Vir:

http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2750107S&ti=&path=../Database/Okolje/27_okolje/03_27193_voda/01_27501_javni_vodovod/&lang=2, 2016.

Pri odjemalcih, kjer pa merilne naprave sploh niso nameščene, se zaračunava pavšalni znesek porabe, ki je odvisen od števila oseb v nekem gospodinjstvu. V večini podjetja omogočajo in upoštevajo tudi stanja merilnih naprav, ki jih sporočajo uporabniki sami, in so osnova za mesečne obračune, vendar vseeno morajo biti stanja popisana s strani upravnika vodovodnega sistema. V Sloveniji je v veljavi predpis, po katerem je na vsakih pet let potrebna overitev (umerjanje) vodomero (Pravilnik o meroslovnih zahtevah za vodomere, Ur.l. RS, št. 26/2002).

Elektrika. Od leta 2007 je v Sloveniji odprt trg z električno energijo in od takrat je električna energija postala tržno blago. Kar pomeni, da lahko vsi odjemalci prosto izbirajo svojega dobavitelja električne energije. Tako je zdaj področje dobave in distribucije električne energije razdeljeno na dva ločena dela. Distribucijo električne energije preko distribucijskih omrežij upravlja v Sloveniji Sistemski operater distribucijskega omrežja d. o. o. (v nadaljevanju SODO).

Distribucijska omrežja (infrastruktura) so razdeljena na več delov in imajo nalogo, da v imenu SODO d. o. o. zagotavljajo storitve na distribucijskih omrežjih. To so:

- Elektro Celje, d. d.;
- Elektro Gorenjska, d. d.;
- Elektro Ljubljana, d. d.;
- Elektro Maribor, d. d.;
- Elektro Primorska, d. d.

Ena od pomembnejših nalog, ki jih izvaja SODO, je merjenje in upravljanje s pridobljenimi podatki o rabi električne energije. Ti podatki so potem osnova za delovanje tehničnega sistema distribucij (omrežja), po drugi strani pa so ti podatki osnova za končne udeležence na trgu električne energije – potrošnike. V ta proces merjenja in upravljanja so zajeti merjenje, zajem teh podatkov in prenos v merilne centre. Nadaljnja obdelava teh podatkov v merilnih centrih obsega poleg arhiviranja in preverjanja podatkov še preračun in izdelavo različnih analiz ter na koncu še posredovanje podatkov vsem zainteresiranim na trgu, kot so agencije ali dobavitelji električne energije.

Prav dobavitelji električne energije morajo podatke, ki jih pridobijo od SODO, posredovati dalje, končne odjemalce morajo v rednih mesečnih periodah brezplačno obveščati o njihovi porabi električne energije in njenih značilnostih ter o možnostih učinkovite rabe energije. S tem imajo končni uporabniki možnost, da vplivajo na svojo porabo. V Sloveniji so vsi večji odjemalci, ki imajo priključno moč večjo kot 41 kW, že opremljeni z elektronskimi števci, ki omogočajo daljinski popis stanja števca. Števci omogočajo 15 minutne intervale za beleženje vrednosti prejete, oddane in jalove energije. V zadnjem času se za namestitev daljinskih števec (redni cikli menjav merilnih naprav) odločajo tudi pri gospodinskih odjemalcih, oziroma pri vseh odjemalcih s priključno močjo, manjšo kot 41 kW. Vseeno je v Sloveniji še veliko števec, ki se ne popisujejo vsak mesec, ker nimajo možnosti daljinskega popisa. Ti se morajo po zakonodaji popisati vsaj enkrat letno. Iz Tabele 2 je razvidno, koliko je takih števec. Za te odjemalce se mesečna poraba izračuna na podlagi pretekle porabe z metodo linearne interpolacije, ki se izračuna tako, da se iz skupne porabe izračuna dnevna poraba. Tako dobljena poraba se potem množi s številom dni za neko obdobje. Na ta način se določi pavšalna poraba električne energije. Podobno kot pri ostalih energentih imajo uporabniki tudi pri porabi električne energije možnost sporočanja stanja merilnih naprav dobavitelju električne energije. Ta stanja se potem upoštevajo pri obračunu. Vseeno pa morata biti vsaj enkrat letno narejena popis in poračun porabe električne energije iz strani SODO. Glede lastništva in stroškov nakupa merilnih naprav in pripadajoče merilne opreme je tako, da stroške krije lastnik soglasja ob prvi namestitvi. Stroške vzdrževanja števec električne energije in pripadajoče merilne opreme nosi regijsko pristojni SODO.

Trenutno obstajata v Sloveniji dva tarifna modela, ki sta osnova za obračun električne energije. Ločimo enotarifno (ET) in dvotarifno merjenje (VT, MT). ET obračun (merjenje)

velja v primeru, če ima odjemalec nameščeno enotarifno merilno napravo, ali ko se končni odjemalec odloči za enotarifni način obračunavanja elektrike (omrežnine). V tem primeru ima odjemalec cel dan ceno elektrike (omrežnine) po enotni ceni. Če pa se odloči za dvotarifno merjenje, je merjenje je razdeljeno v čas višje tarife (VT – delavniki med 6. in 22. uro) in nižje tarife (MT – ves ostali čas). Temu primerna je tudi cena elektrike (omrežnine). V odvisnosti od tega, kateri model si izberemo, je temu prilagojena tudi merilna naprava.

Tabela 2: Število števecv električne energije v Sloveniji

	Statični, ki niso AMx		AMR		AMM/AMI		Indukcijski		Skupaj
	Število	%	Število	%	Število	%	Število	%	Število
Celje	12.389	8%	7.368	5%	7.447	5%	135.441	83%	162.645
Gorenjska	7.152	8%	1.571	2%	690	1%	76.350	89%	85.763
Ljubljana	23.053	7%	32.809	10%	23.879	7%	242.210	75%	321.951
Maribor	17.829	9%	18.375	9%	15.506	7%	156.254	75%	207.964
Primorska	991	1%	152	0%	8.066	6%	116.972	93%	126.181
Skupaj	61.414	7%	60.275	7%	55.588	6%	727.227	80%	904.504

Vir: A. Souvent, G. Omahen, J. Kosmač, Analiza učinkovitosti sistema naprednega merjenja električne energije (AMI) s slovenskem distribucijskem EES, 2010, str.5.

Pri električni energiji obstaja še ta posebnost, da poleg odjemalcev energije obstajajo tudi mali proizvajalci električne energije. To so proizvajalci električne energije, ki so priključeni v elektroenergetsko distribucijsko omrežje in proizvedeno energijo neposredno pošiljajo v omrežje. Energijo lahko proizvajajo s pomočjo sončnih celic, vetrnih ali hidro elektrarn, lahko pa jo pridobijo tudi iz drugih obnovljivih virov, kot so biomasa, bioplín, lesna biomasa in podobno (mikrogeneracijske enote). Tako proizvedena energija se je v zadnjih letih močno povečala (predvsem povečanje sončnih celic), zato se poleg porabljene energije pri malih proizvajalcih meri tudi oddana električna energija, da se lahko na podlagi meritev pravilno obračuna poraba in zaračuna oddana energija. Posledica povečanja števila mikrogeneracijskih enot v omrežju že zdaj povečuje dinamične obremenitve omrežja, v prihodnje pa se bo zaradi tega večala tudi potreba po spremljanju obremenitev v realnem času.

2 EU DIREKTIVE IN SLOVENSKA ZAKONODAJA

EU je v zadnjih letih zaradi povečane porabe energije in energentov začela sistemsko urejati to področje. Predvsem zaradi dejstva, da so naravni viri energentov v Evropi močno omejeni. To pa povečuje ceno energentov ter povečuje odvisnost od podjetij iz drugih svetovnih regij,

ki te energente dobavljajo. Zato si je EU kot enega od svojih glavnih ciljev (Komisija Evropskih skupnosti, 2006b) zadala povečanje energetske učinkovitosti (Komisija Evropskih skupnosti, 2012) in zmanjšanje odvisnosti od uvoza energije in omejenih naravnih virov energentov. Energetska učinkovitost je v središču prizadevanj EU, da reši probleme zanesljivosti oskrbe z energijo in zmanjša posledice podnebnih sprememb. Zaradi nedavne finančne krize in upočasnitve evropskega gospodarstva je vprašanje povečanja energetske učinkovitosti in učinkovitosti rabe virov postalo še pomembnejše. Za doseganje tega cilja je med drugimi treba povečati možnost vplivanja končnih uporabnikov na porabo energentov. Tako imajo končni uporabniki dejansko možnost vplivanja na svojo porabo in jo po potrebi tudi omejujejo. Na ta način lahko EU s svojimi članicami doseže cilj zmanjševanja porabe energentov kot tudi zmanjšanje CO₂ odtisa in ostalih toplogrednih plinov, ter na ta način pripomore k ublažitvi podnebnih sprememb. EU je na tem področju sprejela več smernic. Prva direktiva je bila sprejeta leta 2006 (EU Direktiva 2006/32/EC) in je nalagala smernice za članice EU za izboljšanje učinkovitosti uporabe končne energije ter energetskih storitev, med drugim pa je predvidevala obvezno uporabo pametnih merilnih naprav.

2.1 EU zakonodaja in direktive na področju merjenja

Direktiva 2005/89/EC. Prva od direktiv, ki omenja pametne merilne naprave, je direktiva, sprejeta januarja 2006 (Komisija Evropskih skupnosti, 2006a), in govori o ukrepih za zagotavljanje zanesljivosti oskrbe z električno energijo in naložbah v infrastrukturo. Ta v svojem 3. členu poudarja pomen spodbujanja energetske učinkovitosti in uvajanja novih tehnologij, zlasti tehnologij za uravnavanje povpraševanja, tehnologij, ki uporabljajo obnovljive vire energije, in porazdeljene proizvodnje. V 5. členu pa spodbuja članice k sprejemanju ukrepov za sprejetje tehnologij za uravnavanje povpraševanja v realnem času, kot so na primer napredni merilni sistemi. Osnova za to direktivo leži tudi v direktivi (Komisija Evropskih skupnosti, 2004) iz leta 2004, ki govori o merilnih instrumentih in splošnih tehničnih zahtevah za vse merilne naprave. Tehnična določba za merilne naprave zajema vse naprave, ki merijo porabo električne energije, plina, vode in toplote, obenem pa vsebuje tudi določbe v zvezi z umirjanjem naprav in njihovo življenjsko dobo. Ta sklop določb vključuje tudi merilne naprave za pametno merjenje in posebej omenja, da ne glede na to, ali je stanje pridobljeno daljinsko ali ne, mora imeti uporabnik na voljo prikazano porabljeno stanje brez posebnih orodij.

Direktiva 2006/32/EC. Evropska unija je torej aprila leta 2006 s sprejetjem direktive potrdila svojo zavezanost ciljem varčevanja z energijo in zmanjšanja emisij ogljika do leta 2020 ter poudarila, da je treba okrepiti prizadevanja za izboljšanje energetske učinkovitosti. Ugotovila je, da čedalje težje izpolnjuje zahteve po zmanjšanju emisij toplogrednih plinov, čemur se je zavezala s podpisom Kjotskega protokola. V tej direktivi je veliko pozornosti namenjene končnem uporabniku. V njej je predpisana obvezna uporaba merjenja energentov in obračuna porabe energentov po dejanski porabi v natančno opredeljenih časovnih intervalih. To tudi pomeni, da mora biti potrošniku na voljo prikazana meritev (rezultat),

neodvisno od tega, ali se izvaja daljinsko odčitavanje merilnih naprav, ter da je tako pridobljen odčitek osnova za izračun zneska za plačilo. Direktiva predpiše članicam EU, da preverijo in naredijo stroškovno analizo smotrnosti uvedbe pametnih števecov (naprednih merilnih naprav). V tej direktivi omenja pojem pametnih števecov oz. sistem pametnega merjenja. Področje merilnih napravah je EU urejala že v direktivi iz leta 2004 (Komisija Evropskih skupnosti, 2004). Ta direktiva ureja področje merilnih naprav in sisteme za merjenje, ki zadevajo vodomere, plinomere in korektorje, števce delovne električne energije, merilnike toplotne energije, merilne sisteme za zvezno in dinamično merjenje količin tekočin razen vode, avtomatske tehtnice, taksimetre, opredmetene mere, dimenzionalne merilne instrumente ter analizatorje izpušnih plinov. Tako je za vsako merilno napravo glede na specifikko posameznih merjenj natančno določen okvir, kakšnim zahtevam mora merilna naprava zadostovati.

Direktiva (Komisija Evropskih skupnosti, 2006b) pod pojmom energija definira v 2. členu vse oblike energentov, za katere ta direktiva velja. To so električna energija, zemeljski plin, utekočinjeni naftni plin, vsa goriva za ogrevanje in hlajenje (vključno z daljinskim ogrevanjem in hlajenjem), premog in lignit, šoto, pogonska goriva ter biomasa. Nadalje določi okvirni cilj za posamezne države članice EU na področju varčevanja z energijo. Tako je postavljen okvir, da vsaka država članica privarčuje vsaj 9 % energije v devetem letu po uvedbi te direktive. Direktiva tudi določi metodologijo za izračun nacionalnega okvirnega cilja varčevanja z energijo. Glavni namen te direktive je napisan v 1. členu, in sicer je določena usmeritev za članice EU k povečanju učinkovite rabe energije pri končnih odjemalcih. Tako članicam nalaga, da ustvarjajo ustrezne pogoje in spodbude za udeležence na energetskem trgu, tako da bodo lahko končnim odjemalcem nudili več informacij (informacij o njihovi porabi posameznih energentov) ter jim ponudili možnost svetovanja o učinkoviti rabi energentov.

V 13. členu te direktive so predlagani okvirji s področja merjenja in obračuna energentov. Predlaga, da morajo članice zagotoviti, da bo imel končni uporabnik na voljo individualni števec energije, ki bo natančno prikazoval dejansko porabo energije v realno zabeleženem času njene porabe. Ob namestitvi takega števca je treba narediti študijo upravičenosti, ali to prinaša pričakovane prihranke ali ne. Obračun teh izmerjenih podatkov se mora izvajati dovolj pogosto, hkrati pa mora dobiti uporabnik ustrezne informacije o porabi, tako da ima končni uporabnik možnost uravnavanja svoje porabe energije. S tem je podala smernice za usmeritev na področju merjenja energentov in izpolnila obveznost vključevanja novih tehnoloških rešitev, predvsem rešitev s področja IKT, z namenom olajšanja in zagotavljanja potrebnih informacij končnim uporabnikom z uvedbo naprednih pametnih števecov.

Direktiva 2009/28/EC. Področja uvedbe pametnih števecov se posredno dotika tudi direktiva 28 iz leta 2009 (Komisija Evropskih skupnosti, 2009a). Ta sicer govori o spodbujanju rabe energije iz obnovljivih virov (OVE). Pod energijo, pridobljeno iz OVE, pa štejemo tudi sproizvodnjo toplote in električne energije z visokim izkoristkom (SPTE), kar je

prepoznano kot eden od ključnih ukrepov za izboljšanje učinkovitosti rabe energije. Direktiva tudi ureja in uvaja potrdila o izvoru električne energije. To je dokument, s katerim izkažemo izvor nastanka električne energije, torej, da je bila električna energija proizvedena v sproizvodnji z visokim izkoristkom oziroma iz obnovljivih virov energije. To potrdilo med drugimi tudi zagotavlja, da dosega zahteve, predpisane za sproizvodnjo z visokim izkoristkom oziroma proizvodnjo iz obnovljivih virov, ter da ima vgrajene ustrezne merilne naprave (JARSE, 2010).

S to direktivo je EU članice zavezala k sprejetju ciljev na področju rabe energije, in sicer, da bo delež energije iz obnovljivih virov energije (OVE) 25 %. Tak je tudi nacionalni cilj Slovenije. Cilj Slovenije je doseči 25 % delež obnovljivih virov v bruto rabi končne energije do leta 2020. V letu 2013 je bil delež OVE v bruto končni rabi energije v Republiki Sloveniji 21,5 % in je bil za 5,5 odstotne točke višji kot v letu 2005. Če želimo doseči cilj v letu 2020, bo treba delež OVE povečati še za 3,5 odstotne točke (JARSE, 2010).

Direktiva 2009/72/EC. Direktiva 2009/72/EC (Komisija Evropskih skupnosti, 2009b) določa skupna pravila notranjega trga z električno energijo. S tem v veliki meri nalaga članicam, kako naj organizirajo delovanje trga in celotni elektroenergetski sektor. Pod to organiziranost spada tudi (35. člen) ustanovitev neodvisnega regulatornega organa, ki bo pristojen za zagotavljanje konkurenčnosti in učinkovitosti trga z električno energijo. V tej direktivi je pomemben tudi 41. člen, ki obravnava maloprodajni trg, in v katerem direktiva poziva članice, da je za pregleden in dobro delujoči trg potrebno zagotoviti, da so vse vloge med udeleženci na trgu (operaterji prenosnega sistema, dobavitelji, odjemalci in drugi zainteresirani udeleženci) opredeljene glede na pogodbene dogovore, obveznosti do odjemalcev in izmenjavo podatkov, hkrati pa tudi glede na lastništva podatkov in odgovornosti za merjenje porabe.

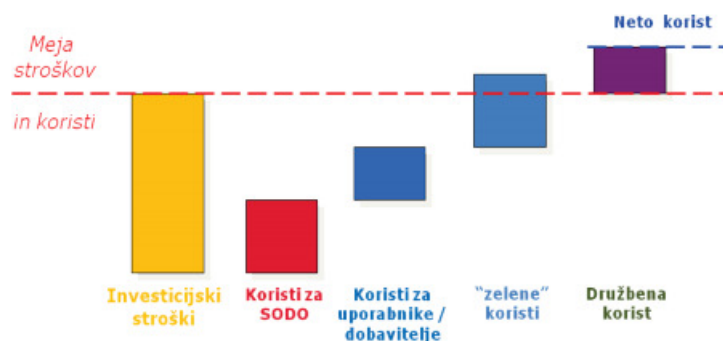
V prilogi k tej uredbi, ki se ukvarja z ukrepi za varstvo potrošnikov, je naštetih nekaj ukrepov, ki se tičejo končnih uporabnikov. Med drugimi je določeno, da mora imeti potrošnik na voljo podatke o svoji porabi električne energije in da dovoli dostop vsem registriranim (tistim, ki jim država dovoli) podjetjem do njegovih podatkov o porabi. Za te podatke se določita postopek izmenjave in način, s katerim se dobaviteljem in odjemalcem omogoči brezplačen dostop do teh podatkov. Za uporabnika je pomemben tudi i. člen te priloge, ki govori o ukrepu, da mora biti uporabnik ustrezno in dovolj pogosto obveščen o dejanski porabi električne energije in s tem povezanimi stroški, tako da lahko na ta način sam uravnava svojo porabo električne energije. Ta informacija mora biti podana v razumnem roku, vendar se mora pri tem upoštevati zmogljivost opreme za merjenje porabe. Pri tem ukrepu se mora upoštevati stroškovna učinkovitost in smiselnost uvedbe takega ukrepa.

V drugem členu priloge te direktive je zapisano, da naj države članice zagotovijo izvajanje inteligentnih (pametnih) merilnih sistemov, ki na trgu dobave električne energije odjemalce spodbuja k dejavnejšemu sodelovanju. Direktiva tudi predlaga, da pred uvedbo sistemov

naprednega merjenja, članice naredijo analizo stroškov in koristi za vse uporabnike sistema in udeležence na trgu kot tudi analizo koristi (v nadaljevanju CBA) za celotno družbo. Izvajanje teh merilnih sistemov je tako odvisno tudi od tega, katera oblika inteligentnega (pametnega) merjenja je ekonomsko razumna in stroškovno učinkovita, ter koliko časa je potrebnega za njihovo uvedbo in namestitvev.

Analizo stroškov in koristi so morale članice pripraviti do septembra 2012. Pripraviti morajo tudi časovni raspored za uvedbo pametnih merilnih sistemov. Časovna razporeditev uvedbe ne sme presegati desetih let. Direktiva tudi nalaga, da če analiza pokaže, da je uvedba pametnih merilnih sistemov smiselna in upravičena, potem je potrebno, da se do leta 2020 vsaj 80 % odjemalcev opremi s pametnimi merilnimi napravami. Pri tem pa mora pristojni organ zagotoviti interoperabilnost na novo uvedenih merilnih sistemov z upoštevanjem vseh standardov in najboljših praks na tem področju tako, da se bodo lahko naprave različnih proizvajalcev med seboj povezale z namenom izmenjave podatkov.

Slika 2: Prikaz stroškov in koristi uvedbe pametnih števec v Sloveniji



Vir: Povzeto po JARSE, Analiza stroškov in koristi uvedbe naprednega merjenja v Sloveniji, 2010.

Rezultati analiz, ki so jih morale članice leta 2012 poslati na Evropsko komisijo, so bili osnova za poročilo (Komisija Evropskih skupnosti, 2014), ki je pokazalo, v kakšni meri so članice upoštevale direktivo, in zbralo rezultate njihovih analiz. Rezultati so pokazali, da je bil samo v treh državah EU viden napredek (Švedska, Finska, Italija), kjer so skupaj namestili približno 45 milijonov pametnih števecv. Nekatere članice pa so napisale jasno namero, da bodo do leta 2020 v veliki meri namestile pametne števecv v njihovih državah. V nekaterih državah (Belgija, Češka, Nemčija, Latvija, Litva, Poljska, Slovaška) je analiza pokazala, da uvedba ne bi bila upravičena, ali pa ni dovolj jasno pokazala pozitivnih učinkov, oziroma so se pozitivni učinki pokazali samo za določeno skupino uporabnikov. V teh državah nameravajo namestiti pametne števecv pri približno 23 % uporabnikih. Štiri države (Bolgarija, Ciper, Madžarska in Slovenija) do predvidenega roka niso naredile potrebne analize stroškov uvedbe. Ključna ugotovitev poročila je, da navdušenje za pametne števecv ni enako v vseh članicah EU, vendar večina članic vseeno namerava v veliki meri namestiti pametne merilne naprave do leta 2020. Za področje merjenja porabe plina je slika še nekoliko bolj negativna in kaže na to, da bo uvedba za to področje zelo omejena.

Slovenija je vendarle v marcu leta 2014 dokončala študijo analize stroškov in koristi uvedbe naprednega merjenja v Sloveniji (JARSE, 2010). Za izvedbo CBA analize je Javna agencija Republike Slovenije za energijo sklenila pogodbo s konzorcijem družb *DNV Kema Energy & Sustainability* in *Korona*. Več o rezultatih te analize bom zapisal v zadnjem poglavju, na tem mestu naj omenim, da se je analiza usmerila predvsem na področje merjenja električne energije in plina. Pri tem je analiza upoštevala vse posebnosti slovenskega energetskega trga. Obravnavala je tudi več modelov storitev naprednega merjenja, ki jih je predlagala Javna Agencija RS za energijo. V analizi so tako obravnavani različni scenariji uvedbe in njihovi rezultati. Na podlagi teh rezultatov so podane smernice, povezane s povrnitvijo stroškov naložb v merilne naprave, in tudi smernice, povezane z zaščito zasebnosti podatkov, kar skupaj predstavlja ključni dejavnik za uspešno uvedbo naprednega merjenja.

Direktiva 2009/73/EC. Direktiva 2009/73/EC (Komisija Evropskih skupnosti, 2009c) je bila sprejeta v istem paketu kot direktiva 2009/72/EC. Ta direktiva je vsebinsko enaka kot direktiva 2009/72/EC, s to razliko, da ta določa in ureja skupna pravila notranjega trga z zemeljskim plinom.

Direktiva 2000/60/EC. Na področju porabe vode lahko pametni števcji prispevajo k doseganju ciljev direktive 2000/60/EC (Komisija Evropskih skupnosti, 2000), poznane tudi pod nazivom vodna direktiva (angl. *Water Framework Directive*), da bi omogočali boljšo kontrolo porabe vode, ki jo uporabljajo končni uporabniki. Prav tako si lahko s pametnimi števci pomagamo pri boju proti pomanjkanju vode in vplivu suše, zlasti kar zadeva »vodne učinkovitosti zgradb«.

2.2 Slovenska zakonodaja in sprejeti dokumenti

Slovenija je kot članica EU zavezana k sprejemanju in upoštevanju smernic oziroma ukrepov, ki jih sprejme Evropska komisija. Zato je bila naloga Slovenije, da tako sprejete direktive prenese v svojo zakonodajo. Leta 1999 je Državni zbor sprejel prvi Energetski zakon (Uradni list, 2007), ki je osnova vsem nadaljnjim zakonodajnim okvirom na elektroenergetskem področju. Ta zakon je sprejel potrebne ukrepe za delovanje notranjega trga z električno energijo in zagotavlja varno in učinkovito dobavo energije končnim uporabnikom ter zagotavlja, da je trg z električno energijo konkurenčen. Med drugim je tudi predvidel delovanje javnih služb, ki opravljajo naloge systemskega operaterja distribucijskega omrežja (SODO), systemskega operaterja prenosnega omrežja in organizatorja trga z električno energijo. V tem zakonu je tudi določeno (92. člen), da se končnim odjemalcem najmanj enkrat letno popiše dejansko stanje števca, za ostale mesece, ko ni popisa, se stanje izračuna na podlagi preteklih porab.

Leta 2004 je bil sprejet strateški dokument Nacionalni Energetski program (Uradni list, 2004), v katerem je predstavljena vizija ravnanja z energijo v Sloveniji. Zapisani so cilji in

predvidene poti za doseganje ciljev na področju konkurenčne in okolju prijazne oskrbe na področju energetskih storitev, hkrati pa se predvideva povečanje učinkovitosti rabe končne energije. V skladu z direktivo 2006/32/EC, ki zahteva 9 % prihranek v devetih letih od sprejetja, je morala vsaka članica pripraviti tri akcijske načrte za doseganje tega cilja. Slovenija je sprejela prvega v letu 2007 (Ministrstvo za okolje in prostor, 2008), drugega (Ministrstvo za okolje in prostor, 2011) in tretjega leta 2015 (Ministrstvo za okolje in prostor, 2015). Izhodišča in smernice so podane v direktivi, akcijski načrti jih povzemajo in prilagajajo slovenskim (pravnim) okvirjem.

Prvi akcijski načrt tako med drugimi določa nabor ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti v gospodinjstvih, industriji, prometu in ostalih sektorjih. Izračunana je izhodiščna raba končne energije in na tej podlagi določen potrebni prihranek z vmesnimi cilji za obdobje devetih let. Med ukrepi za gospodinjstva so navedene tudi razne finančne spodbude za učinkovito rabo električne energije, ki poleg potrošniku prijaznih spodbud za nakup varčnih gospodinjskih aparatov (energijski razred A) in varčnih sijalk, omenja tudi uvajanje pametnih (inteligentnih) števecov v gospodinjstvih. Tako je v Sloveniji prvič v nekem uradnem dokumentu zapisano, da se pametni števeci omenjajo v povezavi z učinkovito rabo energije.

V drugem akcijskem načrtu so predstavljeni (ne)doseženi cilji iz prvega akcijskega načrta do leta 2010 in narejena je ocena doseženih učinkov za doseganje cilja energetske učinkovitosti.

Tretji akcijski načrt (AN URE 2020) poleg pregleda doseženih ciljev iz prejšnjih dveh načrtov in vključenih ukrepov, ki se že izvajajo, prinaša tudi določene konkretne ukrepe za povečanje možnosti doseganja cilja po povečanju učinkovite rabe energije. Podobno kot v prvem načrtu vsebuje ukrepe za gospodinjstva, gospodarstvo, javni sektor in promet. Med tistimi ukrepi, ki so zanimivi za to nalogo, so vsekakor zapisana v delu (poglavje 3.1.3), ki govori o meritvah in obračunih. V celoti povzema zahteve iz direktive 2009/72/EC, da je potrebno do leta 2020 namestiti 80 % pametnih merilnih števecov za merjenje električne energije oziroma plina. V ta namen načrt predvidi tudi finančna sredstva, in sicer 24 milijonov evrov iz kohezijskih skladov. Določen je tudi cilj, da je do leta 2023 priključenih 85 % merilnih mest na pametne merilne sisteme. V načrtu so predvidene naložbe v različne projekte s področja IKT, ki bi pripomogli k izgradnji napredne infrastrukture pametnih omrežij ter povezovanju med pametnimi napravami, ki bi jih lahko povezovali v okviru zasnove pametnih omrežij. Posebej je omenjena tudi potreba po informiranju in ozaveščanju končnih uporabnikov o prednostih, ki jih za njih prinašajo pametni merilni sistemi.

Konec februarja 2014 je Državni zbor sprejel nov Energetski zakon (v nadaljevanju EZ-1) (Uradni list, 2014). V tem zakonu so upoštevani ukrepi, ki so zapisani v več direktivah s področja trgov električne energije in plina ter energetske učinkovitosti. Med drugim so določeni tudi zakonski okvirji s področja obračuna in merjenja porabe energije, ki so

uskklajeni z direktivama 2009/72/EC (2009/73/EC) in 2012/27/EC. Tako je med drugim v tem zakonu (členi 355–358) urejeno področje merjenja porabe energije, obračuna energije in dostopnosti za uporabnika do tako pridobljenih informacij o meritvah in obračunu. Zakon EZ-1 natančno določi:

- Operater oziroma distributer energije iz omrežja mora meriti dobavljeno energijo za vsakega odjemalca.
- Dobavitelj energije iz omrežja izvaja obračun dejanske porabe energije v jasni in razumljivi obliki. Dobavitelj energije iz omrežja izvaja obračun dovolj pogosto, da odjemalci lahko uravnavajo svojo porabo energije, oziroma vsaj enkrat letno.
- Dobavitelj mora na zahtevo odjemalca v vsakem trenutku obračunati dobavljeno energijo po dejanski porabi.

V 358. členu (4. točka) pa omenja pametne (napredne) merilne naprave in obveščanje takih uporabnikov:

- Če imajo odjemalci nameščene napredne merilne sisteme, jim mora biti omogočen enostaven dostop do dodatnih informacij o pretekli porabi, ki omogočajo podrobno samopreverjanje. Te informacije 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; in
 - podrobne podatke o času porabe za vsak dan, teden, mesec in leto. Taki podatki so dani na voljo končnemu odjemalcu na spletu ali vmesniku števca za obdobje najmanj zadnjih 24 mesecev, ali če je krajše, obdobje od začetka veljavnosti pogodbe o dobavi.

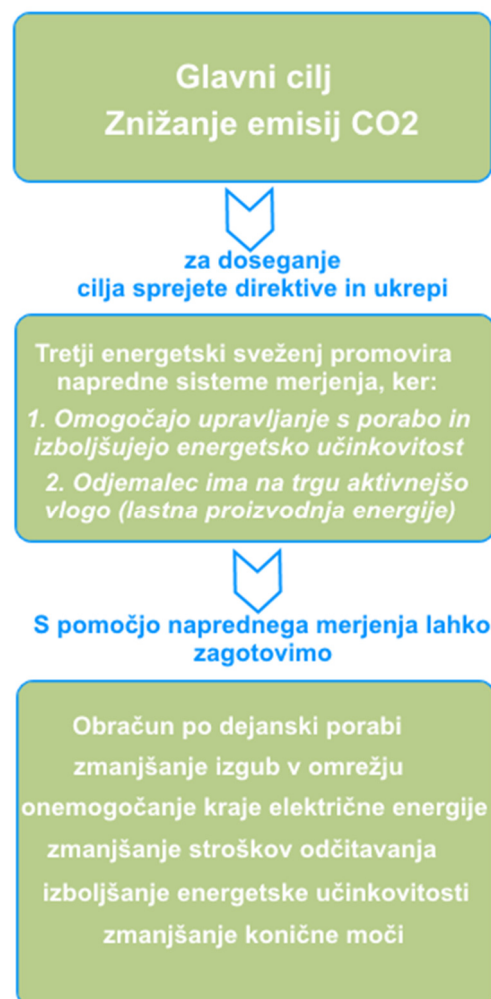
EU v znamenju dvajsetic. Evropska unija si je do leta 2020 postavila zelo ambiciozne cilje: zmanjšati toplogredne pline za 20 % glede na leto 1990, povečati energetska učinkovitost za 20 % in prav tako za 20 % povečati uporabo obnovljivih virov za proizvodnjo električne energije. Cilji so dosegljivi, vendar le s popolno operativno izvedbo sistemov pametnega merjenja, pametnih števcov in napredne merilne infrastrukture.

Razvoj in izvedba napredne merilne infrastrukture sta tako v ospredju prizadevanj po vsej Evropi, pa tudi drugod v svetu. Merjenje porabe energentov in uporaba tako pridobljenih podatkov končnemu uporabniku še nikoli ni bilo tako blizu, kot je danes. Recesija, varčevanje, zelena energija, obnovljivi viri, varčne žarnice, A-energijski razredi gospodinjskih aparatov, konkurenca na trgu dobaviteljev električne energije, avtomobili na električni pogon. Vse to govori v prid pametnim števcem in sistemom naprednih merilnih infrastruktur. Trenutek za uvedbo AMI je pravi. Cene energentov naraščajo, vendar ne še toliko, da bi uporabnik konstantno skrbel za porabo energije, ki jo za delovanje potrebujejo na primer grelnik, pralni stroj, pomivalni stroj in drugi gospodinjski aparati, ter jih prižigal

in ugašal glede na čas uporabe v dnevu in z njim povezano ceno energenta. Ena od nalog pametnega števca je, da za uporabnika skrbi in mu sporoča najbolj primeren čas za porabo energenta. Nove rešitve prinašajo koristi končnemu uporabniku, pa tudi trajnejše, varnejše in učinkovitejše upravljanje dobav različnih energentov (vzorci obnašanja potrošnikov). Skrb za potrošnika in okolje je vedno na prvem mestu.

Ključna pričakovanja v zvezi s sistemom naprednega merjenja so zanesljivo merjenje in shranjevanje podatkov, večja funkcionalnost, hitra in robustna komunikacija, zaščita prenosa podatkov (validacija, verifikacija, avtentikacija), varnost in uporabniška prijaznost. Vsi prihodnji ukrepi in sprejete EU direktive s tega področja bodo zagotovo stremele k doseganju ciljev in ukrepov, kot so prikazani na Sliki 3.

Slika 3: Razlogi in cilji uvedbe napredne merilne infrastrukture, kot jih vidi EU



Vir: Prirejeno po Evropska komisija, Direktiva 2006/32/EC, 2006b; Evropska komisija, Direktiva 2009/28/EC, 2009a.

3 TEORIJA S PODROČJA NAPREDNE MERILNE INFRASTRUKTURE

Za lažjo predstavo in osnovno razlago, kaj napredna AMI infrastruktura sploh je, jo lahko opredelimo s dejstvom, da AMI ni posamezna tehnologija, ampak skupek več tehnologij, ki omogočajo pametno povezavo med potrošnikom (končnim uporabnikom) in sistemskim operaterjem (dobaviteljem), ki skrbi za omrežje posameznega energenta. AMI poda uporabniku informacije, ki jih potrebuje za sprejemanje odločitev za zmožnost izvedbe takih odločitev in več izbir, ki mu bodo prinesle določene koristi, ki jih trenutno nima (npr. različne obračunske tarife). Po drugi strani pa lahko sistemski operater izkoristi take informacije in jih uporabi za izboljšanje kakovosti oskrbe.

V literaturi s področja naprednega merjenja in napredne infrastrukture ter pametnih števecv se uporablja več pojmov, za katere velja prepričanje, da pomenijo isto – napredno merjenje porabe energentov. Za zmotno velja prepričanje, da samo način popisovanja opredeli, ali je sistem merjenja napreden ali ne. Trenutni način popisovanja števecv pri nas lahko v grobem razdelimo na tiste, ki jih je treba popisovati ročno, in tiste, ki jih lahko popisujem daljinsko (AMR, več tehnik popisa), in za daljinsko popisovanje, kot ga zdaj poznamo pri nas, je dostikrat uveljavljeno prepričanje, da pomeni napredno merjenje energentov. Bistvena razlika med trenutnim načinom daljinskega popisovanja porabe je v tem, da trenutna komunikacija poteka samo v eni smeri, in sicer od števecva (izmerjena poraba) k zbiralniku teh podatkov. Več funkcionalnosti ti števeci ne podpirajo. V nadaljevanju bo podana definicija pojma napredne merilne infrastrukture.

V direktivi EU 2009/72/EC (Komisija Evropskih skupnosti, 2009b) se uporablja pojem inteligentnih merilnih sistemov. Evropska komisija tolmači napredno merjenje kot množično uporabo pametnih števecv, ki s svojimi funkcionalnimi lastnostmi omogočajo samodejno odčitavanje porabe in podporo dodatnim storitvam in aplikacijam.

Osnovni element napredne merilne infrastrukture je pametni števec. Dostikrat se uporablja tudi izraz sistemski števec. V osnovi je to naprava, ki meri porabo električne energije in ima možnost shranjevanja teh podatkov v sami napravi. Obenem ima možnost prikaza teh vrednosti na sami napravi in omogoča prenos merilnih podatkov v druge informacijske sisteme, v katere je tak števec povezan. Izmenjava in komunikacija med napravo in tem informacijskim sistemom lahko potekata v obe smeri. Dodatna funkcionalnost, ki naredi pametni števec »pameten« je ta, da poleg osnovnega komunikacijskega vmesnika za povezavo na merilni center, lahko vsebuje še vmesnike, ki omogočajo priklop merilnih naprav, s katerimi merimo druge energente (plin, toplota, voda), ter na ta način zbira podatke o porabi še za ostale energente in jih tako lahko posreduje v merilne centre. Preko vmesnika pa je možna tudi povezava ostalih hišnih naprav. Pametni števec sam na sebi še ne pomeni naprednega merjenja. Šele, ko ga vključimo v celotno merilno infrastrukturo, dobijo

posamezni pametni števeci svoj smisel in dodano vrednost. Masovna uporaba pametnih števecov predstavlja napredno merjenje oziroma napredno merilno infrastrukturo.

Pod pojmom napredna merilna infrastruktura torej razumemo sistem večjega števila pametnih števecov, ki merijo, zbirajo, analizirajo porabo energentov, ki jo pridobimo iz teh pametnih števecov. Ti števeci so lahko merilniki električne energije, porabe plina, porabe toplote ali porabe vode. Tako pridobljeni podatki se preko več različnih komunikacijskih poti zbirajo na enem mestu. Podatki se lahko pridobijo na zahtevo ali po vnaprej določenem urniku. Tako pridobljene podatke potem uporabimo za obračune ali za spremljanje kakovosti oskrbe, lahko pa tudi za načrtovanje širitve distribucijskih omrežij. Bistvena prednost takega celotnega sistema, ki zagotavlja informacije, je, da lahko končni uporabnik pridobi obračune po dejanski porabi, dobavitelji energentov pa jim lahko ponudijo različne tarifne sisteme, ki so vezani na različna časovna obdobja ter pripomorejo k učinkovitejši rabi energije in vode.

V nekaterih literaturah se na področju merjenja električne energije uporablja tudi pojem napredni merilni sistemi, ki pomeni isto kot napredna merilna infrastruktura, s to razliko, da se tam sistem uporablja samo za merjenje električne energije.

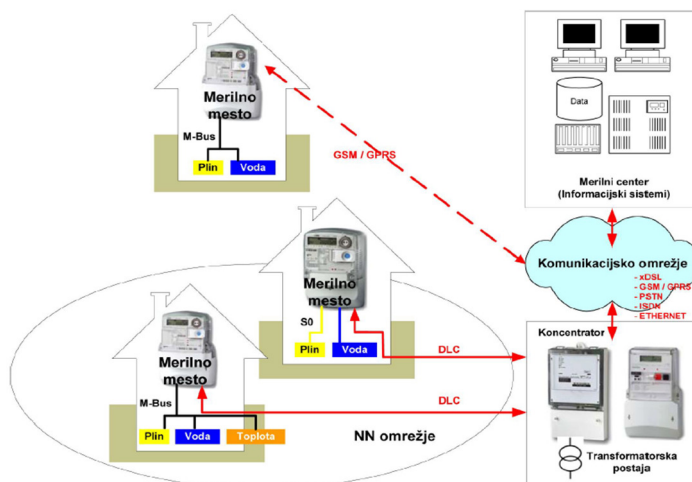
Napredno merjenje torej vsebuje mnogo več kot le osnovno uporabo systemskega števca, ki je nameščen pri končnem uporabniku in je uporabljen za merjenje energenta.

Ta infrastruktura naprednega merjenja tako vsebuje več glavnih elementov (Slika 4), ki jih razdelimo na ravni:

- Raven pod merjenja, kjer gre za povezavo med električnim števcem in števcu drugih energentov, ki nadrejeni napravi (glede na različne uveljavljene modele AMI: nizozemski model, nemški model, NTA, MUC, HUB, Australia, EnergyBox) posredujejo podatke. Z vidika električnega števca govorimo o komunikaciji navzdol, ki je lahko izvedena žično ali brezžično (protokoli WiFi, M-Bus, Zigbee).
- V merilni ravni števeci električne energije oziroma naprave koncentrirajo podatke različnih energentov. V tej ravni so lahko tudi dodatne naprave, kot so odklopnik, druga servisna naprava ali hišni prikazovalnik. Hišni energetski prikazovalnik je naprava, ki je namenjena uporabniku, in omogoča, da na svojem merilnem mestu takoj pridobi informacijo o porabi v realnem času ali neke druge za uporabnika pomembne informacije
- Komunikacijska infrastruktura, ki povezuje naprave pri uporabniku med seboj in s sistemi, ki so nameščeni pri upraviteljih sistema (zaledni sistemi), ter drugimi informacijskimi sistemi, ki so namenjeni obdelavi podatkov. Skrbi za prenos zajetih podatkov v zbirni center. Tehnično obstaja več načinov prenosa podatkov, lahko se uporabi obstoječe javno omrežje (GSM/GPRS/UMTS) ali pa se podatke še prej koncentrira na določenih mestih v podatkovnih koncentradorjih in se jih preko električnega omrežja (angl. *Power Line Carrier* – v nadaljevanju PLC) prenese naprej. Podatkovni koncentrador s podporo spletnim servisom je »srce« komunikacijske ravni.

- Informacijski sistem, ki ga uporablja skrbnik sistema za izvajanje merjenja in ga uporablja za obdelavo pridobljenih podatkov, ki jih potem posreduje dobaviteljem energenta za potrebe obračuna porabe in izdajo faktur ali za potrebe raznih analiz.

Slika 4: Zasnova sistema AMI



Vir: A. Souvent, G. Omahen, J. Kosmač, *Analiza učinkovitosti sistema naprednega merjenja električne energije (AMI) v slovenskem distribucijskem EES*, str. 49.

3.1 Merilno mesto

Merilno mesto se nahaja na prvi ravni infrastrukture AMI in predstavlja osrednjo točko, ki povezuje uporabnikovo omrežje in v to omrežje povezane naprave ter ostalo distribucijsko omrežje. Merilno mesto oziroma merilna omarica, ki se uporablja za merjenje električne energije in je osnova za nadaljnje povezovanje vseh ostalih naprav, je sestavljena iz dveh delov. Prvi in bistveni je sistemski števec, drugi del pa predstavlja napravo za omejevanje električnega toka. Sistemski števec ima v osnovi lahko samo vlogo merjenja porabe električne energije, vendar z uporabo dodatnih funkcionalnosti omogoča nove storitve, kot je na primer odčitavanje stanja porabe drugih energentov.

Ker je na voljo več tehničnih rešitev izvedbe sistemskih števecov, od katerih ima vsak svoje funkcionalnosti, je bilo treba določiti minimalni nabor teh funkcionalnosti. Za določitev nabora osnovnih funkcionalnosti, ki jih mora pametni števec omogočati, je Evropska komisija izdala v marcu 2009 mandat M/441 za standardizacijo pametnih merilnih funkcionalnosti (funkcij) in komunikacije, ki jih morajo pametni števeci upoštevati za različna področja merjenja. Z upoštevanjem teh standardov je zagotovljena interoperabilnost različnih tehnologij in aplikacij, ki obstajajo na trgu. Mandat je bil podeljen glavnim evropskim standardizacijskim organizacijam (CEN, ETSI, CENELEC). Rezultat so predpisani odprti standardi, ki zajemajo standarde za strojno in programsko opremo, za pametne števec, ki podpirajo dvostransko komunikacijo, napredno upravljanje z informacijami in možnost nadzora nad sistemom s strani uporabnika ali systemskega

dobavitelja energenta. Ta skupina organizacij je pripravila dokument (CENELEC, 2011), v katerem so zapisane minimalne potrebne funkcionalnosti, ki jih mora pametni števec zagotoviti. Upoštevajoč priporočila je za systemske števce, ki so bistveni del sistema, priporočljivo, da zagotovijo osnovne funkcionalnosti – to so funkcionalnosti z aplikacijske perspektive:

- daljinsko odčitavanje vrednosti števec in dostava teh podatkov ciljnim skupinam (sistemskim operaterjem);
- dvosmerna komunikacija med merilnim sistemom in sistemskim operaterjem energenta;
- podpora naprednim tarifnim (več tarif) in plačilnim sistemom;
- podpora oddaljenemu priklopu in odklopu dobave energenta (krmilni odklopniki);
- omogočanje varne komunikacije, ki omogoča pametnim števcom prikaz merilnih podatkov končnemu uporabniku ali izvoz teh podatkov za potrebe različnih analiz, ki jih izvajajo različni udeleženci na trgu posameznega energenta;
- informacije o porabi merjenega energenta morajo biti končnemu uporabniku dostopne in vidne preko spletnega vmesnika (hišni prikazovalniki) ali katere druge zunanje naprave.

Daljinsko odčitavanje vrednosti števec in dostava teh podatkov. Ta funkcionalnost je vezana na stran dobavitelja energentov in predstavlja osnovno funkcionalnost pametnih števec. V okviru te funkcionalnosti je potrebno upoštevati možnost samodejnega zajemanja izmerjenih vrednosti kot tudi merjenje porabe na zahtevo. Interval branja odčitkov energenta in shranjevanje je lahko od 15 min pa do merjenja enkrat dnevno. Tako pridobljene odčitke mora sistemski števec tudi hraniti. Čas hranjenja je odvisen od tehničnih zmogljivosti, vendar je priporočljivo, da se podatki hranijo vsaj 40 dni. Sistemski števec mora omogočati priklop več različnih števec energentov (elektrika, plin, voda, toplota) v enovit sistem z namenom olajšanja komunikacije in pošiljanja podatkov. Dostop do teh podatkov, ki jih hrani sistemski števec, se določi na ravni posamezne države. Možnosti je več, in sicer, ali vse te podatke zbira samo en operater in jih potem posreduje ostalim dobaviteljem energentov, ali pa se uredi možnost, da vsak od dobaviteljev neposredno dostopa do teh podatkov. Vsekakor pa je treba omogočiti dostop do podatkov tudi ostalim udeležencem (ne vsakemu) na trgu, ki bi imeli interes do teh podatkov za namene analiz ali nadzora nad delovanjem celotnega sistema.

Dvosmerna komunikacija med merilnim sistemom in sistemskim operaterjem energenta. Ta funkcionalnost se dotika obeh strani, tako dobaviteljev energentov kot končnih uporabnikov. Izvedba te funkcionalnosti omogoča, da se kakršnikoli posegi, ki so potrebni na pametnem števcu, lahko naredijo na daljavo (ob predpostavki, da števec deluje) in brez fizične prisotnosti delavca pri samem števcu. To tudi vključuje nadgradnjo programske opreme (angl. *firmware*) na kateremkoli števcu ali napravi, ki je vključena v sistem pametnih števec. Prav tako je omogočen nadzor nad priključenimi števci ali napravami in s tem pravočasno obveščanje o morebitnih težavah s števci. Z dvosmerno

komunikacijo je omogočena tudi časovna sinhronizacija pametnega števca, kar je pomembno z vidika omogočanja obračunskih tarif oz. beleženja porabe v različnih tarifah, seveda pa je s tem dodana tudi možnost dodajanja novih obračunskih tarif ali morebitnih drugih obračunskih modelov, ki bi jih lahko odjemalec uporabljal.

Podpora naprednim tarifnim (več tarif) in plačilnim sistemom. Treba je omogočiti napredne tarifne obračunske sisteme, ki bodo za končne odjemalce privlačni in njim prilagojeni. S tem bodo imeli uporabniki možnost vplivanja na porabo energenta, ker bodo tarifni modeli tako pripravljene, da bodo upoštevali, kdaj je v celotnem omrežju povečana poraba energenta, posledično bo drugačna cena (višja) in bo uporabnik na ta način lahko prilagodil svojo porabo. V okviru te funkcionalnosti se odpira možnost za predplačniško urejanje razmerja med porabnikom energenta in dobaviteljem energenta.

Podpora oddaljenemu priklopu in odklopu dobave energenta (krmilni odklopniki). S tehnično lastnostjo, ki jo imajo krmilni odklopniki, lahko zadostimo potrebo po funkcionalnosti, s katero lahko omogočamo izklop ali vklop dobave energenta iz oddaljene lokacije. Poleg omejitve dobave energenta lahko pri električni energiji omejimo tudi moč odjema. Zaradi fizikalnih lastnosti posameznega energenta je omejitev te funkcionalnosti v tem, da je oddaljen priklop ali vklop pri plinu zaradi varnosti v večini članic EU prepovedan. Možnost daljinskega vklopa oziroma priklopa se lahko izkoristi tudi v primerih, ko se na nekem merilnem mestu zamenja lastnik. Na ta način lahko dobavitelj energenta hitreje in preprostejše opravi menjavo s starega odjemalca na novega. Z daljinskim odklopom je dobaviteljem dana tudi možnost odklopa posameznih odjemalcev v primerih, ko je omrežje preobremenjeno ali pa ob morebitnih drugih varnostnih tveganjih. Seveda se ob tej funkcionalnosti pojavljajo tudi določena tveganja, ki so povezana z morebitnimi zlorabami te funkcije (varnostni vidik).

Omogočanje varne komunikacije, ki omogoča pametnim števcom posredovanje merilnih podatkov. Zelo pomembna je funkcionalnost, s katero je zagotovljena povezljivost med različnimi napravami, ki so priključene v sklopu hišne avtomatizacije znotraj uporabnikovih prostorov kot tudi povezljivost med uporabnikom in dobaviteljem energenta. Zagotoviti je potrebno varno komunikacijo med dobaviteljem energenta in končnim uporabnikom kot tudi varno komunikacijo znotraj uporabnikovih prostorov. Sistemski števec tako vsebuje komunikacijski vmesnik, ki omogoča priklop drugih naprednih (pametnih) naprav. Pri tej funkcionalnosti je treba tudi ločiti varnost od zasebnosti. To sta dva ločena pojma in dve ločeni funkcionalnosti. Tako jih je treba tudi obravnavati. Zasebnost je omejevanje dostopa do informacij samo avtoriziranim subjektom ali tistim, ki jim končni uporabnik dovoli dostop. Varnost pa je preprečevanje dostopa do informacij nepooblaščenim osebam (subjektom). Zaznavanje poskusov posegov ali zlorab v merilni napravi je v povezavi s funkcionalnostjo dvosmerne povezave pomemben dejavnik k zagotavljanju varnega delovanja pametnih števcov.

S povezavo sistemskega števca z ostalimi napravami znotraj uporabnikovega okolja se odpirajo nove možnosti nadziranja delovanja tako povezanih naprav. Tako bi lahko na primer s pametnim telefonom vplivali na naprave, ki porabijo največ energije, in s tem prihranili porabo energije.

Informacije o porabi merjenega energenta za končnega uporabnika. Ta funkcionalnost ima precejšen pomen pri celotni zasnovi pametnih števecov, saj je s tem, da ima končni uporabnik možnost vpogleda v porabo energenta v realnem času omogočeno, da lahko vpliva na svojo porabo. Seveda mora biti informacija o porabi prikazana tako, da je končnemu uporabniku takoj razumljiva in jasna in da ni potrebe po kakršnemkoli preračunavanju, da dobi predstavilo o tem, koliko določenega energenta je porabil (na primer poraba plina je v kubičnih metrih, poraba elektrike je v kWh). Prav tako mora biti poraba tudi vrednotena, da lahko končni uporabnik takoj vidi, kolikšen strošek predstavlja poraba posameznega energenta. Tak prikazovalnik na ta način pripomore k uporabnikovemu zavedanju o porabi energentov in mu na ta način pomaga, da omeji stroške pri porabi energenta. Sam prikazovalnik lahko poleg prikaza porabe omogoča tudi opozarjanje ob prevelikih odstopanjih porabe energenta in opozorilo o spremembah obračunskih tarif (cenejše, dražje obračunavanje). Prav tako lahko prikazovalnik prikazuje različna obvestila dobavitelja energenta, kot je na primer obveščanje o planiranem odklopu ali podatek o stanju predplačniške porabe, če se uporablja predplačniški zakup energenta. Za prikaz vseh teh informacij se lahko uporabi namenska naprava, imenovana hišni elektronski prikazovalnik (v nadaljevanju HEP), in omogoča vse zgornje opisane funkcije. Namesto HEP-a pa je možna uporaba drugih naprav, kot so televizija, računalniki (namenske aplikacije) ali pametni telefoni.

Za razširitev osnovnega (minimalnega) nabora funkcionalnosti, ki jih predlaga delovna skupina (standardizacijske organizacije) in so zapisane v tehnični dokumentaciji (CENELEC, 2011), je potrebno vzeti v obzir še nekatere ostale funkcionalnosti, ki jih vsebujejo sistemski števci, in prav tako pripomorejo k doseganju osnovnega cilja po nadziranju porabe energenta.

Možnost priklopa merilnikov porabe drugih energentov. Ker se na odjemnih mestih končnega odjemalca porablja več energentov (in poraba vode) je primerno, da posebej omenimo funkcionalnost možnost priklopa merilnih naprav ostalih energentov na sistemski števec (pametni števec). Sistemski števec mora omogočati (večina jih to omogoča) priklop, zbiranje podatkov o meritvah iz merilnih naprav teh energentov in posredovanje le-teh naprej v zbirne centre.

Interoperabilnost – združljivost različne opreme. V standardizacijskem mandatu M/441 (Komisija Evropskih skupnosti, 2009) je izpostavljena potreba po interoperabilnosti (združljivosti). To pomeni, da morajo biti različne tehnične rešitve posameznih proizvajalcev naprav, ki so povezane v sistem naprednega merjenja, med seboj povezljive.

Ne sme priti do položajev, da je neka tehnična rešitev tako narejena, da so vse nadaljnje povezave ali celo celoten sistem pametnih števecov odvisen samo od enega proizvajalca. To bi nedvomno pomenilo večje stroške nabave naprav in vzdrževanje celotnega sistema. Zato je nujno, da je zagotovljena interoperabilnost komunikacij z med seboj povezanimi napravami. Vendar je na tem mestu potrebno opozorilo, da ni dovolj samo da je za to področje povezovanja predpisan standard, bistveno je, da je vzpostavljen sistem testiranja naprav po standardih in specifikacijah, saj je tako lahko dosežena želena interoperabilnost, ob tem se pa ne sme pozabiti na pravilen sistem certificiranja naprav, ki jih želimo vključiti (povezati) v sistem pametnih števecov.

3.2 Komunikacijska infrastruktura (omrežja)

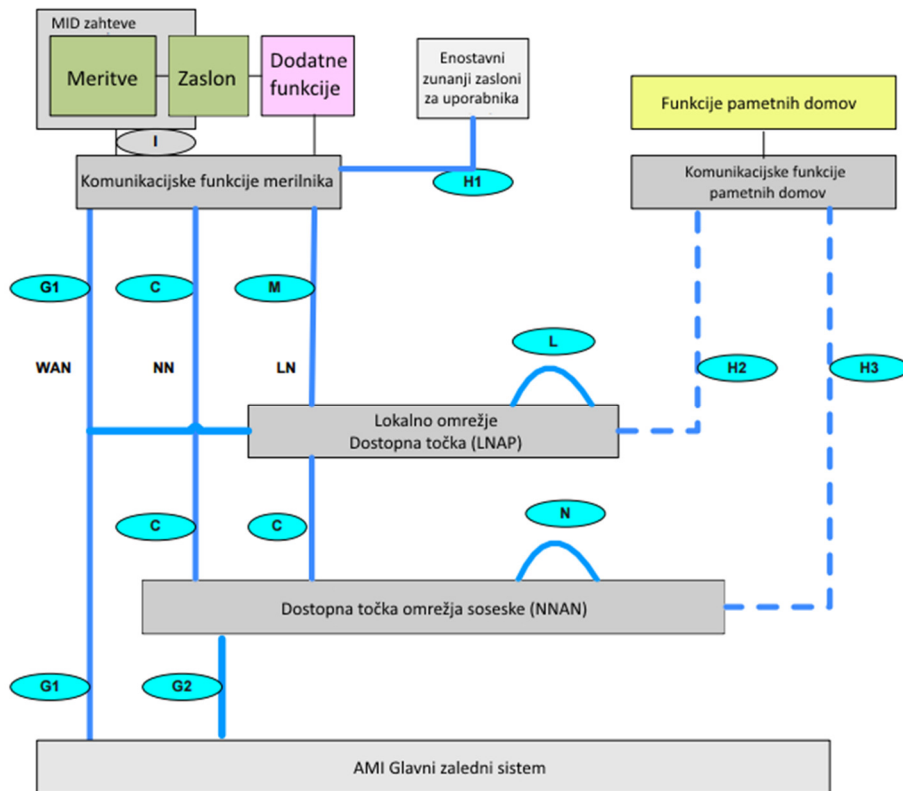
Pametni števeci v osnovi zbirajo merilne podatke posameznih energentov. Da ti podatki dobijo svojo uporabno vrednost, jih je treba prenesti s prve (merilnega) ravni na merilno (tretjo) raven in jih tam ustrezno obdelati (merilni centri). Za zagotavljanje varnega in zanesljivega prenosa skrbi (druga raven v AMI arhitekturi) komunikacijska infrastruktura. Taka komunikacijska infrastruktura temelji na komunikacijskih sredstvih (fizična raven, kot so energetske vodne – PLC, brezžična povezava in podobno) in komunikacijskih protokolih, ki skrbijo za pravilno dostavo podatkov in za zagotavljanje vseh potrebnih funkcionalnosti. Kakšna bo uporabljena komunikacijska infrastruktura, je določeno z zahtevano funkcionalnostjo, ki jo mora imeti pametni števec. Če je potrebna samo dostava podatkov iz registra pametnih števecov v podatkovno bazo, potem zadostuje ozkopasovni komunikacijski medij, če pa je potreba po dodatnem nadzorovanju števecov ali morajo pametni števeci posredovati več podatkov, potem je potreben širokopasovni komunikacijski medij.

Komunikacijska infrastruktura se razlikuje tudi od izbranega komunikacijskega medija. V uporabi so tri arhitekture:

- Neposredna povezava med pametnim števcem, ki zbira podatke, in merilnim centrom. Ta povezava je lahko vzpostavljena z modемом preko telefonskih linij ali preko mobilne podatkovne povezave (GSM/GPRS).
- Namensko posredniška komunikacijska infrastruktura se uporablja za posredovanje podatkov od pametnih števecov do konceptorjev podatkov, konceptorji pa potem dostavijo podatke iz pametnih števecov do merilnih centrov. V tem primeru podatki potujejo preko energetskih vodov (PLC) ali brezžično z uporabo RF komunikacijskih rešitev. Tej komunikacijski infrastrukturi rečemo tudi omrežje soseske (angl. *Neighborhood Area Network – NAN*).
- Obstoječa posredniška komunikacijska infrastruktura se uporablja, ko želimo za povezavo števecov in merilnih centrov izkoristiti obstoječo internetno povezavo pri končnem uporabniku tako, da merilne naprave priključimo neposredno na internet (določimo jim IP naslove), te pa potem preko obstoječe internetne širokopasovne povezave (angl. *Wide Area Network – WAN*) dostavijo podatke v merilne centre.

Pri izbiri komunikacijske arhitekture je potrebno zavedanje, da je to zelo pomemben člen v zagotavljanju celotne življenjske dobe izbranega sistema pametnih števecv. Treba je namreč izbrati tako komunikacijsko arhitekturo (in tehnologijo), ki bo imela enako pričakovano življenjsko dobo, kot jo imajo pametni števeci, s katerimi skupaj tvorijo napredno merilno infrastrukturo.

Slika 5: Referenčni model AMI



Vir: Prirejeno po CENELEC, Tehnično poročilo CEN/CLC/ETSI/TR 50572, 2011, str. 18.

S ciljem postavitve funkcionalnega referenčnega komunikacijskega modela so evropske standardizacijske organizacije, ki jih je Evropska komisija združila v okviru mandata M/441, pripravile referenčni model (Slika 5), ki opredeljuje povezave med različnimi napravami z različnimi komunikacijskimi arhitekturami in protokoli. Pomembnost tega modela je v tem, da se lahko na podlagi tega modela izbere pravi komunikacijski protokol, ki bo uporabljen pri izbiri (izvedbi) posameznega sistema AMI.

V nadaljevanju bo opisanih nekaj bolj razširjenih komunikacijskih povezav (omrežij), ki so uporabljene pri komunikaciji med pametnimi števci in merilnimi centri, in pridejo v poštev pri uvedbi pametnih števecv v Sloveniji. Trenutno so v svetu najbolj v uporabi mobilna omrežja (GSM/GPRS/UMTS), PLC, omrežje WiMAX (angl. *Worldwide Interoperability for Microwave Access* – v nadaljevanju WiMax) in ZigBee.

Mobilna omrežja. Komunikacijska arhitektura mobilnih omrežij je sestavljena iz baznih postaj, ki med seboj predstavljajo veliko mobilno omrežje. Na te bazne postaje se potem povežejo merilne naprave s pomočjo ustreznih modemov GSM/GPRS, ki neposredno komunicirajo z merilnim centrom. Zaradi manjših stroškov dostave podatkov (strošek dostave podatka je odvisen od mobilnega operaterja) je smiselno povezovanje konceptorjev z merilnim centrom (namesto povezovanje vsakega števec z merilnim centrom), ki potem komunicira z merilnim centrom. Dobra stran mobilnih omrežij je v tem, da je zelo velika pokritost prebivalstva z mobilnim signalom, kar zagotavljajo operaterji mobilnega omrežja. V odvisnosti od tega v katerem frekvenčnem pasu mobilno omrežje deluje (GSM/GPRS/UMTS), je odvisna tudi hitrost prenosa podatkov. Hitrosti so lahko od nekaj 100 kb/s (GSM/GPRS) do nekaj Mb/s (UMTS). Hitrost prenosa je v kontekstu AMI pomembna zaradi velike sočasne količine podatkov, ki jih je treba prenesti v merilne centre, na primer, ko želimo dobiti hkrati merilne podatke v realnem času z večjega števila pametnih števecv.

PLC – komunikacijska omrežja. Prenos PLC izkorišča obstoječe energetske napajalne vode za prenos podatkov. V praksi to pomeni, da ima ta način komunikacije veliko prednost, saj je pametni števec v omrežju takoj dosegljiv, ko ga namestimo in priključimo na ta komunikacijski kanal. Pri tem načinu ni potrebe po kakršnem koli dodatnem strošku za potrebe dostave podatkov do merilnih centrov. Dobra stran tega načina je tudi v tem, da je vsa infrastruktura v lasti elektro distributerjev kar pomeni, da sami skrbijo za omrežje in uporabljeno tehnologijo. Ima pa omejitve zaradi dosega, saj zaradi motenj, ki so prisotni v napajalnih vodih, ni najbolj primeren za prenos visokofrekvenčnih signalov. Zato se za potrebe napredne merilne infrastrukture največ uporablja znotraj območij, ki jih pokrivajo transformatorske postaje na nizko napetostni strani. Z uporabo posrednikov (repetitorjev), ki omogočajo povečanje osnovnega dometa (do 500 m), lahko povečamo zmogljivost tudi do nekaj kilometrov. Za prenos podatkov preko srednje napetostnega omrežja se v kombinaciji z namenski napravami poveča domet do 10 kilometrov, kar pa že predstavlja domet, ki ga lahko izkoristimo tudi za manj naseljene kraje. PLC uporablja več tehnologij za prenos podatkov, vendar se za potrebe naprednega merjenja uporabljajo tiste, ki delujejo v frekvenčnem območju od 3 do 95 kHz (CENELEC A).

ZigBee – komunikacijsko omrežje. Brežžična tehnologija ZigBee je bila namensko razvita s strani vodilnih proizvajalcev mrežne opreme, ki so se povezali v združenje (ZigBee Alliance). Namen združenja je bil priprava standarda za omrežje, ki bo zadostil zahtevam po omrežju, ki bo preprosto, zanesljivo, varen in cenovno sprejemljivo, predvsem pa namenjen brezžičnemu povezovanju naprav, ki za svoje delo porabijo malo energije, kot so različni senzorji, kontrolne in merilne naprave. Tako je nastal standard ZigBee, ki mu je osnova standard IEEE 802.15.4 in deluje v treh različnih frekvenčnih območjih (2.4 GHz, 900 MHz, 868 MHz). ZigBee standard tako predstavlja protokol, namenjen povezovanju nizkocenovnih naprav, ki za svoje delovanje potrebujejo baterijo. Tako prirejene naprave, ki vsebujejo modul ZigBee, lahko delujejo v različnih omrežnih topologijah (angl. *point-to-*

point, angl. *point-to-multipoint*, angl. *mesh* omrežja), pri tem pa bistveno ne vplivajo na življenjsko dobo baterije in lahko delujejo brez menjave tudi po več let. Protokol je narejen, da uspešno komunicira preko različnih omrežij RF, ki so običajna v industrijskih in komercialnih aplikacijskih rešitvah. Tako ga med drugim odlikuje tudi 128 bitno AES šifriranje podatkov, ki omogoča varen prenos podatkov. Zanesljivost prenosa je zagotovljena s protokoli, ki preprečujejo kolizijo podatkovnih paketov, ter protokoli, ki zagotavljajo majhno zamudo (angl. *latency*) in potrditvene pakete ob dostavah od izvora k cilju. Ena od ključnih komponent protokola je podpora več vrstam omrežnih topologij. Tako je možno v odvisnosti od izbrane topologije in podpore IPv6 tehnologijo priključiti oziroma povezati v omrežje praktično neomejeno število naprav. V osnovi standard ZigBee predvideva tri vrste naprav, in sicer usmerjevalnike, koordinatorje in končne naprave. Osrednja naprava je koordinator, ki je povezan z usmerjevalniki (angl. *routers*) preko povezav RF in skupaj tvorijo hrbtenico omrežja, hkrati pa skrbijo za povezavo z drugimi omrežji. Na to hrbtenico omrežja se potem priključujejo končne naprave. Zaradi vseh naštetih lastnosti in zasnove standarda so naprave z vmesnikom ZigBee skoraj idealna rešitev za uporabo na področju pametnih števecov. Tako se lahko uporabljajo za povezovanje hišnih naprav s sistemskimi števci, za povezovanje sistemskih števecov z merilniki drugih energentov kot tudi za povezovanje s konceptorji.

WiMax. WiMax je standard za brezžično povezovanje in prenose podatkov pri večjih hitrostih (do 100 Mb na sekundo – odvisno od razdalje) na večjih razdaljah (do 30 km). Idealen je za področja, kjer stroškovno ni bilo upravičeno postavljanje žične infrastrukture (optika). V Sloveniji je zaradi svoje geografske lege in razgibanega terena uvedba tehnologije WiMax zelo primerna za ruralna območja. Do zdaj se v Sloveniji to omrežje še ni uveljavilo, čeprav ima koncesijo za to omrežje Telekom Slovenije in je bilo že dovolj priložnost za uveljavitev te tehnologije. Sicer se smiselnost (stroškovna) uvedbe postavlja pod vprašaj ob dejstvu, da se hitrosti prenosa mobilnih omrežij (širokopasovni mobilni internet LTE) približujejo hitrostim, kot jih zagotavlja WiMax, in da je pokritost prebivalstva s tem signalom več kot 95 % (Zemljevid pokritosti z GSM signalom, 2015).

3.3 Merilni centri

Na najvišji ravni v arhitekturi napredne infrastrukture so merilni centri. Brez merilnih centrov je sistem AMI praktično neuporaben, saj podpira zbiranje, obdelavo in posredovanje pridobljenih merilnih podatkov s pametnih števecov. Ta tretja raven sistema AMI je sestavljena iz programske in strojne opreme. V to je vključena vsa informacijsko komunikacijska infrastruktura, kot so strežniška oprema, osebni računalniki in vsa ostala infrastruktura, ki zagotavlja varno in zanesljivo delovanje merilnih centrov. Programska oprema, nameščena na tej infrastrukturi, podpira celoten proces od zajema, prenosa in shranjevanja (podatkovne baze) podatkov do nadzora pametnih števecov na merilnih mestih, pa tudi nudi podporo za analiziranje tako pridobljenih podatkov. Ker so tako pridobljeni podatki osnova za izdajo računov za končne uporabnike, je toliko bolj pomembno, da so taki

centri ustrezno zaščiteni z vidika zanesljivosti delovanja (robustnost, redundanca) kot tudi z vidika varnosti (zaščite) podatkov, saj je pri tem treba upoštevati zakonodajo s področja varovanja in zaščite osebnih podatkov. Celovite rešitve za izvedbo merilnih centrov pogosto ponujajo že sami proizvajalci pametnih števecov. Te rešitve so različne in omogočajo neposreden zajem podatkov s pametnih števecov (angl. *Head End System* – HES) v podatkovne baze ali preko različnih aplikacijskih posrednikov (angl. *Meter Data Management system* – MDMS) do integracije neposredno v poslovne informacijske sisteme. Bistveno pri vseh rešitvah je to, da se upošteva nabor osnovnih funkcionalnosti, ki jih mora sistem AMI vsebovati, in so predpisani s strani zakonodajalca. Vsekakor pa je zaradi kompleksnosti celotnega sistema AMI potrebna dobra informacijska podpora (svoje informacijske rešitve imajo vsi največji ponudniki programske opreme), saj le tako celoten sistem dobi na veljavi in pripomore k osnovnemu cilju obvladovanja porabe energentov.

4 FUNKCIONALNI MODELI

Za zagotovitev in izvedbo vseh funkcionalnih zahtev pametnih števecov, ki so opisani v prejšnjem poglavju, je treba povezati vse naprave in ostale udeležence, ki se pojavljajo v sistemu naprednega merjenja, v celoten sistem, saj le tako lahko zagotovimo vse opisane zahteve, ki jih mora imeti sistem AMI. Pri tem se med različnimi udeleženci in njihovimi odgovornostmi in vlogami v sistemu AMI pojavlja več načinov povezovanja. Predvsem se razmerja v sistemu razlikujejo po tem, komu želimo pridobljene podatke posredovati, ali kdo do njih želi dostopati in na kakšen način. Zato mora biti izbrani sistem zasnovan tako, da zagotavlja transparentnost, odprtost in je do vseh udeležencev v sistemu enakopraven. Predvsem to velja s stališča dostopa in uporabe podatkov, ki jih sistem pridobi in obdelava. Pomembni sta tudi dejstvi, čigava last so merilne naprave ter merjenje porabe katerih energentov želimo vključiti v sistem naprednega merjenja. Na podlagi kombinacij lastništva merilnih naprav in izvajalca meritev so se v državah članicah EU uveljavili trije osnovni modeli:

- Model, v katerem je sistemski operater distribucijskega omrežja energenta v večini lastnik merilnih naprav (sistemskih števecov), kot lastniki merilnih naprav se lahko pojavijo tudi končni odjemalci, pri tem pa sistemski operater izvaja meritev porabe energenta.
- Model, pri katerem meritve porabe energenta izvaja neodvisni izvajalec. Lastništvo merilnih naprav je lahko mešano. Lastniki merilnih naprav so lahko končni uporabniki, sistemski operaterji, ali so last neodvisnega izvajalca meritev. Naloga takega izvajalca meritev je, da pridobi in zbira podatke o porabi energentov ter da tako pridobljene podatke obdelava in jih v predpisani obliki posreduje drugim pooblaščenim uporabnikom (dobaviteljem energentov, agencijam in podobnim udeležencem na trgu).
- Model, kjer je lastnik merilnih naprav dobavitelj energenta in je obenem tudi odgovoren za popisovanje teh merilnih naprav pri končnih uporabnikih.

Ob zgoraj opisanih modelov je pri izbiri pravega funkcionalnega modela (v literaturah je zaznati tudi pojem tržnega modela) pomembno zavedanje tehnične dileme, in sicer, ali naj bodo vse funkcionalne in komunikacijske podprte in integrirane naprave del systemskega števca, ki je sestavni del števca za električno energijo, ali naj bo za vse te funkcionalne zahteve uporabljena svoja namenska naprava. Na to namensko komunikacijsko napravo bi se priključile merilne naprave vseh energentov, tako bi bile merilne naprave povezane na isti ravni (v rešitvi s sistemskimi števci so merilne naprave ostalih energentov povezane na merilnik električne energije). Taka naprava se imenuje MUC (angl. *Multi Utility communication Controler*) kontroler.

V namen priprave pravega standardiziranega modela je bilo s strani različnih industrijskih konzorcijev in raznih državnih agencij pripravljenih več poskusov izdelave pravega standardiziranega arhitekturnega modela:

- Model OPEN METER: projekt, ki ga financira Evropska komisija, in vključuje nabor odprtih in javno dostopnih standardov s področja naprednega merjenja, ki podpira merjenje vseh energentov.
- Model ESMIG: model, ki ga je pripravilo združenje največjih proizvajalcev s področja pametnih števec.
- Nizozemski model (Dutch NTA 8027): nabor specifikacij za funkcionalnosti za pametne števece za merjenje porabe vode.
- Nizozemski model (Dutch NTA 8130).
- UK SRSM: Nabor specifikacij, ki jih je predpisala britanska agencija.
- Nemški model OMS: specifikacije za merjenje več energentov (MUC Open Meterin System).
- Italijanski model 155/08 (292/09), ki vključuje nabor potrebnih funkcionalnosti in komunikacij za merjenje porabe elektrike in plina.

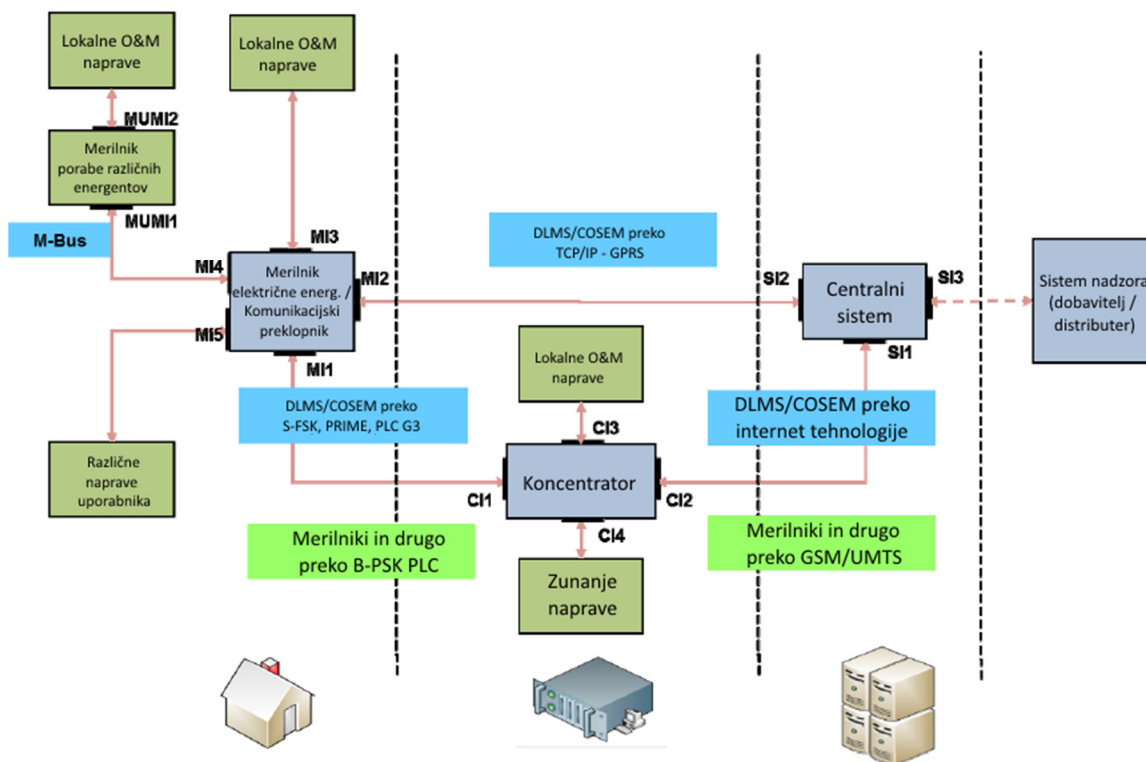
V nadaljevanju bodo predstavljeni nekateri od zgoraj opisanih uveljavljenih modelov, ki so v uporabi v nekaterih članicah EU, ki so sistem naprednega merjenja že uvedle in upoštevajo različne modele vlog in odgovornosti v celotnem sistemu.

4.1 Model Open meter

V okviru standardizacijskega mandata M/441 (CENELEC, 2011), ki ga je Evropska komisija podelila standardizacijskim organizacijam (CEN, CENELEC, ETSI), je nastal tudi odprt arhitekturni model povezav in vlog, ki je javno dostopen in brezplačen za uporabo. Ta model (OPEN meter model) vsebuje celovit nabor odprtih in javno dostopnih standardov za AMI, ki podpirajo merjenje porabe vseh energentov (elektrika, voda, plin, toplota). Vsi standardi temeljijo na skupnih dogovorih med vsemi zainteresiranimi udeleženci, ki se jih tiče uvedba naprednega merjenja, hkrati pa upoštevajo realne pogoje in dejstva, ki se pojavljajo pri

delovanju sistemskih operaterjev omrežij posameznih energentov. V največji meri pomeni zagotavljanje interoperabilnosti.

Slika 6: Model Open meter



Vir: Prirejeno po Open meter standard, 2011.

Model OPEN meter (v nadaljevanju OMm) poda odgovore na vsa vprašanja, ki se pojavijo z vidika regulatorja trga energentov, predpiše potrebne funkcionalne zahteve pametnih števec, določi komunikacijske povezave in protokole med merilnimi napravami različnih energentov. Pomembno je tudi dejstvo, da ta model, kolikor je mogoče, upošteva standarde, ki so že v uporabi, predvsem pa je prilagojen potrebam in specifikam, ki jih imajo članice evropske unije.

OMm klasificira tri kategorije zahtev, ki se med seboj dopolnjujejo in jih model upošteva pri končni izbiri:

1. Minimalni nabor zahtev, ki so nujno potrebne za doseganje želenih ciljev.
2. Napredni nabor zahtev, ki prinašajo dodano vrednost, vendar niso strogo zahtevane pri implementaciji tega modela.
3. Opcijski nabor zahtev vključuje funkcionalnosti, ki jih bodo pametni števcji v prihodnje izkoristili in prinašali dodano vrednosti, ko se bodo ti povezovali (vključevali) v pametna omrežja (angl. *smart grid*).

Rešitev OMm zajema cel nabor morebitnih scenarijev, ki se lahko pojavijo pri uvajanju naprednega merjenja. Primerna je za manjše in večje število merilnih mest, ki jih pokriva posamezni distributer energentov in jih želimo opremiti z naprednim merjenjem, upošteva scenarije, ko ima nacionalni regulator za posamezen energent strikten nadzor nad energentom ali če ima bolj ohlapnega, kot tudi primere, ko se uvajajo bolj inovativni načini obračunov porab (več tarif).

Na Sliki 6 je prikazan arhitekturni model OPEN Meter. Prikazana je arhitektura celotnega sistema z vsemi izbranimi tehnologijami, ki so dogovorjene znotraj vseh, ki so bili vključeni v izdelavo standardov.

OMm je razdeljen na tri ravni (na sliki označeno z vijoličo barvo): merilno mesto z merilniki energentov, koncentratorje in centralni sistem. Komunikacijske povezave (modra, zelena barva) med posameznimi elementi so definirane glede na tip naprave, smer komunikacije in raven, na kateri se prenašajo podatki in vključujejo tehnologijo in protokol prenosa podatkov.

Sistem je sestavljen iz glavnih komponent, in sicer na uporabnikovi strani jedro predstavlja sistemski števec, ki opravlja tudi funkcijo prehoda (angl. *gateway*) za prenos podatkov iz omrežja končnega uporabnika v ostalo omrežje in naprej do kontrolnega centra. S tem sistemskim števcem sta integrirana števec električne energije in odklopnik. V uporabnikovem domačem omrežju predstavlja sistemski števec tudi komunikacijsko središče za povezavo z ostalimi števci, ki so nanj povezani, ter ostalimi napravami (klima, hladilniki, luči in podobno) v domačem omrežju (HAN). Ko podatki »prestopijo« (podatki se prenašajo preko komunikacijske tehnologije PLC) okvir domačega omrežja končnega uporabnika, se tako pridobljeni podatki zbirajo v podatkovnih koncentratorjih, ki služijo za nadzor priključenih števecov in posredovanje podatkov v centralni sistem. Poseben poudarek je tudi na lokalnih konfiguratorjih, ki so namenjeni upravljanju koncentratorjev in lokalnih števecov. OMm predvideva, da je na tak koncentrator minimalno priključenih vsaj 3000 sistemskih števecov.

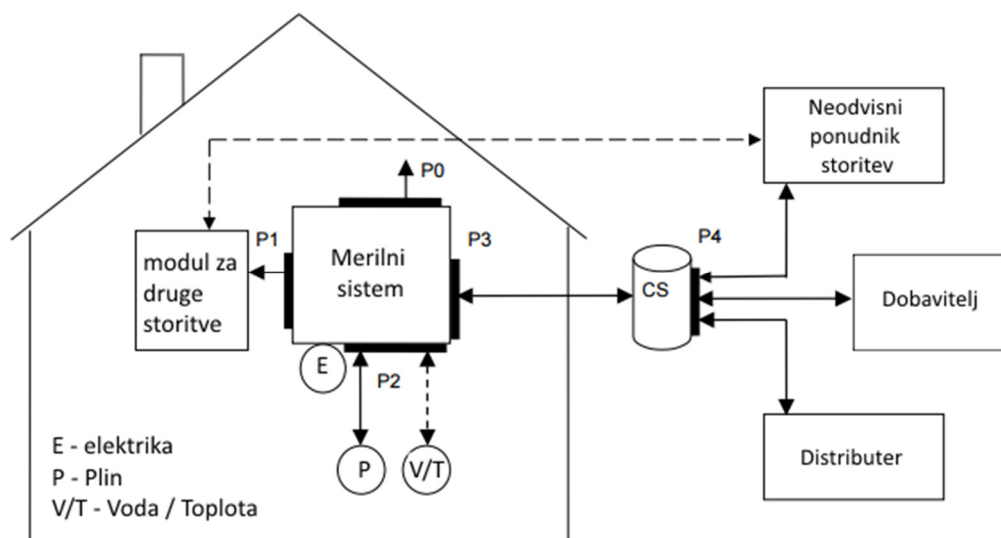
Glavna naloga centralnega sistema je zagotavljanje glavnih komunikacijskih funkcij sistema. Zagotavlja komunikacijo med dobavitelji in operaterji omrežja, ki skrbijo za pridobivanje podatkov od uporabnikov za potrebe obračuna. Centralni sistem lahko upravlja tudi neodvisni ponudnik storitev, ki potem omogoča dostop do podatkov različnim uporabnikom, ki se pojavljajo na trgu. Skrb za celotno omrežje pa je še vedno na strani sistema operaterja omrežja (električnega).

4.2 Nizozemski arhitekturni model

Nizozemski model (angl. *Dutch Smart Meter Requirements* - DSMR) je zanimiv zaradi dejstva, da temelji na električnih števcih, ki predstavljajo prehod med zalednim (centralnim)

sistemom in merilnimi števci in ostalimi napravami, ki so pri končnem uporabniku. Model je zasnovan s strani Nizozemske vlade z namenom priprave nabora minimalnih potrebnih funkcionalnosti, ki jih mora imeti števec za merjenje porabe energentov v gospodinjstvih (Siderius, Dijkstra, 2006) in pri manjših poslovnih uporabnikih. Nabor teh funkcionalnosti in komunikacijskih zahtev so zapisali v tehnični dokument NTA-8130. Nizozemski operaterji energetskih omrežij so na podlagi tega dokumenta razvili svoje specifikacije in jih združili v dokument DSMR (Netbeheer Nederland, 2009). Rezultat tega dokumenta je arhitekturni model, kot je prikazan na Sliki 7. Ta model je zasnovan tako, da zadošča potrebam po preprosti (z majhnimi stroški namestitve) namestitvi pametnih števcov pri uporabniku ter da ima majhne stroške pri kasnejšem delovanju, nadzoru in vzdrževanju teh pametnih števcov. Hkrati zagotavlja varnost merilnih naprav pri uporabnikih ter omogoča varen in zanesljiv prenos pridobljenih podatkov do centralnega sistema.

Slika 7: Shematski prikaz sistema DSMR



Vir: Dutch Smart Meter Requirements v2.3, 2009, str. 6.

Komunikacijski vmesniki, ki so prikazani na Sliki 7, pokrivajo različne komunikacijske poti:

- P0 – za potrebe namestitve in vzdrževanja lokalnih sistemskih števcov preko prenosnih računalnikov. Port P0 se lahko uporabi tudi za ročno odčitavanje stanja števcov, ko ni možno daljinsko odčitavanje.
- P1 – za komunikacijo med števcem in ostalimi napravami, ki so v uporabnikovem omrežju. Te naprave so lahko del hišne avtomatizacije (HAN). Komunikacija je enosmerna, in sicer od sistema števca do naprav.
- P2 – namenjen komunikaciji med sistemskim števcem in ostalimi merilnimi napravami (merjenje plina, vode, toplote). Priključene so lahko do štiri naprave. Komunikacija med napravami in sistemskim števcem poteka preko M-Bus standarda (žična in brezžična povezava).

- P3 – namenjen dvosmerni komunikaciji med sistemskim števcem in centralnim sistemom (CS) za zbiranje podatkov.
- P4 – definirana komunikacijska pot med centralnim sistemom za zbiranje podatkov in ostalimi pooblaščenimi udeleženci, ki potrebujejo merilne podatke. To so lahko neodvisni ponudniki storitev, dobavitelji in sistemski operaterji. Komunikacija med njimi je dvosmerna.

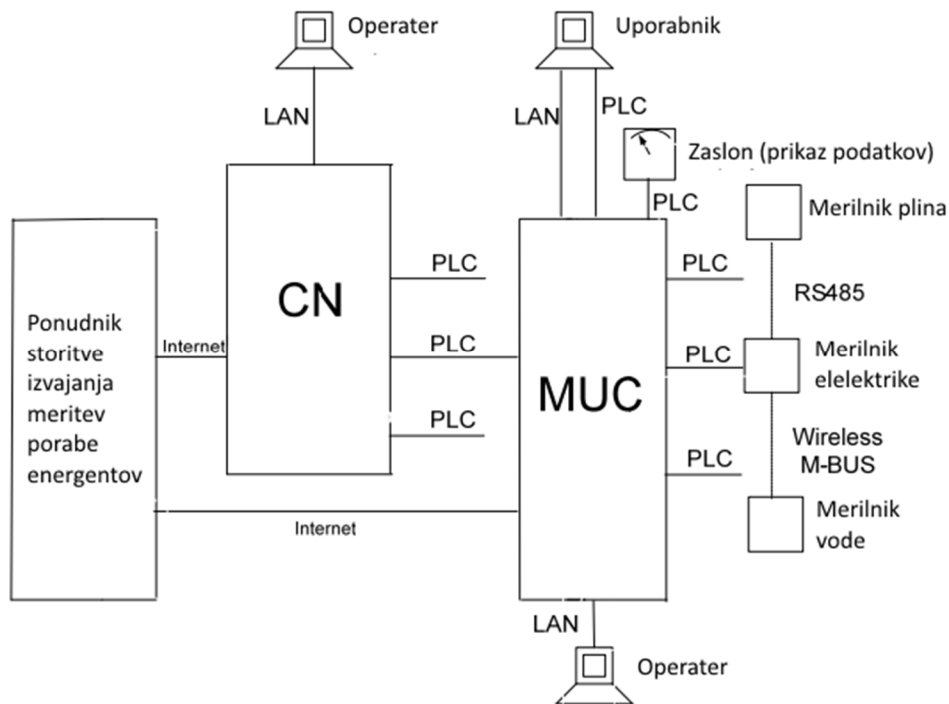
Nizozemski model je dokaj podoben tradicionalnim arhitekturam merjenja, ki uporabljajo PLC komunikacijske poti s podatkovnimi koncentratordi v transformatorskih postajah, ki komunicirajo s števcem porabe električne energije, nameščenimi pri končnih uporabnikih, hkrati pa so povezani s centralnim sistemom, kamor dostavljajo podatke. Posebnost DSMR je tudi v tem, da predvideva neodvisnega ponudnika energetske storitve, ki je pooblaščen za dostop do merilnih podatkov. Tako lahko dostopa do podatkov v centralnem sistemu ali pa celo direktno do merilnega sistema, ki se nahaja pri končnem uporabniku. Ta način neposrednega dostopa pride v poštev predvsem pri končnih uporabnikih, ki bi takim ponudnikom dovolili dostop do svojih energetske naprav (ogrevalne naprave, klimatske naprave in podobno) in jih dali njim v upravljanje z namenom, da dosežejo učinkovito (optimalno) porabo energije.

4.3 Model namenske komunikacijske naprave (MUC controler)

Za razliko od predhodno opisanih arhitekturnih modelov naprednega merjenja, kjer je v ospredju merilna naprava za merjenje električne energije (sistemski števec) in na katerega se povezujejo ostale merilne naprave, se je uveljavil tudi model, kjer je za potrebe komunikacije uvedena namenska komunikacijska naprava. Ta model (Slika 8) naprednega merjenja torej temelji na uporabi namenske naprave, ki skrbi za komunikacijski prehod in komunikacijo med merilnimi napravami in centralnim sistemom. Na to napravo (MUC) se priključijo ostale merilne naprave posameznih energentov. Vse merilne naprave in ostale hišne naprave (klimatske naprave, gospodinjski aparati in podobno) so vezane neposredno na napravo MUC in neposredno z njo tudi komunicirajo. Komunikacija je dvosmerna. Ta model se je najbolj uveljavil v Nemčiji, zato se v različnih literaturah pojavi tudi pod imenom nemški model naprednega merjenja. Specifikacijo, ki standardizira komunikacijski model, so pripravila največja nemška energetska podjetja (RWE, E.ON) skupaj s proizvajalci merilnih naprav.

Komunikacijski protokol za komuniciranje merilnih naprav in kontrolorjev MUC je lahko SML ali M-BUS. Protokol SML je zasnovan v Nemčiji v okviru priprave modela MUC z namenom odprave težav med komunikacijami različnih merilnih naprav. Komunikacija med napravami in kontrolorjem MUC je lahko žična (PLC) ali brezžična (GPRS, Wireless, ZigBee). Na isti način poteka komunikacija tudi po drugi strani, to je med kontrolerjem MUC in centralnim sistemom, le da se uporabljata protokola SML in TCP/IP (izkoristi se lahko obstoječa internetna povezava, ki jo uporablja uporabnik).

Slika 8: Komunikacijska arhitektura MUC



Vir: Prirejeno po Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN), Multi Utility Communication Standard, 2011.

Prednost tega modela je tudi v tem, da je primeren za tipične hišne gospodinjske uporabnike kot tudi za večstanovanjske objekte, kjer se lahko več kontrolorjev MUC poveže med seboj (različna omrežna topologija), ali pa se na en kontroler MUC poveže več lokalnih omrežij različnih uporabnikov. Prednost modela s kontrolerjem MUC je tudi v tem, da omogoča dostop do podatkov različnim pooblaščenim upravljavcem. To po drugi strani pomeni, da se lahko pojavi nov neodvisni (neodvisni od trenutnega dobavitelja energenta) ponudnik storitev, ki dostopa do merilnih podatkov porabe vseh energentov pri končnem odjemalcu. Tako zbrane in obdelane podatke o porabi vseh energentov lahko posreduje dobaviteljem energenta. Ta način z neodvisnim ponudnikom storitev je primeren v primerih, ko posamezni dobavitelji nudijo končnemu uporabniku poleg energetske storitve še nekatere druge storitve (na primer telefonijo, internet, TV, diagnostiko in podobno). Taki ponudniki so lahko telekomunikacijska podjetja, ki potem energetskim podjetjem ponudijo možnost priklopa merilnikov porabe na njihov kontroler MUC. Seveda bi v tem primeru stroške namestitve in skrb za vzdrževanje kontrolerja MUC prevzel ponudnik storitev in ne dobavitelj posameznega energenta ali končni uporabnik. Pomembno je namreč tudi dejstvo, da smo s tem, ko uporabljamo rešitev s kontrolerjem MUC v celotno arhitekturo dodali novo napravo, ki potrebuje za svoje delovanje električno energijo, in bi pri uporabnikih težko upravičili ta strošek.

5 OBNAŠANJE UPORABNIKOV (VPLIV UVEDBE PAMETNIH ŠTEVCEV)

Večina uporabnikov se bo prvič srečala z zasnovo naprednega AMI merjenja, zato je pomembno, da uporabniki dobijo pravo informacijo o tem, kaj AMI za njih pomeni in kakšne koristi prinaša. Saj lahko napačne ali nepopolne informacije o AMI privedejo do neodobravanja oziroma do nesodelovanja uporabnikov v celotnem sistemu, kar posledično pomeni, da je zasnova naprednega merjenja neuporabna za potrebe zmanjšanja energentov. Predvsem morajo dobiti zadostne informacije glede varnosti tako pridobljenih podatkov in splošne varnosti zaradi preprečevanja nepooblaščenega dostopa do merilnih naprav (in ostalih gospodinjskih aparatov), ki jih imajo v svojih domovih.

V želji zmanjšanja porabe energije so vse do sedaj opisane tehnološke rešitve brez pomena, če se ne upošteva ključni dejavnik celotnega sistema naprednega merjenja, in sicer končni uporabnik energentov. Končni uporabnik je tisti, ki dejansko upošteva oziroma izkorišča prednosti, ki jih prinaša sistem naprednega merjenja porabe in jih uporabi za zmanjšanje oziroma nadziranje porabe energentov ter na tak način pripomore k zmanjšanju porabe energentov. Večini končnih (gospodinjskim) uporabnikov je poraba energentov, ki jih v svojih domovih porabijo, popolna neznanka. Imajo samo približno predstavo o tem, koliko energije (energentov) porabijo pri vsakodnevni opravi in kaj bi lahko spremenili, da bi dosegli bolj učinkovito rabo energentov. Zato je za uporabnika zelo pomembna povratna informacija o porabi energentov, da bo lahko razumel svojo porabo in jo s tem nadziral. Vseeno je pomembno tudi zavedanje, da obstaja več modelov naprednega merjenja porabe in ni nujno, da imajo vsi vključeno funkcionalnost povratne informacije na način, ki bi lahko končnemu uporabniku preprosto omogočal nadzor in takojšen odziv na porabo energenta.

Trenutni načini pridobivanja merilnih podatkov so za uporabnika dokaj zapleteni in nerazumljivi. Na posameznih merilnih napravah (odvisno od energenta) je prikazana samo skupna dosedanja poraba energenta, uporabnik tako nima podatka o zgodovinski porabi v različnih časovnih obdobjih. Poleg tega so merilne naprave pogosto nameščene na nedostopnih ali odročnih mestih (kleti, hodniki, jaški) in uporabniku ne omogočajo preprostega odčitavanja ali pa v večini uporabniki sploh ne vedo, kje so. Kombinacija uvedbe pametnih števcov in naprav, ki dajo uporabnikom povratno informacijo o porabi, lahko uporabnikom prinesejo dolgoročne koristi na področju nadzora porabe energentov. Nekatere od koristi, ki bi jih uporabnik pridobil s sistemom pametnih števcov, so:

- Računi za porabo energentov bi temeljili na dejanski porabi in ne več na akontacijskih ali pavšalnih ocenah porabe. To sicer po drugi strani tudi pomeni, da lahko v primerjavi z akontacijskim načinom obračuna zneski računa narastejo v obdobjih, ko je večja poraba (na primer zima), kar zna predstavljati težavo za socialno šibkejše uporabnike.
- Na računih bo imel uporabnik pregled celotne porabe energenta za pretekla obdobja.

- Zavedanje o natančni porabi energentov v gospodinjstvih lahko privede do manjšanja zneskov računa na račun učinkovite rabe energije.
- Možnost preproste menjave dobavitelja energenta (elektrika, plin).
- Prilagajanje porabe energentov zaradi možnosti uvedbe novih obračunskih tarif.

Kot že omenjeno je treba opozoriti tudi na morebitne nevarnosti, ki jih lahko prinaša uvedba pametnih števecv:

- Nevarnosti, povezane z zasebnostjo in zaščito podatkov. Nepooblaščen dostop do pridobljenih podatkov in izkoriščanje teh podatkov v druge namene. Nevarnost prevzema nadzora (kriminalci, hekerji) nad napravami, ki so vključene v sistem naprednega merjenja.
- Nevarnosti, povezane z vplivom na zdravje uporabnikov zaradi lastnosti tehnologij, ki jih uporabljajo pametni števeci (radijski signali in podobno).
- Napačen pristop pri uvedbi naprednega merjenja in pomanjkanje informacij lahko za uporabnika pomenita višje zneske na računih (na primer uporabnik se ne zaveda novih obračunskih tarif).

5.1 Povratna informacija za uporabnika

Uporabnikov odziv je ključen za njegovo spremembo obnašanja pri nadzoru porabe energentov. Odziv je odvisen od povratne informacije, ki jo dobi iz sistema naprednega merjenja. Tehnike komunikacije in načini interpretiranja prikaza povratne informacije porabe energenta vplivajo na to, kako se bo uporabnik odzval v nekem časovnem obdobju. Komunikacija med naprednim merjenjem in uporabnikom lahko temelji na prikazu zneska (različne tarife), omejitvah (pri predplačniškem sistemu, ko se bliža znesku zakupljene energije ali omejitev porabe ob velikih konicah) ali na trenutni porabi energenta. Splošni cilj komunikacije sistema naprednega merjenja z uporabnikom je narediti proaktivnega uporabnika (na primer manjša poraba ob špicah), ki bo s svojim zavedanjem o tem, koliko energije porabi, povečal tudi občutek odgovornosti. Na povečanje učinkovitosti odziva uporabnika v veliki meri vplivajo tudi različne funkcionalnosti, ki jih imajo namenske naprave in so povezane v sistem naprednega merjenja, v osnovi pa so namenjene podajanju informaciji uporabniku, ki jih proizvede pametni števec. Bolj napredne so te naprave (več funkcionalnosti podpirajo), bolj bo lahko izkoriščen učinek takojšnjega odziva uporabnika.

Povratne informacije delimo v dve kategoriji (Darby, 2006):

- Neposredna povratna informacija, ki je podana v realnem času preko pametnega števca ali preko hišnega zaslona.
- Posredna povratna informacija, ki je bila (preden jo je pridobil uporabnik) obdelana in je prišla do uporabnika po drugem komunikacijskem kanalu. Take informacije so na primer računi.

5.2 Neposredna povratna informacija

Arhitekturni model naprednega merjenja predvideva, da ima končni uporabnik v vsakem trenutku možnost preprostega pregleda nad svojo porabo v realnem času. To lahko dosežemo z uporabo hišnih prikazovalnikov, ki so povezani s pametnim števcem (odvisno od izbranega arhitekturnega modela naprednega merjenja). Vloga takega prikazovalnika je v tem, da na razumljiv način prikaže porabo posameznega energenta s podatki, ki jih posreduje števec. Ti podatki so lahko različno interpretirani, na primer lahko so vidni kot skupna poraba (kWh, m³, CO₂), ali so prikazani vrednostno (znesek trenutne porabe) v trenutnem časovnem obdobju. Stopnja razdrobljenosti podatkov je odvisna od posameznih tehničnih lastnosti števca. Kot že omenjeno, se podatki prikazujejo v realnem času, kar močno poveča vrednost in učinkovitost takih podatkov v smislu zmožnosti takojšnjega ukrepanja za končnega uporabnika. Razvoj komunikacijske tehnologije omogoča, da podatke pridobimo na različne načine, ki jih lahko prikazujemo tudi na uporabnikovem osebem računalniku (tablici) ali televiziji. Vendar mora v teh primerih uporabnik, da do take informacije pride, vložiti več truda (kar bi lahko označili že kot posredna informacija), kot če bi bili ti podatki takoj vidni na hišnih prikazovalnikih. Zato je za želeni učinek bolj priporočljiv namenski hišni prikazovalnik. Praktična uporaba takega prikazovalnika za uporabnika bi bila, če bi na primer uporabnik nastavil zgornjo mejo, pri kateri se sproži alarm (meja porabe energenta ali zneskovna meja), kar bi mu omogočilo takojšnje ukrepanje. Ali pa primer, ko bi uporabljali neki aparat in bi takoj videli, kako bo njegova poraba vplivala na celotno porabo. Na ta način bi se uporabnik učil (pridobil izkušnje) in prilagodil uporabo, kar bi v končni fazi pomenilo večji prihranek. V strokovni literaturi iz področja odzivov uporabnikov (Darby, 2006) najdemo oceno, da znaša prihranek porabe energenta, ki dobi neposredno povratno informacijo, prikazano na hišnih prikazovalnikih, lahko med 5 % in 15 %. Odvisno od kompleksnosti prikazovalnika. Tipični prihranek za preproste prikazovalnike (Darby, 2006) pa znaša okoli 10 %. Polovica uporabnikov, zajetih v teh raziskavah, je pokazala interes po trajni namestitvi takih prikazovalnikov. Prav tako je ta raziskava pokazala, da se tisti uporabniki, ki imajo večjo porabo energentov, bolj odzivajo na povratno informacijo kot tisti z nižjo porabo, kar še dodatno potrjuje pomembnost obnašanja uporabnika in njihov takojšnji odziv.

V drugi raziskavi (Wood, Newborough, 2007, stran 31), ki se je predvsem osredotočila na tipe informacije, ki naj bi bile vidne na hišnih prikazovalnikih, je bilo ugotovljeno, da je pomembno, da se uporabniku ne poda preveč informacij (preveč podrobnosti). Treba se je izogniti prikazu porabe za vsako napravo posebej na hišnih prikazovalnikih, ker bi to lahko po nepotrebnem zavedlo uporabnike in bi izgubili fokus na tiste naprave, ki so največji porabniki. Avtorji raziskave so tako predlagali prikaz informacij, ki bi prikazal porabo samo za nekaj naprav z možnostjo podrobnega prikaza za tiste, ki niso prikazani.

Predplačniški sistemi in neposredna povratna informacija. V tujini je dokaj razvit (v Sloveniji za zdaj še ni takega modela) model predplačniškega zakupa energentov (predvsem

za socialno šibkejšo populacijo). Osnovno vodilo tega sistema je omejitev porabe z zakupom energenta (plin, elektrika). Dosedanja omejitev (pred uvedbo naprednega merjenja) je bila v enosmerni komunikaciji (merilna naprava, dobavitelj) in z njo povezana nezmožnost obveščanja uporabnikov o novih tarifnih modelih in nezmožnost preprostega zakupa energenta. Z uvedbo dvosmerne komunikacije (osnovna funkcionalnost naprednega merjenja) se ponujajo dodatne poslovne možnosti, da se nabor uporabnikov predplačniškega modela razširi. Raziskave (Darby, 2006) so pokazale, da se z uporabo takega načina obračuna energentov lahko prihrani od 3 % do okoli 15 %.

Neposredna povratna informacija v povezavi s časovnim določanjem cen (tarifni model). Več tarifni model določanja cen je močno povezan z uporabnikovo porabo energenta. Končni uporabnik Namreč prilagodi porabo glede na cenovno politiko posamezne tarife. Na ta način lahko dobavitelji energentov (plin, elektrika) regulirajo in obvladujejo zimske in poletne obremenitve (klima, ogrevanje). V grobem lahko definiramo tri različne metode vpliva na uporabnika v povezavi s časovno določenimi tarifami:

- Čas uporabe – dnevno vezana časovna poraba, ki je odvisna od tega, kdaj v dnevu se zamenja cena. Te cene in tarifa (kdaj se upošteva) so vnaprej znane in se prikazujejo na računih ali na hišnih prikazovalnikih.
- Dejanski strošek (tržne cene) – cena za energent je znana le malo (spreminjanje cene na trgu) pred dejansko uporabo. Uporabnik dobi obvestilo o spremembi cene preko hišnega prikazovalnika.
- Kritične cene – cene se oblikujejo v odvisnosti od pričakovane obremenitve sistema porabe energenta. Te urne obremenitve so praviloma znane vnaprej in takrat je tudi cena energenta znatno večja. Končni uporabnik dobi obvestilo o takih obdobjih preko hišnega prikazovalnika.

Glavna prednost tarifnega modela je v tem, da uporabnik vnaprej pozna ceno energenta (plin, elektrika), kar sicer lahko privede do tega, da se njegova poraba ne zmanjša (lahko se celo poveča), vendar se na ravni celotnega sistema distribucije energenta zaradi lažjega obvladovanja obremenitvenih špic poraba zmanjša.

5.3 Posredna povratna informacija

Za razliko od neposredne povratne informacije pri posredni povratni informaciji končni uporabnik nima neposrednega (takojšnjega) dostopa do merilnih podatkov. Informacija je bila, preden je prišla do uporabnika, na neki način obdelana in uporabnik mora taki informaciji zaupati. Lahko je prikazana na računu ali pa je vidna preko katerega drugega medija (spletna stran in podobno). Bistveno pri tej vrsti je to, da je taka informacija prikaz uporabnikovega delovanja (porabe), ki se je zgodil v preteklosti, in lahko ima manjšo vrednost za uporabnika v smislu vpliva na takojšnjo porabo. Uporabnik lahko dobi take informacije dnevno preko spletne strani, e-pošte ali SMS sporočila ali pa mesečno preko

računov za porabo energenta. Ti prikazi so odvisni od kombinacije prikaza merilnih podatkov. Prikazujemo lahko zgodovinsko porabo, primerjalno porabo (na primer primerjava s primerljivimi odjemalci), normativno porabo (na primer povprečna poraba energenta v državi) kot tudi podrobna letna poročila o porabi energentov.

Raziskava je pokazala (Darby, 2006), da so prihranki povezani z uporabo posrednih povratnih informacij med 0 % in 10 % in so zelo povezani s tem, kako kakovostne in podrobne informacije so na voljo uporabniku. Prav tako so raziskave pokazale, da je posredni način povratnih informacij celo bolj primeren kot neposredni za namene prikaza učinka spremembe porabe energenta in vpliva morebitnih vlaganj (na porabo) v varčne aparate ali druge naložbe, povezane z varčevanjem energentov. Predvsem podajanje zgodovinskih informacij porabe pri uporabniku poveča zavedanje, da je učinek spremembe porabe energenta viden. Podobno je ugotovljeno tudi v raziskavi (Wilhite, Ling, 1995), ki se je omejila na raziskovanje vpliva prikaza informacij na računu na zmanjševanje porabe energentov. Raziskava je pokazala, da čim bolj pogosti podatki, ki so prikazani na računih, pomenijo hitrejši prihranek in čim bolj podrobno prikazani podatki vplivajo na spremembo obnašanja uporabnika, ki privede do zmanjšanja porabe energenta. Prav tako sama oblika računa (grafični prikazi porabe, primerjava s prejšnjimi porabami) ugodno vpliva na uporabnikovo razumevanje povratne informacije o svoji porabi na prihranke energentov. Zabeleženi prihranki porabe, ki so jih zaznali v tej raziskavi, znašajo do 10 %.

5.4 Vpliv na varnost uporabnikov in celotnega sistema AMI

Zasnova naprednega merjenja temelji na povezanosti posameznih pametnih števecov z nekim centralnim sistemom, komunikacija med njima pa je dvosmerna. Že sama povezanost pametnega števca v celotni sistem (omrežje) pomeni varnostno tveganje z več vidikov – varnostno tveganje, ki ga predstavlja za končnega uporabnika kot tudi za celotno omrežje pametnih števecov. Po eni strani je treba zaščititi končnega uporabnika in preprečiti dostop nepooblaščenim osebam do osebnih podatkov, ki jih zbira pametni števec, po drugi strani pa je potrebna tudi zaščita dobaviteljev energenta, da se preprečijo kraje energenta. Velike količine podatkov, ki jih zbirajo preko pametnih števecov in se hranijo v centralnih zalednih sistemih (odvisno od arhitekturnega modela AMI), lahko predstavljajo potencialno zlorabo osebnih podatkov. Na Nizozemskem je sodišče celo ugotovilo (Dutch Energy Savings Monitor for the Smart Meter, 2014), da je zakon, s katerim uvajajo pametne števece, v nasprotju z Evropsko konvencijo o človekovih pravicah. Za preprečevanja kraje energenta ali za omejevanje dostopa energentov neplačnikom in možnost ukrepanja v takih primerih, je ena od osnovnih zahtevanih funkcionalnosti pametnega števca možnost daljinskega izklopa pametnega števca (sistemski števec). Ta funkcionalnost pa odpira možnosti zlorabe s strani drugih nepooblaščenih uporabnikov (hekerji), ki lahko na ta način onemogočijo dostop končnemu uporabniku do energenta, ali pa, kar je še hujše, onesposobijo celotno omrežje pametnih števecov. Možnost zlorabe te funkcionalnosti s strani kriminalnih združb (Smart meter hacking tool released, 2015) ali celo teroristov pa verjetno pri vsakem

uporabniku še dodatno vzbuja dvome o varnosti uvedbe napredne merilne infrastrukture. Saj možnost, da lahko vsem uporabnikom nekega energenta v določeni državi (elektrika) omejiš dostop preko daljinskega nadzora nad pametnimi števcem, kar kliče po možnosti zlorabe. V Veliki Britaniji, kjer že uvajajo pametne števece, so se na spletnih straneh (Hacking Smart Meters, 2015) celo pojavila podrobna video navodila, kako prevzeti nadzor nad pametnim števcem in ga izkoristiti za različne namene. Lahko se uporabi za krajo energenta (elektrike) ali za prevzemanje nadzora nad podatki, ki jih zbira pametni števec. S povezovanjem gospodinjskih aparatov v hišnem omrežju v sistemu naprednega merjenja se odpira tudi možnost napada teh naprav preko pametnih števcem z zlonamerno programsko kodo (angl. *malware*). Za zmanjšanje tveganja zlorab podatkov je treba upoštevati varnostne smernice, povezane s šifriranjem podatkov. Tako je pomembno, da je za vsako napravo, ki je povezana v sistem, zagotovljena avtentikacija in avtorizacija ter da je povezava med posameznimi napravami šifrirana. Metode šifriranja naj uporabljajo principe ključev (javni, zasebni). Pri tem pa se lahko uporabi tudi možnost več ključev, ki jih za komunikacijo uporablja pametni števec. Odvisno od arhitekturnega modela naprednega merjenja lahko uporablja pametni števec za vsakega pooblaščenega uporabnika svoj ključ (elektrika, plin, voda, toplota) ali enega, če za dostop do pametnega števcem dostopa samo en skrbnik. Vsi podatki, ki so shranjeni v centralnih bazah, pa morajo biti obvezno shranjeni v šifrirani obliki. Poleg prenosa podatkov je treba zagotoviti tudi možnost zaznavanja in beleženja (kolikor je mogoče) poskusov vdorov v pametne števece ter beleženje vseh avtoriziranih dostopov do pametnih števcem (revizijska sled). Najbolj pomembna pri vsem pa je možnost nadgrajevanja programske opreme, ker se programski algoritmi za zaščito spreminjajo iz meseca v mesec. Zato je pomembno za celoten sistem naprednega merjenja, da se definira in dosledno spoštuje varnostna politika.

Pojavi se lahko tudi zloraba pridobljenih merilnih podatkov na primer tako, da nekdo nadzira in nepooblaščno obdeluje te podatke. To so lahko razne državne institucije, ki bi na ta način imele podrobne podatke o navadah in porabah energentov svojih državljanov in jih uporabljale za nepotreben nadzor nad državljanji. Nadzor bi izvajale na način, da bi spremljale porabo in ugotovljale morebitna povečanja porabe energenta in na ta način začela izvajati nadzor nad uporabnikom (na primer policija). Nekatere vlade bi lahko izvedle tudi odklope energentov za ciljne skupine, ki bi jih upravičile z doseganjem cilja varčevanja energentov in podkrepile s prilagojenimi podatki s pametnih števcem. Dobavitelji energentov bi te podatke izkoristili v nekonkurenčne namene in bi uporabnikom lahko povečevali ceno energenta ali pa jih na neki način prisilili, da ne zamenjajo dobavitelja. Podatki o porabi pa lahko privedejo tudi do konflikta interesov med dobavitelji in državnimi institucijami, saj tisti, ki ima nadzor nad temi podatki, določa, kako bo te podatke prikazal. Cilj dobaviteljev je namreč prodati čim več energentov, država pa hoče doseči cilj (zahteva Evropske unije) zmanjšanja porabe in s tem zmanjšanja CO₂ v ozračju. Tako sta cilja, ki jih želita doseči obe strani različna.

Na tem mestu je treba omeniti tudi vpliv uvedbe pametnih števec na zdravje uporabnikov. Odvisno od arhitekturnega modela AMI lahko za komunikacijski kanal med posameznimi pametnimi števci in koncentradorji ali drugimi, v sistem povezanimi napravami uporabljajo brezžično povezavo. Lahko se uporabi omrežje mobilne telefonije. Pri tej tehnologiji imajo uporabljene frekvence (okoli 1Ghz) zelo veliko valovno dolžino, da lahko prodrejo skozi zidove in podobne ovire. Taka tehnologija se sicer že uporablja v domovih, vendar bi se število naprav, ki to uporabljajo, zelo povečalo. V domovih uporabnika se za povezavo lahko uporabljajo tudi Wi-Fi, ZigBee in podobni radijski sistemi (frekvence okoli 2.5 Ghz), ki uporabljajo kratke valovne dolžine ter na ta način še bolj povečajo možnost prehoda signala (podatkov) preko različnih ovir, kot so zidovi, stropi in podobno. Tako je v večstanovanjskih objektih nekdo lahko z vseh strani izpostavljen različnim radijskim sevanjem, kar predstavlja veliko zdravstveno tveganje. Na škodljiv vpliv elektromagnetskega sevanja na človekovo zdravje je narejenih več raziskav (Zdravje in pametni števci, 2015), ki pa se zaradi različnih ekonomskih interesov preveč ne poudarjajo.

Dejstvo je, da uvedba pametnih števec odpira mnogo varnostnih vprašanj, odgovori in rešitve na ta vprašanja pa pogosto ne morejo enakopravno zaščiti vseh udeležencev v sistemu naprednega merjenja. Za začetek je dovolj zavedanje, da AMI ni nekaj, kar je lahko pod nadzorom samo ene inštitucije, ampak je to kompleksen sociološko-tehnični sistem, ki vključuje dobavitelje energentov, regulatorje in ostale udeležence na trgu, predvsem pa je v ospredju uporabnik, ki mora biti zaščiten.

6 ZASNOVA PAMETNIH MEST

V svetu je čedalje več manjših in večjih urbanih področij (mest), ki izkoriščajo nove tehnologije za povezovanje različnih vidikov življenja v mestih z uvajanjem zasnove pametnih mest. Taka urbana področja, ki sledijo strategiji uvajanja pametnih mest, prinašajo za njene prebivalce bolj udobno življenje, za podjetja bolj prijazno okolje za delovanje in na globalni ravni prispevajo svoj delež k čistejšemu okolju. V osnovi lahko opredelimo pametno mesto kot tisto, ki ima vključeno digitalno tehnologijo v vseh svojih funkcijah, ki jih opravlja za svoje prebivalce. Zasnova pametnih mest (Slika 9) izkorišča ogromno povečanje uporabe različnih novih tehnologij, kot so pametni telefoni, različne naprave, ki so povezane v medomrežje internet stvari (angl. *Internet of Things* – IoT), različne storitve v oblaku (angl. *Cloud services*) in podobne tehnologije, ki odpirajo različne nove poti za komunikacijo, s tem pa spodbujajo večjo prilagodljivost in zmožnost bolj učinkovite uvedbe regulacijskih in ostalih pravil, ki omogočajo boljše življenjske pogoje za vse prebivalce takih mest.

Taka opremljenost pametnih mest omogoča učinkovito reševanje izzivov, povezanih z naraščanjem populacije, podnebnimi spremembami, ekonomskimi težavami z uporabo različnih orodij s področja komunikacijske in informacijske tehnologije. Vendar vseeno v primeru pametnih mest ni v ospredju ekonomski razvoj, ki ga želimo doseči, ampak mnogo

več. Namreč pametna mesta se zavedajo svoje vloge tudi na globalni ravni in morajo prispevati svoj delež h globalnemu napredku in zasnovi pametnega sveta (angl. *Smart World*). Zasnova pametnih števec vključuje tri ključne komponente: produktivnost, vključevanje in trajnostni razvoj. Zasnova pametnih mest prispeva k povečevanju produktivnosti mesta skupaj z vključevanjem vseh prebivalcev in njihovim deležem k skupnemu napredku celotne družbe, hkrati pa podpira zasnova pametnih mest tudi trajnostni razvoj na področju zagotavljanja čistega okolja. Kot že omenjeno, se pametna mesta zavedajo svoje odgovornosti do okolja tudi na globalni ravni s tem, da bo zagotovljeno, da vse investicije, ki jih bodo naredili na področju razvoja, ne bodo vplivale na onesnaževanje okolja. Tako bo v pametnih mestih zagotovljen učinkovit in okolju prijazen javni transport, skrb za odpadke, distribucija in dobava različnih energentov na način, da to ne bo vplivalo na kakovost celotnega sistema.

Slika 9: Zasnova pametnih mest – shematski prikaz



Vir: Shematski prikaz koncepta pametnih mest, 2016.

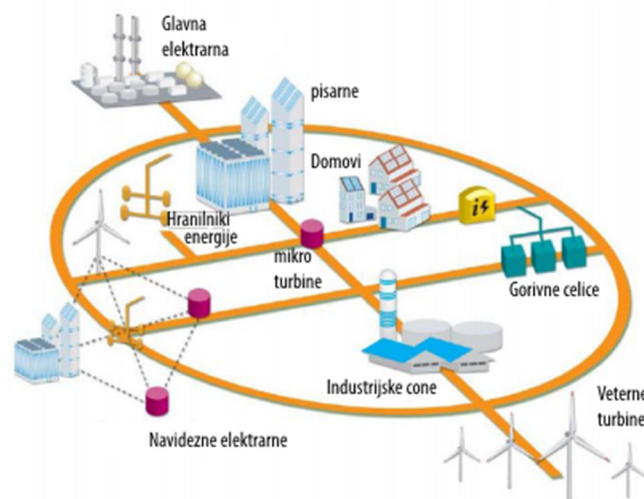
Nekatera področja, ki se jih dotika zasnova pametnih mest in so vključena v doseganje cilja zagotavljanja večje kakovosti življenja za svoje prebivalce, so:

- Inovativna ekonomija, ki vključuje inovacije v industriji, izobraževanje in vlaganje v razvoj zaposlenih z uporabo različnih kampanj.
- Mestna infrastruktura, ki vključuje javni prevozi, komunalno in energetska področje in skrb za okolje.
- Upravljanje mesta, ki vključuje različne administrativne storitve za svoje prebivalce, sodelovanje prebivalcev pri odločanju.

Kot je razvidno iz zgornjega odstavka, obstaja več vidikov pametnih mest, vendar se bom v nadaljevanju osredotočil na pogled s strani upravljanja porabe energentov. Tako bodo pametna mesta zmožna optimizirati porabo energentov z beleženjem in spremljanjem porabe

v realnem času, ki se nanaša na stanovanjske in industrijske objekte. Pametni števeci tako predstavljajo temelj za omrežja pametnih mest in neki osnovni okvir, na katerem se pametna mesta lahko razvijajo in rastejo. Pametni števeci in celotna arhitektura AMI tvorijo veliko povezano pametno omrežje, ki omogoča delovanje pametnih mest. Z energetskega vidika je za pametna mesta zasnova pametnih omrežij ključna za celotno zasnovo pametnih mest in njegovo uspešno delovanje. Pri zasnovi pametnih omrežij so ključne informacijske komunikacijske tehnologije, ki združujejo vse naprave in druge deležnike v zaključen in funkcionalen sistem. Ključno pri tem je, da so v sistem pametnih omrežij vključeni končni uporabniki, dobavitelji in ostala infrastruktura (proizvodnja energije, omrežje za električne avtomobile in podobno).

Slika 10: Pametno omrežje – shematski prikaz



Vir: CENELEC, *Standards for SmartGrid*, 2011, str. 2.

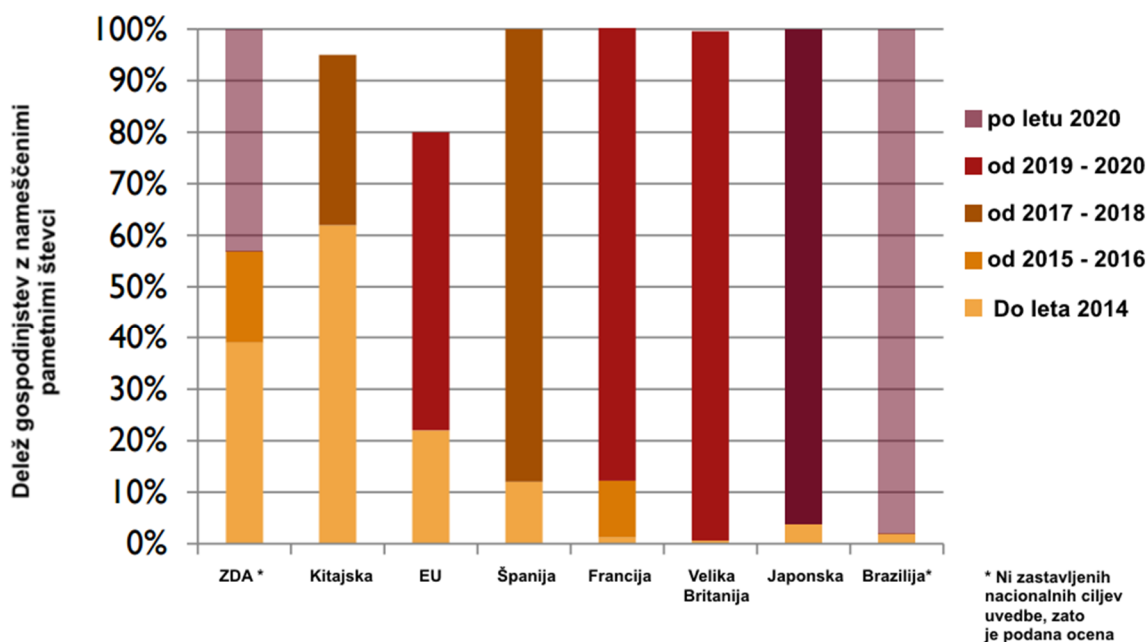
AMI omrežja omogočajo mestom, da podatke hitro in preprosto predstavijo in dostavijo uporabnikom in energetskega podjetjem (dobaviteljem). Dobavitelji izkoristijo uvedbo in izvedbo različnih programov, ki omogočajo takojšnjo odzivnost na povpraševanje po določenem energentu predvsem v času velike hkratne porabe določenega energenta (špice). Na ta način lahko dobavitelji energentov vplivajo, da uporabnik zmanjšanja porabo energenta, kar posledično pomeni za uporabnika večji prihranek (znesek), za okolje pa manjšo obremenitev (CO₂ izpusti). S povezovanjem pametnih števecv v pametna omrežja se lahko tudi bolje izkoristi distribucija energije, pridobljene iz obnovljivih virov (elektrika), kot so na primer sončne celice. Tako je omogočeno reguliranje porabe in uravnoteženje potrebe po energiji s spremljanjem porabljenih in pridobljenih energij v celotnem pametnem omrežju in po potrebi vključevanje tako pridobljenih električnih energij v omrežje. Pametna mesta lahko izkoristijo uporabo pametnih števecv tudi v kriznih razmerah, na primer ob naravnih nesrečah. Saj je z dvosmerno komunikacijo do pametnih števecv dokaj preprosto ugotoviti morebitno škodo (na objektih ali števcih) in obseg naravne nesreče z analiziranjem podatkov o nedelujočih pametnih števcih (uporaba geografsko-informacijskih sistemov).

Cilj pametnih mest (iz energetskega vidika) je čim večja uporaba komunikacijskih kanalov AMI in tehnologij za potrebe optimiziranja uporabe različnih virov, kot je upravljanje porabe elektrike ali vode, lahko za upravljanje javne infrastrukture (načrtovanje) ali za upravljanje nadzora porabe odpadkov. Pravilna in dosledna uporaba tako pridobljenih podatkov zagotovo pripomore k večji kakovosti življenja v pametnih mestih.

7 KAKŠNE SO REŠITVE V TUJINI?

Glede na pričakovano naraščanje porabe energentov (Podatki o porabi energije v Evropi, 2014) v svetu so države po svetu že začele z uvajanjem pametnih števecov z namenom zmanjšanja (nadziranja) porabe energentov. Predvsem v največjih svetovnih državah (Tabela 3) je trend nameščanja pametnih števecov zelo očiten.

Tabela 3: Delež nameščenih pametnih števecov v svetu



Vir: World Watch Institue, *Smart Grid Investment Grows with Widespread Smart Meter Installations*, 2014, str. 3.

Vsaka od držav ima svoje razloge za uvedbo pametnih števecov, vendar je skupni imenovalec vseh zmanjšanje stroškov za dobavitelje energentov, zahvaljujoč boljšemu nadzoru porabe energentov, boljša je energetska in operativna učinkovitost in znižanje konične porabe energentov ter zmanjšanje vpliva na okolje (zmanjšanje CO₂ izpustov). V svetovnem merilu so bile vodilne pri uvedbi nekatere province v Kanadi (Ontario – z uvedbo so začeli leta 2006) in nekatere države v ZDA (z uvedbo so začele leta 2007). V zadnjem času na tem področju zelo pospešeno vlagajo (World Watch Institue, 2014) Kitajska, Indija in še nekatera hitro rastoča gospodarstva. V letu 2013 je bilo na svetovni ravni na področju pametnih števecov investiranih preko 15 milijard dolarjev (World Watch Institue, 2014).

V EU morajo članice v skladu z direktivo 2009/72/EC do leta 2020 uvesti 80 % pametnih števecov tam, kjer je analiza stroškov in koristi pokazala, da je taka uvedba upravičena. Trenutno v državah evropske unije poteka približno 460 projektov (Uvedba pametnih števecov v EU, 2015) uvajanja pametnih števecov. Ti projekti vključujejo posamične uvedbe kot tudi uvedbe na nacionalni ravni. Vodilne države na tem področju so Velika Britanija, Nemčija, Španija in Italija, ki imajo do zdaj tudi največje število nameščenih pametnih števecov. Izkušnje in stroški pri uvedbi so različni, kot je različna tudi izbrana arhitektura naprednega merjenja, ki v veliki meri določa strošek in uspešnost uvedbe pametnih števecov. V nadaljevanju bom opisal nekaj uvedb pametnih števecov.

7.1 Kanada – Ontario

Vlada v Ontariu (Kanada) je prepoznala zasnovo zelene energije kot priložnost za ekonomsko rast in postala ena od vodilnih držav na področju obnovljive energije, pametnih števecov in pametnih omrežjih. Leta 2006 so v Ontariu začeli s pilotnim programom uvajanja pametnih števecov. Predvsem so želeli testirati odziv in vpliv na obnašanje končnih uporabnikov pri porabi energentov (električne energije) z uvedbo več tarifnega obračunskega modela. Osnovni princip tega modela je, da je glede na čas v dnevu določena drugačna cena za energent (upoštevata se tudi zimsko-poletni čas). Cena je odvisna od količine porabe in stanja na trgu energentov. Tako je bila cena večja samo v najbolj obremenjenem času (3 do 4 ure dnevno) v dnevih, ki so bili vnaprej določeni, in v katerih se je pričakovala povečana poraba. Ti dnevi so bili določeni na podlagi zunanjih temperatur in vnaprej določenega kazalnika (angl. *humidex index*), ki poleg temperature upošteva še vlago v zraku. O spremembah tarif (cen) so uporabniki obveščeni vsaj en dan pred spremembo cene. Gospodinjstva, ki so bila vključena v pilotni projekt, so dobivala poleg rednih dvomesečnih računov za porabljeno energijo vsak mesec še podrobno poročilo o svoji porabi. Na poročilu je natančno razvidno, koliko energije so porabili in v katerem tarifnem razredu. Rezultati (Ontario Energy Board Smart Price Pilot Final Report, 2007) pilotnega projekta so pokazali, da znašajo prihranki pri porabljeni energiji okoli 6 %, predvsem pri porabi v najbolj obremenjenem času (konice) so rezultati pokazali med 5 % in 8 % zmanjšano porabo energije. Po uspešno zaključenem pilotnem projektu se je vlada odločila za masovno namestitvev pametnih števecov (skupno skoraj 4,8 milijonov). Hkrati z uvedbo števecov so se glede na dobre rezultate, ki so jih pridobili s pilotnim testiranjem, odločili za model določanja cen. Tako je ta država trenutno največja na svetu po številu pametnih števecov, ki uporabljajo model določanja cene glede na čas uporabe.

Kljub zadovoljivim učinkom, ki jih je prinesla uvedba pametnih števecov, je leta 2014 njihovo računsko sodišče (angl. *Office of the Auditor General*) izdalo poročilo glede uvedbe pametnih števecov. V njem so ugotovili, da so se stroški, zaradi slabega načrtovanja in kratkih rokov za uvedbo ter pomanjkljivega nadzora pristojnega ministrstva nad izvajanjem projekta, povečali v petnajstih letih s prvotno ocenjenih 600 milijonov CAD na skoraj enkrat večji znesek. Ta prekoračitev je izhajala predvsem iz tega, da niso upoštevali operativnih stroškov,

ki so jih imela distribucijska podjetja. Poleg prekoračitve celotnih stroškov uvedbe se pojavljajo težave s pametnimi števci v ruralnih področjih, kjer so po nekaj letih ugotovili (Zdravje in pametni števci, 2015), da so pametni števci napačno pošiljali podatke, zato morajo zamenjati več deset tisoč števecov.

7.2 Italija

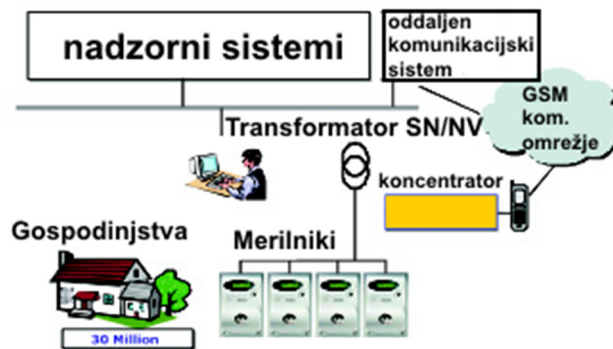
Masovna uvedba pametnih števecov v Italiji je nastala kot posledica odločitve podjetja. ENEL je podjetje v Italiji, ki se ukvarja z dobavo električne energije in ima v Italiji več kot 90 % tržni delež. Že leta 2001 so se odločili za program uvedbe pametnih števecov v več kot 40 milijonov gospodinjstev in podjetij. Enel je pripravil sistem samodejnega merjenja pod nazivom Telegestore. V okviru tega sistema je bilo v letih od 2001 do 2010 nameščenih približno 37 milijonov pametnih števecov. Stroški (Institute of Communication & computer, 2015) uvedbe so bili ocenjeni na 2,1 milijarde EUR, od tega 71 % zneska za pametne števce in podatkovne koncentratorje, 22 % za namestitve in 7 % za informacijsko tehnologijo. V odločitev za uvedbo so jih vodile želja po večji učinkovitosti in večjem dobičku (boljši nadzor nad neplačniki), pomoč uporabnikom za manjše račune ter zajezev kraje energentov in ostalih, s tem povezanih prevar. Ne gre pa prezreti dejstva, da so želeli na ta način pridobiti konkurenčno prednosti pred liberalizacijo trga z električno energijo, ki je odprt od leta 2007, ker je regulator leta 2006 predpisal uredbo o obvezni namestitvi sistemskih števecov v vseh gospodinjstvih z minimalnimi funkcionalnimi zahtevami. Te funkcionalne zahteve so vključevale uvedbo tarifnega obračuna (vsaj 5 dnevni intervalov), dvosmerno komunikacijo s pametnim števcem (prikaz obvestil), sinhronizacijo ur na števcih in obračun porabe v enakih časovnih intervalih. Glede na to, da v času uvedbe v svetu ni bilo izkušenj z uvedbo pametnih števecov, so postali s tem projektom tudi vodilni na področju te tehnologije in njihove izkušnje so veliko pripomogle pri drugih uvedbah.

Sistem uvedbe je bil razdeljen v dve fazi. V prvi fazi so pri vseh uporabnikih namestili osnovno infrastrukturo AMI (pametni števci, komunikacijski kanali), ki je omogočala samo omejen nabor funkcionalnih zahtev za delovanje AMI. Glavna omejitev je bila, da končni uporabniki niso imeli podatka o svoji trenutni porabi v realnem času. To so nadgradili v drugi fazi uvedbe (tudi posledica zahteve regulatorja leta 2006), ko so uporabnikom namestili napravo, ki jim omogoča dodatne storitve, s katerimi lahko med drugim spremljajo svojo porabo v realnem času. Ta naprava (angl. *Enel Smart Meter Info*) je povezana s pametnim števcem preko PLC in omogoča prikaz merilnih podatkov na različnih platformah (tablice, računalniki, pametni števci) preko WiFi-ja. Lastnik vse opreme AMI je podjetje Enel.

Arhitektura AMI sistema Telegestore je sestavljena iz števca električne energije, ki omogoča daljinski nadzor in odčitavanje podatkovnih koncentratorjev, ki so nameščeni v srednje in nizko napetostnih transformatorskih postajah in so namenjeni zbiranju podatkov (komunikacija poteka preko DLC), pridobljenih s pametnih števecov ter centralnega sistema,

ki zbira podatke iz podatkovnih koncentradorjev. Na najvišji ravni je operativni center, ki upravlja tako pridobljene merilne podatke in izvaja ostale pogodbene dejavnosti, vezane na dobavo in obračun energentov.

Slika 11: Telegestore AMI arhitektura



Vir: Prirejeno po Shematski prikaz Telegestore, 2004.

Predstavniki podjetja Enel na podlagi svojih izkušenj (Scott, 2009) priporočajo takojšnjo masovno uvedbo z vso trenutno dostopno tehnologijo, ki bi bila končana v dveh do treh letih, namesto postopnega uvajanja. Pri tem so nekoliko večji začetni stroški, vendar se po njihovih izkušnjah naložba hitreje povrne. V njihovem primeru (prihranek za Enel) so z uvedbo pametnih števecov prihranili približno 450 milijonov EUR (Institute of Communication & computer, 2015) letno. Druga pomembna ugotovitev je, da se je potrebno osredotočiti na končnega uporabnika in na njihovo izobraževanje glede spreminjanja njegovih navad na področju uporabe energije ter na razlago uporabnikom, da uporaba pametnih števecov zanje dolgoročno pomeni večji prihranek. Prihranek se bo pokazal tudi na področju CO2 izpustov, saj ocenjujejo približno 5 % zmanjšanje porabe energije v najbolj obremenjenih obdobjih, kar je rezultat večje ozaveščenosti uporabnikov in uporabe tarifnih cenovnih modelov (višje cene v bolj obremenjenih obdobjih).

7.3 Velika Britanija

Velika Britanija (VB) se je kot članica Evropske unije v skladu z direktivami obvezala, da bo uvedla sistem pametnih števecov. V VB je potrebno zamenjati okoli 53 milijonov števecov v približno 30 milijonih gospodinjstev in pri manjših poslovnih uporabnikih. V programu menjave (angl. *The Smart Metering Implementation Programme*) je predvidena zamenjava števecov za merjenje porabe elektrike in plina. Program menjave vodi njihovo ministrstvo za energijo (DECC), regulira ga regulator trga za elektriko in plin (v nadaljevanju OFGEM). Ofgem je v letu 2006 naredil študijo upravičenosti uvedbe pametnih števecov. Ena od ugotovitev študije je bila, poleg tega, da bi uvedba prinesla koristi na področju zmanjšanja CO2 v okolje, da bodo za menjavo obstoječih števecov poskrbela energetska podjetja. Ta podjetja bodo tako financirala samo menjavo kot tudi nakupe pametnih števecov. Program uvedbe je razdeljen v dve fazi. V prvi fazi (ustanovitveni fazi), ki se je začela aprila 2011, je

vlada VB vključila vse pomembne subjekte, ki se jih tiče uvedba pametnih števec. Tako so vključili energetska podjetja, različne skupine za varstvo potrošnikov in ostale zainteresirane skupine z namenom zagotoviti vse potrebno (razjasniti morebitna odprta vprašanja, povezana z uvedbo) in pridobiti izkušnje, da bo glavna faza namestitve pametnih števec potekala brez nepotrebnih zapletov. V tej fazi uvedbe so namestili 1,7 milijonov pametnih števec in na tem vzorcu preverjali pričakovane koristi za uporabnike, energetska podjetja in ostale udeležence ter popravili morebitne nepravilnosti, da bo pri masovni uvedbi pametnih števec pri vseh ostalih potekalo gladko. Druga faza (masovna implementacija) se je začela leta 2015, tako naj bi po pričakovanjih med letoma 2016 in 2020 velika večina uporabnikov že imela nove števe. V programu uvedbe (Smart Metering Implementation Programme, 2012) so zapisane tudi pričakovane neto koristi od uvedbe pametnih števec za VB. Ocenjeno je, da bo celotna neto korist za VB znašala okoli 7,2 milijarde funtov. Prihranek za posameznega končnega uporabnika naj bi do leta 2020 letno znašal okoli 25 funtov, za manjša podjetja pa okoli 190 funtov. Prihranek električne energije za končne uporabnike naj bi v povprečju znašal okoli 2,8 % za električno energijo in okoli 2 % pri porabi plina. Po predvidevanjih naj bi ti prihranki do leta 2030 še zrastle. Ti prihranki vključujejo zmanjšanje stroškov za energetska podjetja zaradi zmanjšanja obiskov popisovalcev, zmanjšanje klicnih centrov, enostavnejše menjave dobaviteljev in odkrivanje kraj. Z uporabo tarifnih cenovnih skupin pa pričakujejo predvsem prihranek v času največjih obremenitev (špice).

Slika 12: Arhitekturni model AMI v VB



Vir: Prirejeno po Smart Metering Implementation Programme, 2012, str. 31.

Predvideni arhitekturni model (Slika 12) AMI je razdeljen na tri glavne subjekte:

- Podjetje, ki skrbi za povezovanje pametnih števec pri uporabnikih s sistemom dobaviteljev energentov, distributerjev in podjetji, ki skrbijo za energetske storitve. Vsi skupaj so povezani v komunikacijsko infrastrukturo, za katero je to podjetje odgovorno. Ustanovitelj tega podjetja je vlada VB.

- Podjetje (angl. *Data service provider*), ki bo skrbelo in upravljalo s podatki, ki jih bodo posredovali pametni števeci. Ti podatki bodo potem na voljo dobaviteljem energentov in drugim pooblaščenim uporabnikom.
- Komunikacijsko podjetje, ki bo zagotavljalo tehnično omrežje za prenos podatkov med končnimi uporabniki in podjetjem, ki skrbi za hrambo podatkov. Omrežje bo povezovalo skoraj 30 milijonov uporabnikov, kar pomeni, da bo v omrežju najmanj toliko komunikacijskih vozlišč, kar bo predstavljalo največje tovrstno neposredno omrežje med dvema napravama (angl. *Machine to Machine* – M2M) na svetu. Za celotno VB sta izbrani dve telekomunikacijski podjetji.

Izbrani model AMI predvideva zamenjavo električnih in plinskih števecv in uvedbo hišnih prikazovalnikov za spremljanje porabe. Dodatnih stroškov zamenjave za uporabnike ne bo, uporabniki bodo kot do zdaj plačevali vzdrževanje merilnih naprav preko postavke za omrežnino, kot so plačevali pred uvedbo. Pomembno je omeniti še to, da uvedba pametnih števecv ni obvezna, in če se uporabnik ne odloči za zamenjavo ni nobenih pravnih postopkov, ki bi uporabnike v to prisilila.

7.4 Nizozemska

Leta 2011 so začeli z uvajanjem programa uvedbe naprednih merilnih naprav za gospodinjstva in manjša podjetja. Program zamenjave vključuje električne in plinske števecv. Analiza upravičenosti uvedbe je bila narejena leta 2010 (podjetje KEMA) in je pokazala pozitivne učinke za uvedbo pametnih števecv. Analiza (Dutch Energy Savings Monitor for the Smart Meter, 2014), je pokazala, da bodo pametni števeci v kombinaciji s posredno povratno informacijo uporabnika v obliki energijskih poročili, ki so jih uporabniki dobili na vsaka dva meseca, prinesli v povprečju 3,2 % prihranka pri porabi električne energije in 3,7 % prihranka pri porabi plina, kar pomeni zneskovni prihranek v višini 50 EUR za posameznega odjemalca. Ugotovljeno je tudi, da bi bil ta prihranek, v kombinaciji z bolj naprednimi oblikami neposredne povratne informacije (takojšen odziv uporabnika), potencialno še večji, in sicer ocena je, da bo prihranek pri električni energiji 6,4 %, pri plinu pa 5,1 %.

Projekt uvedbe je razdeljen v dve fazi. V prvi fazi, ki se je odvijala med letoma 2012 in 2013, bo nameščeno manjše število pametnih števecv. Tako bodo nameščeni pametni števeci samo v primerih novih inštalacij, pri večjih obnovah ali v primeru zamenjave obstoječih števecv zaradi napak pri delovanju. Vsaka taka namestitvev ali zamenjava števca v obdobju prve faze je bila za uporabnike brezplačna, zamenjava je bila sicer lahko izvedena tudi na zahtevo uporabnika, vendar je bilo v tem primeru treba plačati zamenjavo. Glavni namen dvofazne uvedbe je v tem, da so v prvi fazi pridobili potrebne izkušnje in da so dovolj zgodaj zaznali težave, ki so jih lahko odpravili, in pravočasno uvedli dodatne ukrepe za drugo (masovno) fazo uvedbe pametnih števecv. Hkrati pa so bile tako pridobljene izkušnje za odločitev

Nizozemske vlade, kako se lotiti masovne uvedbe pametnih števec. Cilj je, da do leta 2020 zamenjajo vsaj 80 % obstoječih števec s pametnimi števci.

Rezultati (Dutch Energy Savings Monitor for the Smart Meter, 2014) prve faze uvedbe so pokazali, kakšni so dejanski prihranki pri uporabnikih zaradi uvedbe pametnih števec v kombinaciji z dvomesečnimi energetske poročili, ki so jih pripravili dobavitelji energentov. Sprememba v porabljeni količini v opazovanem enoletnem obdobju se je pri porabi električne energije zmanjšala za 0,6 % in 0,9 % pri porabi plina. Primerjava je bila opravljena s skupino 50.000 gospodinjstev, ki niso imela nameščenih pametnih števec. Ti ugotovljeni prihranki so odstopali od tistih, predvidenih v analizi CBA (3,2 % za elektriko in 3,7 % za plin), vendar so poudarili, da ni realno pričakovati takih prihrankov v prvi fazi uvedbe. V raziskavi prve faze uvedbe so pogledali tudi kvalitativni učinek uvedbe na uporabnike in ugotovili, da energetska podjetja uporabnikov niso dovolj natančno obveščala o njihovih porabah (letno poročilo), ali jim sploh niso razložili prednosti uvedbe pametnih števec. To je tudi eden od razlogov za tako majhne prihranke v prvi fazi. Za doseg pričakovanih energijskih prihrankov je treba, kot so ugotovili, upoštevati tudi dolgoročne spremembe pri obnašanju uporabnikov. Na primer zamenjava navadnih žarnic z varčnimi žarnicami in zamenjava potratnih gospodinjskih aparatov z energijsko bolj varčnimi. Ugotovljeno je tudi, da je potreben večji poudarek na tehnologijah, s katerimi se uporabnikom zagotovi povratna informacija o njihovi porabi. Treba je upoštevati naraščanje novih tehnologij, kot so pametni telefoni, tablice, spletne storitve in podobno.

Druga faza uvedbe (masovna uvedba) se je začela leta 2016 in vključuje zamenjavo približno 6 milijonov števec (od skupno 8 milijonov). Kot zanimivost naj omenim, da je eden od dobaviteljev pametnih števec tudi slovensko podjetje Iskraemeco.

Kot arhitekturni model napredne merilne infrastrukture so nizozemski operaterji energetskih omrežij razvili svoj model (več o tem modelu je zapisano v 4. poglavju), ki je zasnovan tako, da omogoča priključitev vseh vrst merilnikov porabe energentov ter ima majhne stroške za svoje delovanje, hkrati pa je dokaj preprosta namestitev z majhnimi stroški. Osnova tega modela so merilniki električne energije, ki predstavljajo prehod med zalednim (centralnim) sistemom in merilnimi števci pri uporabnikih.

Pametni števci za gospodinjstva in manjša podjetja na Nizozemskem niso obvezna. Čeprav jih imajo nameščene v svojih domovih, lahko onemogočijo komunikacijo pametnega števca z zalednim sistemom. V tem primeru bo števec deloval isto kot stari števci le popisovanje bo izvedeno ročno.

7.5 Stanje namestitev pametnih števec v Evropski uniji

V skladu s sprejetimi direktivami so se članice EU lotile uvedbe namestitve pametnih števec zelo različno. Nekatere države so že začele z masovno namestitvijo pametnih

števecv, druge so komaj končale analizo upravičenosti uvedbe (CBA), nekatere države (Italija, Španija) pa bodo (oziroma so že) pametne števecve uvedle brez CBA analize (Komisija Evropskih skupnosti, 2014). Trinajst članic ima namero masovne uvedbe pametnih števecv do leta 2020, čeprav je vsaka od članic v različnih fazah uvedbe, nekatere še niso sprejele uradne odločitve za uvedbo, medtem ko imajo druge tehnične težave pri uvedbi. V sedmih državah je CBA analiza pokazala negativno ali nedoločno neto korist uvedbe pametnih števecv. V Nemčiji, Latviji in na Slovaškem je bilo v okviru analize ugotovljeno, da je uvedba smiselna samo za določeno skupino uporabnikov, tako jih bodo v teh državah uvedli le pri okoli 23 % uporabnikov. V nekaj državah pa analize CBA sploh še niso opravili. Na splošno je ugotovljeno, da nad uvedbo pametnih števecv vse države niso enako navdušene, vendar imajo v veliki večini namen do leta 2020 namestiti pričakovano število pametnih števecv (Seznam namestitev, 2015).

V državah EU, ki so že uvedle pametne števecve, so ugotovili (Komisija Evropskih skupnosti, 2014), da se za uporabnika stroški za energijo razlikujejo od pričakovanih 3 %, ki jih je predvidela EU. Tako so na Finskem zabeležili prihranek v višini 1 % do 2 %, na Švedskem do 3 %. CBA analize pri ostalih članicah so pokazale predviden prihranek okoli 1 % za uporabnika. Zato članice že predlagajo, da se pametni števecvi uvedejo samo za uporabnike z največjo porabo. V Nemčiji bo tako uvedba pametnih števecv obvezna za tiste z največjo porabo in za vse novo zgrajene objekte.

8 STANJE V SLOVENIJI NA PODROČJU AMI

Razlogi za uvedbo pametnih števecv v Sloveniji so zelo podobni kot v drugih članicah EU. Povezani so s sprejetimi evropskimi direktivami, varčevanjem z energijo, zagotovitvijo rednih mesečnih odčitkov za potrebe obračunov, predvsem pa z doseganjem postavljenih okolijskih ciljev na ravni EU (več o teh ciljeh je zapisano v 2. poglavju). Eden od načinov za doseganje teh ciljev je vsekakor uvedba naprednih pametnih omrežij in pametni števecvi kot osnovni element in gradnik pametnih omrežij predstavljajo izziv tudi za slovenska distribucijska podjetja.

Na področju uvedbe pametnih števecv so v Sloveniji pričakovano vodilna elektro distribucijska podjetja. Pomemben dejavnik uvedbe pametnih števecv je tudi dejstvo, da je v Sloveniji zelo razvita industrija s področja proizvodnje pametnih števecv, saj je podjetje Iskraemeco med vodilnimi proizvajalci pametnih števecv v svetu. To je predvsem pomembno zaradi dokaj zgodnjega izvajanja (glede na projekte drugje v svetu) raznih projektov, povezanih s pametnimi števecvi. Tako je v Sloveniji napredek na področju pametnih omrežij že od leta 2006, ko je bila ustanovljena »Tehnološka platforma za elektroenergetska podjetja«. V tej tehnološki platformi so povezani vsi pomembni udeleženci s tega področja (distribucijska podjetja, industrija, regulatorji, izobraževalne ustanove), ki imajo cilj razviti produkte za pametna omrežja, in izvajajo dejavnosti za uvedbo pametnih števecv in promocijo pametnih omrežij pri končnih uporabnikih. V tem času so se v Sloveniji začeli

izvajati manjši pilotni projekti uvedbe pametnih števecov, ki so jih izvajala elektrodistribucijska podjetja (sistemski operaterji distribucijskega omrežja). Nekateri od pilotnih projektov so bili financirani s strani Evropske komisije (Pametna omrežja GIZ, 2015). Tako so na področju pametnih omrežij, ki jih lahko ocenimo kot večja (finančno) in jih je financirala Evropska unija, začela delovati projekta SUPERMEN in KiberNet. Projekta sta se ukvarjala predvsem z upravljanjem razpršenih proizvodnih virov električne energije in upravljanjem porabe tako pridobljene energije. Več podobnih projektov, ki so bili že začeti v Sloveniji in se tičejo izboljšav in izkoriščanja funkcionalnosti pametnih omrežij, je opisanih na spletnih straneh SODO (Pametna omrežja GIZ, 2015). Posamezni projekti, ki so imeli osnovni namen uvesti pametne števec, so se začeli izvajati v letu 2005. Na tem področju so bili v posameznih distribucijskih omrežjih zamenjani števeci, ki so se preko DLC povezovali s koncentradorji, ti pa so bili z merilnimi centri povezani preko GSM in podobnih povezav.

Osnova za nekatere od teh projektov, ki so uvajali pametne števec, je bila študija uvedbe pametnih števecov v Sloveniji, ki jo je za SODO naredil Elektroištitut Milan Vidmar (Souvent, Omahen & Kosmač, 2010a). Študija je bila narejena leta 2010. V njej je bila narejena podrobnejša analiza obstoječega stanja v Sloveniji na področju pametnih števecov. V ospredju te analize je bil vpliv uvedbe pametnih števecov za merjenje porabe elektrike in plina v manjšem delu (eno poglavje), raziskali pa so tudi možnost uporabe pametnih števecov za merjenje porabe ostalih energentov. Študija je podala tudi stroškovno analizo uvedbe napredne merilne infrastrukture in analizo koristi, ki bi jih v Sloveniji imela uvedba pametnih števecov. Za posamezne udeležence v sistemu napredne merilne infrastrukture so tudi opredeljene vse koristi in prihranki zaradi uvedbe. Predvsem na strani distributerjev in dobaviteljev so v tej študiji ocenili, da bi jim uvedba prinesla določene koristi in prednosti. V študiji sta pripravljena tudi dva scenarija uvedbe pametnih števecov, in sicer redna zamenjava in masovna uvedba oziroma zamenjava pametnih števecov. V okviru redne zamenjave je mišljena zamenjava posameznih obstoječih (indukcijskih) števecov s pametnimi števci, takrat ko staremu števcu poteče žig veljavnosti, pod masovno uvedbo pa zamenjava vseh števecov ne glede na to, ali je števec še »veljaven«. Ta podatek je pomemben tudi v luči izpolnjevanj zahteve do EU, da je do leta 2020 delež pametnih števecov 80 %. Stroškovna ocena vrednosti uvedbe znaša okoli 210 milijonov EUR (Souvent, Omahen & Kosmač, 2010a, stran 44). Avtorji študije ocenjujejo, da se naložba povrne v 12 letih (z družbeno-ekonomskega vidika). To pomeni, da bodo v tej dobi doseženi tako visoki prihranki zaradi manjše porabe (zmanjšanje CO₂ emisij) ter zaradi prihrankov (zneskovnih) pri končnih uporabnikih, ki bodo lahko te prihranke uporabili drugje. V študiji je zapisana ocena, da bo z uvedbo pametnih števecov prihranek energije pri končnih odjemalcih (elektrika) okoli 3 %, prihranek pri končnih obremenitvah pa okoli 5 %. Kar v osnovi pomeni, da je upoštevajoč vse prihranke, ekonomska upravičenost uvedbe pametnih števecov pozitivna že za sistemske operaterje distribucijskega omrežja.

Študija podaja tudi predloge in izračune za financiranje uvedbe pametnih števec, ki v osnovi predvideva finančne vloške posameznih sistemskih operaterjev distribucijskega omrežja, manjkajoči del sredstev pa bi bil krit iz posebne postavke (omrežnina), ki bi jo plačeval vsak porabnik energenta. Posamezni SODO-ji so rezultate te študije izkoristili za posamezne projekte uvajanja pametnih števec na svojih področjih. V nadaljevanju bom opisal nekaj takih projektov.

V Elektro Gorenjska so na področju pametnih števec dejavni že od samih začetkov uvajanja pametnih omrežij v Sloveniji. Tako so v sodelovanju s podjetjem Iskra Sistemi prvi v Sloveniji tudi v praksi preizkusili napredne merilne tehnologije, ko so prenesli merilne podatke iz merilnih naprav pri uporabnikih preko transformatorskih postaj v merilne centre in naprej v zaledne sisteme. Za te odjemalce je tako zdaj na voljo petnajst minutno spremljanje merilnih podatkov porabe energentov. V okviru svojih projektov so preizkušali različne funkcije, ki jih zahtevajo od pametnih števec. Pomembno je omeniti interoperabilnost, ko so v svojih projektih uporabljali opremo različnih proizvajalcev in jo združili v napredno merilno infrastrukturo ter na ta način pomagali podati smernice za standardizacijo take opreme, ki se bo vgrajevala v napredne merilne sisteme. Pomembno je omeniti tudi njihov projekt, ko so za približno 300 odjemalcev, ki so imeli vgrajene pametne števece, preizkusili merjenje in pošiljanje podatkov o porabi ostalih energentov. Poleg porabe elektrike so tako odčitavali porabo plina, vode in tople vode, ki so jih preko svoje infrastrukture pošiljali v zaledni sistem preko konceptorjev v transformatorskih postajah preko PLC. Po uspešnem zaključku tega projekta ponujajo tako pridobljene podatke tudi ostalim podjetjem, ki so zainteresirana in upravičena do teh meritev porabe (dobavitelji). Na podlagi vseh pozitivnih izkušenj in prednosti, ki jih prinaša napredna merilna infrastruktura, so začeli leta 2011 z zamenjavo vseh obstoječih indukcijskih števec (okoli 83.000 gospodinjstev in manjših podjetij), ki jih bodo predvidoma v petih letih zamenjali (Jerina, 2010) s pametnimi števci, in bo na ta način za vse odjemalce z njihovega območja omogočeno redno daljinsko popisovanje števec. Najprej števec za porabo elektrike, kasneje pa tudi za ostale energente.

Na območju SODO Elektra Maribor so z uvajanjem pametnih števec s pripadajočimi prilagoditvami v transformatorskih postajah (koncentratorji) začeli leta 2010. Arhitekturna zasnova napredne merilne infrastrukture je enaka, kot jo je predvidela študija EIMV (Souvent, Omahen & Kosmač, 2010b), in sicer povezava pametnih števec preko DLC s podatkovnimi koncentratorji in naprej do merilnih centrov. Pri uvedbi pametnih števec so upoštevali tudi zahtevano funkcionalnost uvedbe možnosti oddaljenega izklopa ali vklopa dobave energenta za posamezno merilno mesto. Po podatkih Elektra Maribor (Število nameščenih števec, 2015) so do konca leta 2015 opremili že 53 % vseh merilnih mest z njihovega območja. Po njihovih predvidevanjih bodo do konca leta 2025 opremili vsa merilna mesta s pametnimi števci. Z uvajanjem pametnih števec se tako približujejo tudi želeni uvedbi zasnove pametnih omrežij.

Elektro Celje je v letu 2015 začel s projektom Flex4Grid. To je projekt, ki ga financira Evropska komisija in vključuje tudi raziskovalne institucije, industrijo in elektro distributerje iz drugih evropskih držav. Bistvo tega razvojnega projekta je v raziskovanju in razvijanju odprtega tehnološkega sistema za upravljanje podatkov ter zagotavljanje določenih storitev, s katerimi bodo lahko dinamično upravljali omrežje, na katerega vpliva poraba in proizvodnja električne energije. Zanimiv je tudi eden od ciljev celotnega projekta, in sicer, da bo ustvaril priložnosti tudi za druge udeležence, ki bodo vstopili na ta trg, in bodo lahko uporabljali pridobljene podatke in narejene vmesnike, ki bodo nastali v tem projektu.

Japonsko – Slovenski demonstracijski projekt. Leta 2012 je slovenska agencija SPIRIT podpisala sporazum o sodelovanju z japonsko agencijo za nove energetske in industrijske tehnologije (NEDO). Sporazum je bil podpisan za sodelovanje na področju pametnih omrežij in pametnih skupnosti. Glavni namen tega sporazuma je krepitev sodelovanja med podjetji iz obeh držav, ki se ukvarjajo z naprednimi tehnologijami na energetskem področju. Ta sporazum določa izvedbo demonstracijskega projekta s področja pametnih omrežij. Na japonski strani bo sodelovalo podjetje Hitachi, na slovenski strani pa konzorcij slovenskih podjetij in slovenskih izobraževalnih ustanov. Ocenjena vrednost projekta znaša 60 milijonov EUR in je podprt tudi s strani slovenske vlade. Vsaka od strani naj bi za projekt prispevala polovico sredstev.

Projekt NEDO pametnih omrežij je razdeljen na tri sklope, ki jih bo pokrival, in za katerega bodo pripravljene demonstracijski projekti:

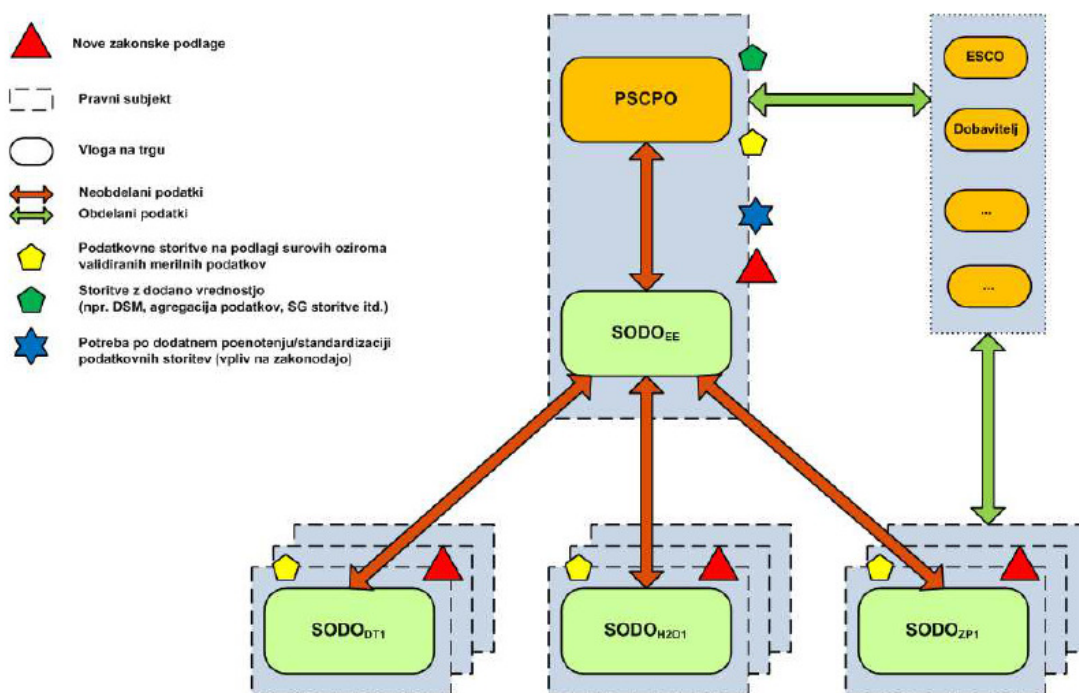
- Integriran sistem upravljanja distribucijskih omrežij (angl. *Distribution Management System*), ki bi ga uporabljala vsa distribucijska podjetja.
- Prikaz rešitev s področja upravljanja s porabo (angl. *Demand side Management, Demand response*), ki bo v primerih, ko bo predvideno povečanje porabe električne energije in proizvodnje (iz različnih virov), omogočilo učinkovito prilagajanje odjema energije iz distribucijskih omrežij. V ta okvir pride tudi namestitve pametnih števec in prikaz vpliva meritev, zajetih s pametnih števec na uravnavanje odjema energije.
- Projekt, s katerim bo uveden sistem celostnega upravljanja z energijo (angl. *Energy Management System*). Ta bo v urbanih območjih omogočal nadzor in vodenje celostne preskrbe z energijo.

Načrtovan začetek projekta je v sredini leta 2016 in bo eden večjih projektov s tega področja v Evropi. Po zaključku projekta, v katerem bodo zaradi svoje obsežnosti morala sodelovati tudi večja slovenska mesta in ostale državne ustanove, se bo vsa uporabljena oprema prenesla v lastništvo novega državnega podjetja. Pomemben cilj demonstracijskega projekta je tudi v tem, da se omogoči sodelujočim podjetjem, ki so pridobila znanja in nove tehnološke rešitve in so preizkušena v realnem svetu, da vse to uporabijo tudi na trgih v tujini in na ta način pridobijo konkurenčno prednost.

8.3 CBA analiza uvedbe AMI v Sloveniji

V skladu z direktivo (Komisija Evropskih skupnosti, 2009a) je EU zavezala članice, da naredijo analizo uvedbe sistema naprednega merjenja v okviru ekonomske analize stroškov in koristi (CBA analizo) ter analizo časovne primernosti uvedbe. Za izvedbo te analize je bila v Sloveniji zadolžena Agencija za energijo. Zanje sta jo izvedli podjetji DNV Kema in Korona (JARSE, 2010) in je bila zaključena šele leta 2014. Ta analiza je osnova, s katero je Slovenija sporočila Evropski uniji pripravljenost za uvedbo napredne merilne infrastrukture. Analiza je poleg ekonomske (stroškovne) analize vključevala tudi različne scenarije uvedbe (število upravičenih zamenjav) tako za meritve električne energije kot tudi scenarij uvedbe za merjenje porabe plina. Preučevala je vse dejavnike, ki se pojavljajo na trgu energentov in ocenila koristi in stroške, če bi se uvedlo napredno merjenje. Proučevani so bili vidiki končnih uporabnikov, proizvajalcev in dobaviteljev energentov, distributerjev in ocena koristi za celotno družbo. Poleg osnovne analize CBA je študija ocenila primernost posameznih predlaganih arhitekturnih modelov naprednega merjenja.

Slika 13: Predlagani model naprednega merjenja v Sloveniji



Vir: JARSE, Analiza stroškov in koristi uvedbe naprednega merjenja v Sloveniji – končno poročilo, 2014, str. 29.

Te modele je podal naročnik študije, ki je predlagal štiri modele, v katerih so bili definirane različne vloge posameznih udeležencev in tehnične rešitve, ki bi jih uporabili v samem sistemu naprednega merjenja. Slika 13 prikazuje predlagan model in predvideva vključevanje distributerjev vseh energentov (elektrika, plin, voda, toplota).

Bistvo tega modela je v novem neodvisnem subjektu (PSCPO), ki bi zbiral podatke vseh distributerjev posameznih energentov. PSCPO bi bil del SODO (električne energije), njegova glavna naloga pa bi bilo združevanje vseh pridobljenih podatkov. Te podatke bi nato posredoval vsem zainteresiranim udeležencem na trgu, na primer posameznim dobaviteljem za potrebe obračunov, državnim ustanovam za različna poročanja in analize. Pomembno je, da bi bil za vse udeležence omogočen enakopraven dostop do podatkov. To bi lahko zagotovili, ker SODO ni del nobenega podjetja, ki bi se ukvarjalo z dobavo energentov, in bi lahko na tak način omogočil kateremu od dobaviteljev nepoštenu konkurenčno prednost. Tudi stroškovno je ta model najbolj priporočljiv, saj ni potrebe po dodatnih stroški zaradi nove komunikacijske infrastrukture, ker bi lahko uporabljali sistemske števec, ki se uporabljajo za potrebe daljinskega odčitavanja porabe električne energije, ter podatkovne koncentratorje, ki dostavljajo podatke v merilne centre. Ob enem pa bi lahko uporabili že obstoječo infrastrukturo, ki jo ima SODO. Če bi sprejeli odločitev, da se uvede pametne števec samo za merjenje porabe plina in elektrike, bi bil glede na rezultate te študije bolj primeren drug model, ki ne predvideva posebnega centra za zbiranje podatkov vseh pametnih števec. V primeru tega modela bi vsak distributer posameznega energenta zbiral podatke in jih neposredno izmenjeval s posameznimi dobavitelji energentov ali drugim zainteresiranim udeležencem trga. Analiza je pripravila poleg prej omenjenih ocen stroškov tudi nabor minimalnih zahtevanih funkcionalnosti, ki jih morajo imeti pametni števeci. Nabor teh funkcionalnosti je enak, kot jih zahteva EU v svoji direktivi. Ta izvedena analize CBA predstavlja osnovo, na podlagi katere mora vlada Republike Slovenije sprejeti odločitev ter predpisati postopke za zagotavljanje uvedbe naprednih merilnih sistemov, pri tem pa mora upoštevati tudi primere dobrih praks do zdaj uvedenih sistemov naprednega merjenja in ostale dejavnike, ki vplivajo na razvoj tega področja.

SKLEP

Zakaj in kako uvesti napredno tehnologijo (pametne števec) za merjenje porabe energentov? To je osnovno vprašanje, ki sem ga raziskoval v tej raziskovalni nalogi. Odgovori in vzroki za uvedbo ter način in posledice take uvedbe so v največji meri opisani v tej nalogi. Vzrokov za uvedbo pametnih števec je več. Izhajajo pa iz povečanja koristi za končnega uporabnika, iz povečanja nadzora nad distribucijo in prodajo energentov kot tudi zaradi zmanjšanja negativnih učinkov na okolje (zmanjšanje porabe CO₂), kot najpomembnejši vzrok pa poudarjam prihranke (manjša oziroma bolj racionalna poraba energentov), ki naj bi jih z uvedbo AMI dosegli. Za končne uporabnike je eden od glavnih argumentov za uvedbo AMI dejstvo, da trenutni načini popisovanja energentov ne omogočajo rednega mesečnega odčitavanja porabe energentov, do katerega so po priporočilih evropske direktive upravičeni. Tako ne morejo mesečno plačevati zneskov, ki ustrezajo dejanski porabi, ampak so primorani plačevati akontacijo. Posledično so ob letnih poračunih zneski zelo visoki, kar zna biti zelo neprijetno. Vsaj v Sloveniji je stanje popisovanja porabe energentov zelo različno in se zelo razlikuje od vrste energenta in področja, kjer živi končni uporabnik. Predvsem zaradi dejstva, da za vsakega od energentov ni skupne politike (tudi regulativa določanja cene

energenta je za vsakega posebej opredeljena), ki bi vsem energente določilo skupne načine in postopke popisovanja merilnikov porabe. Tako so distributerji posameznih energentov bolj kot ne prepuščeni sami sebi in svojim zmožnostim urejanja oziroma posodabljanja področja popisovanja ter predvsem svojim zmožnostim financiranja posodobitve merilne opreme. Še najbolj so na tem področju napredni distributerji in dobavitelji električne energije, ki imajo tudi največji interes za uvedbo AMI. Ta interes je najbolj povezan s finančnimi koristmi, ki bi jih taka uvedba prinesla. Predvsem zaradi možnosti nadzora nad porabo v koničnih obremenitvah, ko je cena energenta največja.

Evropske direktive so prinesle nekoliko večjo urejenost na področju popisovanja merilnih števecv. Tako so se države članice EU obvezale, da bodo sprejele vse potrebne zakonodaje in izvedle ustrezne analize, s katerimi morajo preveriti smiselnost uvedbe AMI. Hkrati pa je z direktivami predpisan nabor osnovnih funkcionalnosti, ki jih morajo pametni števcii podpirati. Ta nabor osnovnih zahtevanih funkcionalnosti je pomemben z več vidikov. Osnovni je doseganje zastavljenih ciljev, do katerih naj bi prišli z aplikativno izvedbo teh funkcionalnosti (dvosmerna komunikacija, možnost priklopa merilnikov drugih energentov, prikaz podatkov). Drugi vidik pa predstavlja arhitekturni model napredne merilne infrastrukture, ki mora vključevati vse zahtevane funkcionalnosti. Prava izbira takega modela predstavlja enega od ključev do uspešne uvedbe pametnih števecv. Kateri arhitekturni model AMI je pravi za posamezno državo, je odvisno od več dejavnikov. Najprej je potrebna odločitev, za katere energente bo potekalo zbiranje podatkov o porabi, ker sta za vsak posamezni energent različno (v Sloveniji) organizirana (regulirano) trg in zakonodaja. Če je odločitev za uvedbo AMI samo s področja merjenja porabe električne energije in plina, potem to lahko nekoliko poenostavi arhitekturni model v primerjavi z arhitekturnim modelom, ki bi vključeval še zbiranje in izmenjavo podatkov o porabi ostalih energentov. V tem drugem primeru bi morali biti vključeni še drugi distributerji in dobavitelji energentov, ki bi morali dostopati do tako pridobljenih podatkov preko neke točke, kar posledično poveča kompleksnost celotnega sistema, to pa poveča celotne stroške uvedbe. Odločitev, ali vključimo merjenje vseh energentov ali ne, je treba pretehtati tudi s strani odzivov končnih uporabnikov, namreč, če se najprej odločimo samo za merjenje porabe enega energenta, čez nekaj let pa vključimo še druge in bi bilo morebiti potrebno pri uporabnikih ponovno nameščati ali menjati druge merilnike, lahko to pri uporabnikih sproži negativne pomisleke, povezane z racionalnostjo uvedbe, in posledično vodi k nesodelovanju v celotnem sistemu napredne merilne infrastrukture. V celotnem sistemu napredne merilne infrastrukture pa je končni uporabnik ključni in najpomembnejši dejavnik za uspeh celotne zasnove naprednega merjenja. Zato je ključnega pomena, da se pri izbiri arhitekturnega sistema in njegovi uvedbi posveti dovolj pozornosti končnim uporabnikom. Na koncu je le od uporabnikov odvisno, ali bodo izkoristili vse prednosti naprednega merjenja in tako pripomogli k osnovnemu cilju uvedbe pametnih števecv – zmanjšanju porabe CO₂. Saj so končni uporabniki tisti, ki trošijo posamezni energent. Da bi pri njih dosegli maksimalni interes za izkoriščenje vseh prednosti pametnih števecv, jim je treba na pravi način pokazati, kako lahko pridobljene podatke o porabi energentov obrnejo v svojo korist. Teorija s

področja povratnih informacij (Darby, 2006) pravi, da je z uporabo neposredne povratne informacije (hišni prikazovalniki, spletni portali in podobno) možno doseči prihranke med 3 % in 15 %. Po drugi strani pa lahko s posredno povratno informacijo (na primer prikazi pretekle porabe na mesečnih računih) vseeno dosežemo do 10 % prihranke. Vendar so se prihranki v tistih državah (preučevane za namen te naloge), kjer so že uvedli pametne števec, pokazali, da znašajo pri končnih uporabnikih največ 5 %, drugje pa manj kot 3 %. Zato so v nekaterih državah EU že predlagali, da je uvedba obvezna samo za največje uporabnike.

Druga, mogoče malo bolj negativna stran uvedbe pametnih števec, ki se tiče predvsem končnih uporabnikov, je varnost in izkoriščanje pridobljenih podatkov. Namreč ena od osnovnih funkcionalnosti delovanja pametnih števec je tudi pridobivanje podatkov vsakih 15 minut (kar je koristno za distributerje energentov zaradi nadzora omrežja). To pomeni, da se lahko za vsakega uporabnika ugotovijo določene življenjske navade (na primer, kdaj prihaja in odhaja od doma) in se lahko ti podatki izkoristijo v negativne namene. Ob tem je treba omeniti, da živimo v dobi informacij in te so danes največ vredne. Ob tem ni odveč omeniti pomisleka, da so take informacije (o navadah uporabnikov) zelo veliko vredne. Te podatke lahko prodajo komercialnim podjetjem, ki bi lahko to izkoristili in končnim uporabnikom pošiljali ponudbe za nakup gospodinjskih aparatov. Prodaja takih informacij bi za podjetja, ki obdelujejo in zbirajo te podatke, lahko predstavljala dober vir prihodkov.

Zato je treba poudariti varovanje osebnih podatkov in zagotoviti ustrezno (največjo možno) raven varovanja teh podatkov. Predvsem zaradi tega je bilo v nekaterih državah doseženo, da uvedba pametnih števec ni obvezna, ker naj bi bila z uvedbo pametnih števec kršena evropska zakonodaja s področja človekovih pravic. Dodatno je v okviru varnosti treba upoštevati dejstvo, da bi bili praktično vsi domovi (in naprave) povezani v veliko omrežje, kar je potencialna nevarnost in predstavlja priložnost za neželen nadzor nad takim omrežjem. Menim, da je pri različnih analizah in v arhitekturnih modelih temu področju posvečene premalo pozornosti, sploh zaradi dejstva, da se tehnologija in načini vdorov v omrežja dnevno spreminjajo. Tehnologija, ki je vgrajena v sisteme AMI pa je lahko stara tudi več let.

V okviru uvedbe pametnih števec se premalo pozornosti namenja tudi nevarnosti za zdravje ljudi, saj naprave, ki so uporabljene v sistemih AMI, temeljijo na tehnologiji brezžičnih povezav, hkrati pa naprave pri svojem delovanju oddajajo elektromagnetno sevanje, ki je dokazano škodljivo za človekovo zdravje. Zaradi AMI se lahko v domu nekega končnega uporabnika pojavi nekaj novih naprav (pametni števec, hišni prikazovalnik in druge). Dodatno pa vse te naprave, ki so povezane v sistem AMI, za svoje delovanje potrebujejo energijo, kar je nekoliko v nasprotju z osnovno idejo uvedbe AMI, ker bo dejansko več naprav, ki bodo porabljale energijo (v tem primeru električno).

Glede na dejstvo, da v Sloveniji še ni masovno uvedena tehnologija pametnih števec, bi hipotezo, da bi z uvedbo pametnih števec ugodili zahtevam Evropske komisije po zmanjšanju uporabe energentov za 9% v devetem letu po sprejetju direktive (Komisija

Evropskih skupnosti, 2006b), zavrnil na podlagi študij primerov uvedbe v drugih državah. Tam so študije pokazale, da so prihranki energije po uvedbi AMI v večini primerov manjši. Lahko pa na podlagi teh študij primerov, kot je tudi razvidno iz naloge, sprejemem hipotezo, da se poraba energije za končne uporabnike po uvedbi pametnih števcov zmanjša. Hkrati pa bi z uvedbo napredne merilne infrastrukture za končne uporabnike in ostale udeležence v verigi distribucije in dobave energentov pridobili določene prednosti. Prednosti uvedbe se pokažejo tudi za distributerje energentov, ker lahko ti nadzirajo celotno omrežje energentov in pridobijo celotno (realno) sliko obremenjenosti omrežja. Dodatna korist uvedbe, ki bi jo imela celotna družba, se kaže tudi v uporabi pametnih omrežij in zasnovi pametnih mest, kjer so pametni števcji osnovni gradnik teh sistemov. Zaradi same uvedbe se pojavljajo tudi poslovne priložnosti za industrijo (tudi slovensko), saj je zaradi dokaj nove tehnologije in velikega trga priložnost za sodelovanje toliko večje (povezovanje več panog) in bi lahko na neki način tudi prevzeli vodilno vlogo pri uvedbi teh tehnologij. Po drugi strani pa bi bilo mogoče prav zaradi tega, ker je to dokaj novo področje in se pravi učinki pokažejo šele čez nekaj let, smiselno pretehtati vse možnosti ali počakati z uvedbo (in vzeti v zakup kazen, ki bi nam jo zaradi ne uvedbe dala Evropska komisija), da se najde prava tehnologija in se pokažejo vsi negativni in pozitivni učinki, ki bi jih zaznali pri uvedbah drugje po svetu, te pa bi potem lahko upoštevali pri uvedbi v Sloveniji. Pri tem pa raziskati tudi ostale načine, ki privedejo do prihrankov pri porabi energentov. Na primer povečanje investicij (subvencije iz strani države) v varčne gospodinjske aparate in ostale energetske potratne naprave ter v izobraževanje končnih uporabnikov na področju učinkovite rabe energije.

Vsekakor je po mojem mnenju uvedba pametnih števcov in z njimi povezanih omrežij korak v pravo smer in neizogiben korak v prihodnosti. Vendar se je treba zavedati, da uvedba ni samo tehnološki vidik (tehnologija), ampak sklop več področij, ki jih je pri uvedbi treba upoštevati. Tako ekonomski, pravno-zakonodajni, predvsem pa sociološki vidik, s končnim uporabnikom v glavni vlogi. Če se tem področjem posveti dovolj pozornosti, bo uvedba pametnih števcov uspešna.

LITERATURA IN VIRI

1. CENELEC. (2011). *Tehnično poročilo CEN/CLC/ETSI/TR 50572*. Bruselj: CENELEC Management Centre.
2. Darby, S. (2006). *The effectiveness of feedback on energy consumption: A review for Defra of the literature on metering, billing and direct displays*. Oxford: University of Oxford.
3. Dutch Energy Savings Monitor for the Smart Meter. (2014). Najdeno 12. januarja 2016 na spletnem naslovu <http://english.rvo.nl/sites/default/files/2014/06/DutchSmartMeter%20Energy%20savings%20Monitor%20final%20version.pdf>
4. Energetski zakon (EZ). *Uradni list RS*, št. 27/07 – uradno prečiščeno besedilo, 70/08, 22/10, 37/11.
5. Energetski zakon (EZ-1). *Uradni list RS*, št. 17/2014.
6. Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN). (2011). *Multi Utility Communication Standard*. Najdeno 15. marca 2016 na spletnem naslovu http://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/messwesen/documents/fnn_lh-muc_1-01_2011-07-04.pdf
7. Gerwen, R. J. F., Jaarsma, S., & Koenis, F. (2005). *Cost Benefit Analysis for Smart Metering*. Arnhem: Metering International.
8. *Hacking Smart Meters*. Najdeno 12. decembra 2015 na spletnem naslovu <http://www.stopsmartmetersbc.com/2014-10-23-theft-of-power-through-hacking-of-smart-meters/>
9. Institute of Communication & computer. (2015). *Study on cost benefit analysis of Smart Metering Systems in EU Member States*. Najdeno 30. marca 2016 na spletnem naslovu <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/AF%20Mercados%20NTUA%20CBA%20Final%20Report%20June%202015.pdf>
10. JARSE. (2010). *Uvajanje sistema naprednega merjenja v Sloveniji – posvetovalni dokument*. Maribor: JARSE.
11. JARSE. (2014). *Analiza stroškov in koristi uvedbe naprednega merjenja v Sloveniji – končno poročilo*. Maribor: JARSE.
12. JARSE. (2015). *Poročilo o doseganju nacionalnih ciljev na področju OVE in SPTE za obdobje 2012–2014*. Maribor: JARSE.
13. Jerina J. (2010). *Pametna omrežja v Elektro Gorenjska*. Najdeno 20. novembra 2015 na spletnem naslovu https://beta1.finance.si/files/2011-02-21/OE01_17_25.pdf
14. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New York: Prentice Hall.
15. Komisija Evropskih skupnosti. (2000). *Direktiva 2000/60/ES o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike*. Najdeno 22. maja 2011 na spletnem naslovu http://ec.europa.eu/health/endocrine_disruptors/docs/wfd_200060ec_directive_en.pdf
16. Komisija Evropskih skupnosti. (2004). *Direktiva 2004/22/EC o merilnih instrumentih*, Official Journal of the European Union. Najdeno 22. maja 2011 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:135:0001:0080:en:PDF>
17. Komisija Evropskih skupnosti. (2006a). *Direktiva 2005/89/EC o ukrepih za zagotavljanje zanesljivosti oskrbe z električno energijo in naložb v infrastrukturo*.

- Najdeno 28. julija 2013 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005L0089&from=CS>
18. Komisija Evropskih skupnosti. (2006b). Direktiva 2006/32/EC o učinkovitosti uporabe končne energije in energetske storitvah. Najdeno 28. julija 2013 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=URISERV:l27057&from=EN>
 19. Komisija Evropskih skupnosti. (2009). Standardisation mandate to CEN, CENELEC and ETSI in the field of measuring instruments for the development of an open architecture for utility meters involving communication protocols enabling interoperability M/441 EN Enterprise and industry directorate-general. Najdeno 25. marca na spletnem naslovu <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/mandates/index.cfm?fuseaction=search.detail&id=421#>
 20. Komisija Evropskih skupnosti. (2009a). Direktiva 2009/28/EC o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov. Najdeno 28. julija 2013 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>
 21. Komisija Evropskih skupnosti. (2009b). Direktiva 2009/72/EC o skupnih pravilih notranjega trga z zemeljskim plinom. Najdeno 28. julija 2013 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0072&from=EN>
 22. Komisija Evropskih skupnosti. (2009c). Direktiva 2009/73/EC o skupnih pravilih notranjega trga z električno energijo. Najdeno 28. julija 2013 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0073&from=EN>
 23. Komisija Evropskih skupnosti. (2012). Direktiva 2012/27/EC o energetske učinkovitosti. Najdeno 28. julija 2013 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=SL>
 24. Komisija Evropskih skupnosti. (2014). Benchmarking smart metering deployment in the EU-27 with a focus on electricity. Najdeno na 12. decembra 2015 na spletnem naslovu <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0356&from=EN>
 25. Ministrstvo za okolje in prostor. (2008). *Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2008-2016 (AN URE - 1)*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor
 26. Ministrstvo za okolje in prostor. (2011). *Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2011-2016 (AN URE - 2)*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor
 27. Ministrstvo za okolje in prostor. (2015). *Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2014-2020 (AN URE 2020)*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor
 28. Netbeheer Nederland. (2009). *Dutch Smart Meter Requirements v2.31*. Najdeno na spletnem naslovu <https://www.domotiga.nl/attachments/download/698/DSMR3.0-final-P1.pdf>
 29. *Ontario Energy Board Smart Price Pilot Final Report*. Najdeno 23. marca 2016 na spletnem naslovu <http://www.ontarioenergyboard.ca/documents/cases/EB-2004-0205/smartpricepilot/OSPP%20Final%20Report%20-%20Final070726.pdf>
 30. *Open meter standard*. Najdeno 12. decembra 2011 na spletnem naslovu http://www.openmeter.com/files/deliverables/Open%20Meter_D1%201_Requirement_s_v1.0_20090701.pdf

31. *Pametna omrežja GIZ*. Najdeno 15. marca 2016 na spletnem naslovu <http://www.giz-dee.si/pametna-omrezja>.
32. *Podatki o porabi energije v Evropi*. Najdeno 15. decembra 2015 na spletnem naslovu <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/statistics-illustrated>
33. Resolucija o Nacionalnem energetskega programu (ReNep). *Uradni list RS*, št. 57/04.
34. Scott M. (2009). *Energy Efficiency: How Italy Beat the World to a Smarter Grid*. Najdeno 14. aprila 2016 na spletnem naslovu <http://www.spiegel.de/international/business/energy-efficiency-how-italy-beat-the-world-to-a-smarter-grid-a-661744.htm>
35. *Seznam namestitev*. Najdeno 20. februarja 2016 na spletnem naslovu <http://ses.jrc.ec.europa.eu/project-maps>
36. Siderius, H.-P., Dijkstra, A. (2006). *Smart Metering for Households: Cost and Benefits for the Netherlands*. Haag: SenterNovem.
37. *Shematski prikaz koncepta pametnih mest*. Najdeno 5. marca 2016 na spletnem naslovu <http://www.startupbootcamp.org>
38. *Shematski prikaz Telegestore sheme*. Najdeno 5. marca 2016 na spletnem naslovu <http://www.metering.com/enel-telegestore-project-is-on-track/>
39. *Smart Metering Implementation Programme*. Najdeno 15. februarja 2016 na spletnem naslovu <https://www.smartenergycodecompany.co.uk/docs/default-source/sec-documents/sec-documents/technical-architecture-document.pdf?sfvrsn=5>
40. *Smart meter hacking tool released*. Najdeno 12. decembra 2015 na spletnem naslovu <http://www.zdnet.com/article/smart-meter-hacking-tool-released/>
41. Souvent A., Omahen, G., & Kosmač, J. (2010a). *Analiza učinkov sistema naprednega merjenja električne energije (AMI) v slovenskem distribucijskem EES. Študija št. 2031 – prvi del*. Ljubljana: Elektro Inštitut Milan Vidmar.
42. Souvent A., Omahen, G., & Kosmač, J., (2010b). *Analiza učinkov sistema naprednega merjenja električne energije (AMI) v slovenskem distribucijskem EES. Študija št. 2031 – drugi del*, Ljubljana: Elektro Inštitut Milan Vidmar.
43. *Število gospodinjev v Sloveniji*. Najdeno 12. decembra 2015 na spletnem naslovu http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2750107S&ti=&path=../Database/Okolje/27_okolje/03_27193_voda/01_27501_javni_vodovod/&lang=2
44. *Število nameščenih števecv*. Najdeno 30. marca 2016 na spletnem naslovu <http://www.elektro-maribor.si/index.php/omrezje/123-uporabniki/sistem-naprednega-merjenja>
45. *Uvedba pametnih števecv v EU*. Najdeno 30. marca 2016 na spletnem naslovu <http://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grids-observatory>
46. *Varnost pametnih števecv*. Najdeno 12. septembra 2010 na spletnem naslovu <http://www.zdnet.com.au/are-smart-meters-security-disasters-339303882.htm>
47. Wilhite H., Ling, R. (1995). Measured energy savings from a more informative energy bill. *Energy and buildings*, 22.
48. Wood, G., Newborough, M. (2007). Influencing user behaviour with energy information display systems for intelligent homes. *International Journal of Energy Research*, 31, 56-78.
49. World Watch Institue. (2014). *Smart Grid Investment Grows with Widespread Smart Meter Installations*. Najdeno 11. novembra 2015 na spletnem naslovu

http://vitalsigns.worldwatch.org/sites/default/files/vital_signs_smart_grid_final_pdf.pdf

50. *Zaključne ugotovitve težav s števci v Kanadi.* Najdeno 1. februarja 2016 na spletnem naslovu <http://www.collective-evolution.com/2016/01/20/ontario-pulls-plug-on-36000-rural-smart-meters-is-big-energy-imploding/>
51. *Zemljevid pokritosti z GSM signalom.* Najdeno 12. marca 2016 na spletnem naslovu <https://www.simobil.si/omrezje/zemljevid-pokritosti>
52. *Zdravje in pametni števci – raziskave vpliva elektromagnetnega valovanja na človeka.* Najdeno 12. decembra 2015 na naslovu <http://stopsmartmeters.org.uk/resources/resources-scientific-studies-into-the-health-effects-of-emr/>.

PRILOGE

PRILOGA 1: Slovarček uporabljenih kratic

AMI	Napredna merilna infrastruktura
AMR	Advanced metering reading (napredno odčitavanje)
CBA	Cost and Benefit Analysis – Analiza stroškov in koristi projekta
EU	European Union (Evropska unija)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ITK	Informacijsko telekomunikacijska tehnologija
JARSE	Javna Agencija Republike Slovenije za energijo
GIZ	Gospodarsko interesno združenje
GPRS	General Packet Radio Service je mobilna podatkovna storitev v okviru standarda GSM
GSM	Global System for Mobile communications – svetovni standard mobilnih komunikacij
MT	Manjša tarifa (obračun elektrike)
MUC	Multy Utility Communication Controler
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization
OFGEM	Office of Gas and Electricity Markets
PSCPO	Podatkovni storitveni center za pametna omrežja.
RF	Low power Radio Frequency
RS485	Standard za komunikacijo med elektronskimi električnimi števci
SPIRIT	Javna agencija RS za spodbujanje podjetništva, internacionalizacije, tujih investicij in tehnologije.
SML	Smart Message Language
VT	Višja tarifa (obračun elektrike)
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access