

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC
ETAPA 2 – Optimizarea costurilor la colectarea
datelor de la contoarele inteligente si metode de
îmbunătățire a profitului la transportul energiei
electrice
Număr contract 79/2016

Autori:

Echipa de implementare a proiectului:

Conf. dr. ing. Laurențiu - Mihai Ionescu

Conf. dr. ing. Alin – Gheorghiță Mazăre

Prof. dr. ing. Nicu Bizon

Prof. dr. ing. Gheorghe Șerban

Prof. dr. ing. Ioan Liță

Ș.l. dr. ing. Nadia Belu

Ș.l. dr. ing. Mihai Oproescu

Ș.l. dr. ing. Florin – Marian Bîrleanu

As. dr. ing. Grigore – Adrian Iordăchescu

CUPRINS

1. Obiective an 2017	3
2. Rezumatul etapei 2 – 2017	4
3. Descrierea științifică și tehnică și rezultate obținute	7
4. Concluzii	19
5. Bibliografie	19
6. Raport privind deplasarea în străinătate	20
7. Anexe: articole și agende originale	

1. Obiective an 2017

Obiectivul proiectului este implementarea unui sistem complet destinat monitorizării pierderilor care pot apărea în rețeaua de transport și distribuție a energiei electrice. Sistemul este compus dintr-o parte de achiziție a curentului electric în diferite puncte ale rețelei de transport, la nivelul de putere mic și mediu, dintr-o parte de procesare și stocare a datelor de intrare și dintr-o parte de interconectare a sistemului la sistemul general de contorizare a consumului de energie electrică în vederea centralizării.

La proiect lucrează o echipă compusă din următorii:

- Mincom Smart Solutions GmbH (Germania - directorul proiectului);
- AM Project Design & Consulting (Romania);
- Universitatea din Pitești (Romania) – denumit în continuare UPIT;
- E.On Distribuție Romania SA (Romania).

Proiectul se desfășoară pe mai multe etape (4 etape) pe intervalul 2016 – 2019. Contribuția principală a UPIT la proiect este dezvoltarea unui sistem experimental care permite achiziția consumului de curent de pe liniile de transport energie electrică și transmiterea datelor achiziționate către un server. De asemenea UPIT va pune la dispoziția aplicației finale servicii de furnizare a datelor achiziționate.

Etapă 2 poartă de numire de „Simularea și realizarea modelului experimental”. Etapa constă din mai multe activități:

Act. 2.1. Proiectarea simulatorului pornind de la medii de simulare existente

Obiectivele pentru 2.1 sunt:

- Simularea sistemelor de contorizare, plasate într-o structura de tip ierarhic, în rețeaua de distribuție a energiei electrice în vederea determinării consumului și a pierderilor care apar în rețea.
- Stocarea valorilor măsurate pe sisteme de test (echipamentele MDM care sunt utilizate în proiect) sau în mediul de simulare
- Integrarea dispozitivelor reale de măsură cu cele simulate
- Simularea unor ierarhii mari de dispozitive de măsură.

Act. 2.2. Implementarea si integrarea modelului experimental

În cadrul 2.2 avem următorul obiectiv:

Realizarea modelului experimental prin utilizarea componentelor hardware si software specificate.

Act. 2.3. Prelucrarea rezultatelor obținute cu simulatorul si cu modelul experimental.

Aici avem următoarele obiective:

- Utilizarea modelului experimental pentru testări funcționale de baza
- Utilizarea simulatorului la realizarea de scenarii complexe.

Act. 2.4. Masuri de stimulare financiara în vederea reducerii pierderilor

Obiectivul este:

Utilizarea datelor preluate de la simulator pentru stabilirea unui set de masuri.

2. Rezumatul etapei 2 – 2017

UPIT a avut următoarele atribuții pentru cele 4 activități din cadrul etapei 2:

Activitatea 2.1 a presupus realizarea unui mediu de simulare pentru efectuarea măsurărilor. În cazul nostru au fost elaborate următoarele simulatoare pentru diferite tipuri de consumatori:

- Sarcină variabilă cu consum activ. Sarcina este simulată prin introducerea unor becuri cu incandescență industriale cu consum variind între 75W – 150 W. S-a realizat o matrice 4 x 4 de astfel de becuri. Acest sistem este conectat la rețeaua de alimentare monofazată, 220V. Sistemul de simulare este operațional în laborator și pe teren.
- Sarcina variabilă consum activ și reactiv. Sarcina este simulată prin introducerea unor aparate de uz casnic și industrial cu consum variabil: boiler electric 700 W, video proiector 400 W și motor c.a. mașină industrială de găurit 500 W. Sistemul este conectat la rețeaua de alimentare monofazată, 220V. Sistemul este operațional în condiții de laborator și pe teren.
- Sarcină variabilă consum activ și reactiv. Sarcina este formată din 4 consumatori – 4 laboratoare de cercetare. Fiecare laborator are o serie de consumatori activi și reactivi: calculatoare, machete de consum redus, motoare de c.a., iluminare săli, video proiectoare sistem de fabricare a prototipurilor PCB constituit din: imprimantă laser PCB, cuptor, pompă vid, stand de plasare semiautomat circuite electronice. Sistemul este conectat la

rețeaua de alimentare trifazată, 380 V (220V/fază). Sistemul este operațional în condiții de laborator.

Activitatea 2.2 a presupus implementarea modelului experimental, pornind de la schema stabilită în ultimul raport de cercetare din etapa anterioară.

Așa cum s-a arătat, sistemele de colectare a consumului de curent sunt bazate pe circuitul EnOcean și asamblate de Pressac. Acestea asigură:

- Achiziționarea consumului de curent în gama: 2A – 600A, c.a., frecvența 50 Hz;
- Transmiterea datelor în rețeaua radio locală: 866 MHz frecvență, acoperire circa 20 m;
- Alimentarea sistemului de colectare a consumului de curent prin câmpul electric din jurul conductorului, fără a fi nevoie de altă alimentare suplimentară, în condițiile în care consumul de curent este de minim 2 A.

Pentru concentrator (denumit și gateway în unele articole) s-a utilizat un embedded PC Raspberry PI, bazat pe procesor ARM. Pentru comunicație s-au utilizat:

- Shield-ul GSM bazat pe sistemul Waspote pentru adaptare și un shield GSM/GPRS atașat la waspmote. Comunicația Raspberry → Waspote este RS232. Tipul comunicației GSM/GPRS;
- Microshield-ul Raspberry PI 3G/GSM dU3G. Comunicația cu Raspberry se face prin USB. Tipul comunicației GSM/3G;
- Interfața WiFi Raspberry PI. Comunicația cu Raspberry PI se face prin USB. Tipul comunicației WiFi 802.11b.

La implementarea modelului experimental o provocare a reprezentat-o și dimensionarea acumulatorilor. Inițial, au fost utilizați acumulatorii din kitul Libelium Ev. Kit. Caracteristicile erau: 6600 mA/h, 5V. Aceștia au fost utilizați împreună cu panourile fotovoltaice 7V, 500mA pentru încărcare.

Pentru o zi cu iluminare bună (mai exact între lunile mai – august) acumulatorii pot asigura autonomia totală pentru un regim de lucru normal. Problema o reprezintă funcționarea în celelalte luni. Soluția a fost utilizarea unor acumulatori cu capacitate mai mare. În acest sens a fost achiziționat în această etapă următorul sistem:

- Acumulator SunLight SPA 12-12, 12 A/h, 12V;
- Controler pentru încărcare 12V, 4A;
- Conector USB (de tip auto) care să permită alimentarea la 12V și asigurarea pe un port USB al tensiunii de alimentare pentru Raspberry PI și celelalte componente ale concentratorului.

Încărcarea acumulatorilor este asigurată de aceleași panouri fotovoltaice.

Activitatea 2.3 a presupus efectuarea mai multor experimente cu simulatoarele menționate mai sus și diseminarea rezultatelor în mai multe articole științifice. Articolele științifice au fost susținute la conferințele internaționale ModTech 2017, ECAI 2017, SIITME 2017 și CAR 2017. Volumele publicate la aceste conferințe sunt indexate în Web of Science (indexare ISI). Secțiunea următoare va reprezenta o sinteză a articolelor prezentate. De asemenea prezentarea modelului experimental funcțional s-a efectuat la 2 workshop-uri în acest an: primul la Sibiu, România în luna mai, anul 2017 și al doilea la Rosenheim, Germania, în luna octombrie 2017. La primul a fost prezentat modelul experimental folosind simulatorul 1 prezentat la activitatea 2.1 și un server demonstrativ realizat de noi în timp ce la cel de-al doilea modelul experimental a fost integrat cu sistemul centralizat software realizat de partenerii germani. La ambele prezentări rezultatele au fost pozitive, modelul experimental a fost capabil să achiziționeze consum de curent și să-l transmită într-o aplicație de centralizare rezultate (server).

Activitatea 2.4 (asociată și cu 2.3) reprezintă partea de proiectare a sistemului centralizat software pentru stimularea financiară și reducerea cheltuielilor. Așa cum s-a arătat, construirea software-ului nu intră în atribuțiile noastre (reprezintă un task pentru partenerii germani) dar în sarcina noastră au intrat următoarele:

- Proiectarea unei interfețe de preluare a datelor de la concentratoare și punerea într-un format compatibil cu sistemul software central. Pentru această interfață, după o anumită activitate de cercetare și de învățare, s-a ales utilizarea middleware-ului și back-end-ului WSO2 DAS și WSO2 DSS. Așa cum se va vedea în secțiunea următoare, acestea permit implementarea fluxurilor de evenimente (WSO2 DAS) și a serviciilor de acces date (WSO2 DSS);
- Proiectarea unui server demo care să realizeze achiziția și afișarea datelor colectate. Pentru acesta s-a utilizat pe server NodeJS iar pe client Angular 2 cu Bootstrap și GoogleMaps.

3. Descrierea științifică și tehnică. Rezultate obținute

ARTICOLUL PUBLICAT LA CONFERINȚA MODTECH 2017

SISTEM NONINVAZIV PENTRU MONITORIZAREA ECHIPAMENTELOR INDUSTRIALE (Non-invasive system for monitoring of the manufacturing equipment)

- REZUMAT -

Articolul prezintă modelul experimental utilizat pentru monitorizarea consumului de curent. Achiziția datelor se face cu senzori care utilizează surse de alimentare neconvenționale. O sinteză a acestora sunt prezentate în (1): alături de sursele de energie regenerabile care deja au devenit consacrate : fotovoltaic, eolian există și alte surse de energie care pot fi utilizate pentru alimentarea rețelelor de senzori: energia câmpului electric aflat în jurul conductorilor, energia mecanică a unor instrumente, curentul rezidual rezultat din anumite activități industriale. Așa cum deja s-a mai arătat, soluția noastră utilizează energia câmpului electric din jurul conductorului pentru alimentarea senzorului de curent și a etajului de transmitere radio în rețeaua locală a datelor. Alte soluții viabile cum ar fi utilizarea energiei provenite de la vibrații sau utilizarea unor elemente piezo pentru producerea energiei electrice (de exemplu din sunete – într-un mediu industrial în care sunetele sunt constante) sunt descrise în articolele (4) – utilizarea unor elemente mecanice de impact pentru obținerea de energie electrică, prezente pe anumite instrumente industriale care au mișcări periodice, (5) – elemente piezo care pot capta vibrații aperiodice și le pot converti în energie electrică sau lucrarea (6) în care sunt preluate, tot prin elemente piezo – vibrații de tip sunet (de mică intensitate comparativ cu cele mecanice) măsurate și convertite în energie electrică.

Totodată, energia câmpului electric din jurul conductorului este utilizată și pentru determinarea consumului de curent. Tehnologia de măsurare a consumului de curent non-invazivă (folosind conductorul izolat) este descrisă în lucrarea (2) – tehnologia descrisă aici este practic utilizată de noi la senzori. Utilizarea câmpului electric din jurul conductorului ridică anumite probleme – în special legate de nivelul foarte mic de semnal captat. Acesta trebuie prelat și utilizat un amplificator ultra-low power pentru ridicarea nivelului de semnal ca în (3).

După rezolvarea problemei achiziției consumului de curent de echipamente alimentate la surse de energie regenerabilă – deci total autonome din punct de vedere energetic – articolul conține și o analiză a capacităților de achiziție a consumului de energie electrică pentru sarcini dinamice, așa cum se întâmplă în toate cazurile reale de exploatare a energiei electrice. Un studiu de caz despre un astfel de sistem se prezintă și în lucrarea (8) – aici senzorii de curent sunt unii clasici însă (conectarea la rețea se face serie cu consumatorul – deci este o metodă invazivă).

În fine, determinarea consumului de curent pe termen mediu și colectarea acestuia într-un sistem software poate fi utilizată în multiple scopuri printre care și pentru determinarea unor probleme de exploatare al unor echipamente industriale.

Sistemul nostru, implementat sub forma unui model experimental, are următoarele caracteristici care reprezintă și avantaje, comparativ cu alte soluții similare:

- Soluție non invazivă pentru achiziționarea consumului de curent: senzorii de tip clește pot fi plasați în jurul conductorului de alimentare / transport energie electrică fără a fi necesară dezizolarea lui, întreruperea lui sau alte metode de intervenție.
- Soluție care nu necesită intervenții suplimentare în infrastructura monitorizată – fie ca vorbim de o instalație industrială sau de rețeaua de transport a energiei electrice: nu necesită cabluri de alimentare, nu necesită cabluri pentru transmisia datelor – comunicația este radio.
- Soluția permite monitorizarea consumului de curent pe termen mediu și lung fără lucrări de mentenanță suplimentare: soluția are un sistem de alimentare folosind energia câmpului din jurul conductorului fiind complet autonomă din punct de vedere energetic. Colectorul de date (concentratorul) posedă panou fotovoltaic care de asemenea asigură necesarul de energie și o autonomie energetică totală.
- Soluția software care rulează pe punctul central de achiziție, unde sunt colectate toate datele, permite o analiză în timp real sau pe anumite perioade de timp a consumului. Pe baza acestei analize se pot determina anumite probleme care pot apărea la echipamente sau regimul lor de exploatare.

O schemă bloc a sistemului, descrisă în articol, este prezentată în figura de mai jos:

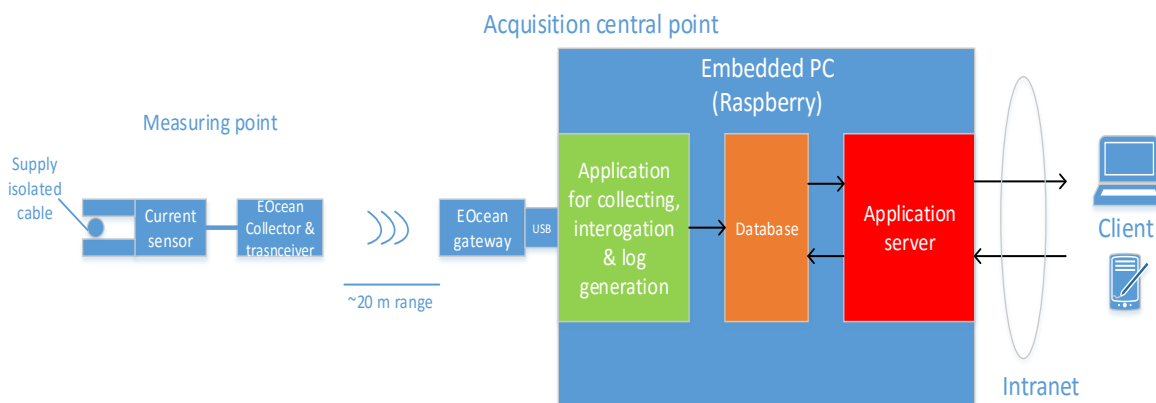


Figura 1

În figură pot fi observate componentele sistemului: punctul de măsură (measuring point) constituit din senzorul de curent și din etajul de transmitere date, punctul central de achiziție care este reprezentat de un embedded PC pe care pot rula două servere: unul de achiziție date și celălalt de interfață client. Aici are loc și analiza informațiilor recepționate. Figura 2 prezintă capturi cu

punctul de măsură (în partea stânga pe un banc de măsură în care există și un instrument convențional de măsură a curentului electric – ampermetru, în partea dreaptă monitorul pe care rulează aplicația client care se conectează la server-ul ce rulează pe embedded PC).

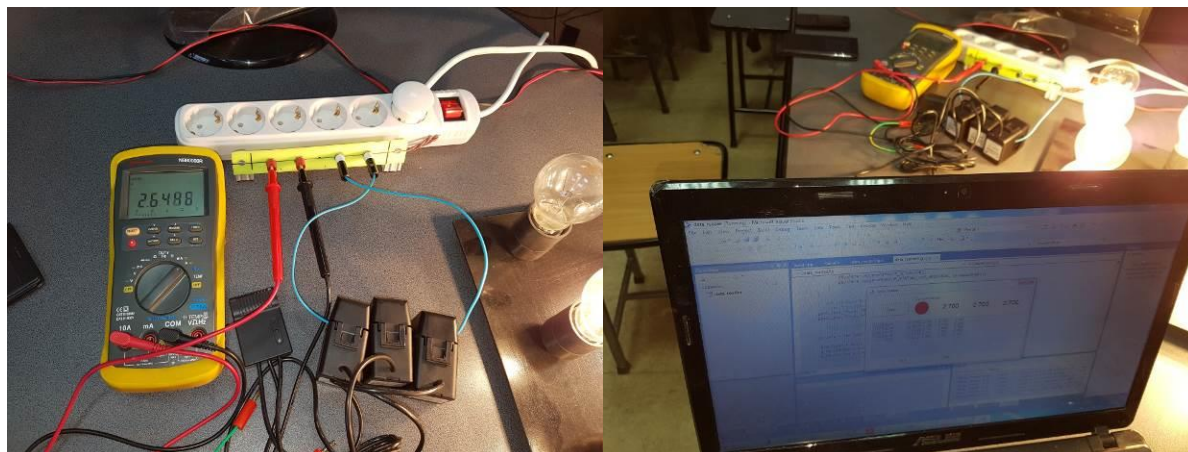


Figura 2

Un tabel cu măsurători comparative este prezentat mai jos:

Measured value (from clamp meter via wireless network) -A	Measured value (from amperemeter) – A	Difference (Error)
2.7	2.657	0.043
2.4	2.41	-0.01
2.1	2.073	0.027
1.9	1.854	0.046
1.6	1.593	0.007
1.4	1.42	-0.02
0	1.17	-1.17

Tabelul 1

Coloana stângă conține valorile captate de la senzori iar cea centrală valorile captate de la ampermetru. În coloana dreaptă sunt evidențiate diferențele.

Modul de plasare este evidențiat în figura 3

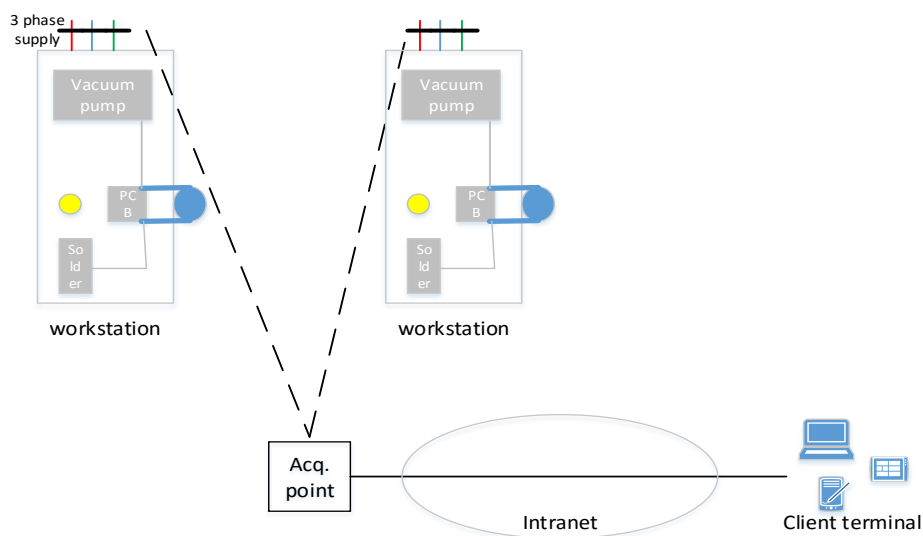


Figura 3

Se pot observa bancurile de lucru din întreprindere (montare cablaje) unde sunt plasate punctele de măsură și punctul central de achiziție. Printr-o rețea internă la punctul central de achiziție au acces utilizatori din echipa de mentenanță sau de management care pot monitoriza regimul de funcționare al uneltelor.

Articolul este atașat integral la anexa.

ARTICOLUL PUBLICAT LA CONFERINȚA ECAI 2017

SISTEM DE MĂSURARE AL CONSUMULUI DE CURENT PENTRU DETECTAREA PIERDERILOR CARE APAR ÎN REȚEAUA DE TRANSPORT A ENERGIEI ELECTRICE (Electricity consumption measurement system for detecting losses occurring in power transmission networks)

- REZUMAT -

În acest articol este prezentat sistemul destinat monitorizării și detectării pierderilor care apar în rețeaua de transport energie electrică. Caracteristicile care evidențiază sistemul bazat pe modelul experimental sunt următoarele:

- Ușurință în instalare – nu necesită nici o intervenție în infrastructura de transport energie electrică iar senzorii de curent pot fi plasați/mutați cu ușurință (senzori clește care se plasează pe cablul izolat – așa cum am arătat deja).
- Posibilitatea de colectare a datelor într-o rețea radio locală de la mai multe puncte de măsură. Un concentrator (echipament de colectare date) poate recepționa datele de la 15 puncte de măsură dispuse într-o rețea radio locală.

- Nu necesită intervenții periodice de mentenanță. Atât senzorii cât și colectorul sunt independente energetic deci nu este necesară schimbarea bateriilor sau altceva.
- Analiza se face printr-o aplicație ce rulează pe server în care datele achiziționate sunt comparate cu date provenite de la client.

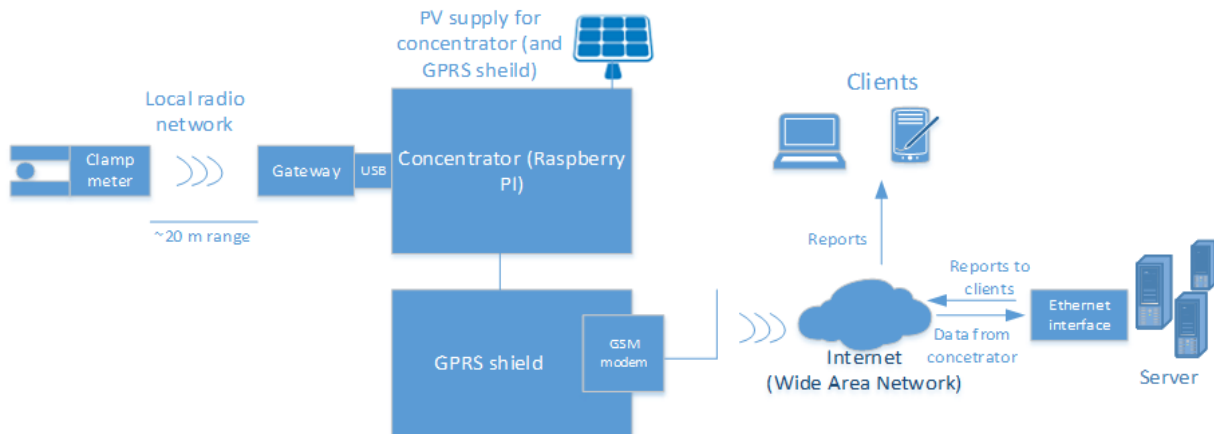


Figura 4

Figura prezintă o schemă bloc a sistemului (bazat pe modelul experimental). Senzorii clamp-meter prezentați în partea stângă, concentratorul care permite colectarea prin gateway a datelor de la mai mulți senzori (de la mai multe puncte de colectare) și care posedă un GPRS shield prin care datele sunt transmise la distanță chiar utilizând rețeaua internet și, în fine, server-ul unde datele sunt colectate constituie sistemul prezentat în acest articol.

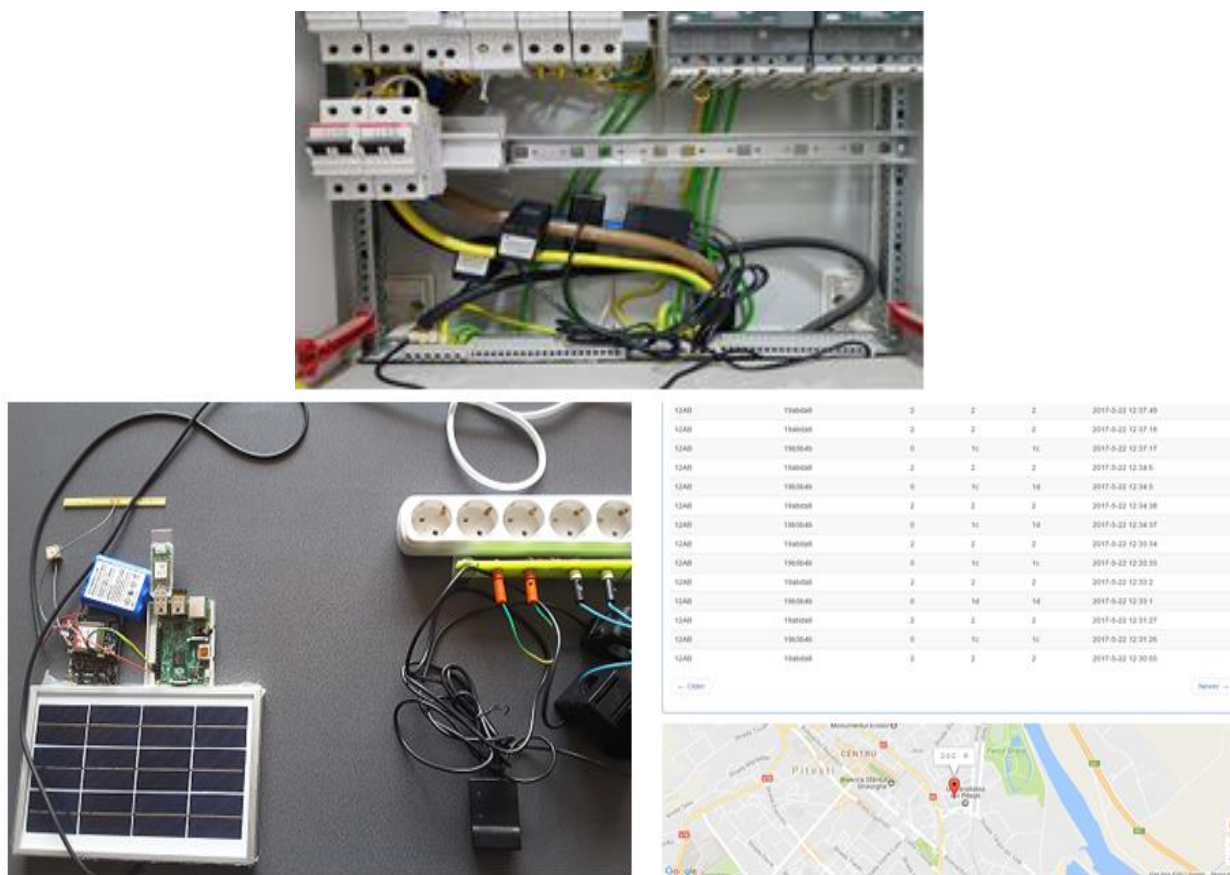


Figura 5

În figura 5 se pot observa: sus senzorii de curent plasați pe conductor la un panou de curent în timp ce achiziționează informații legate de consumul de curent, jos stânga concentratorul care preia prin gateway datele de la senzori (gateway-ul este dispozitivul conectat pe USB în partea de sus a concentratorului), și jos în dreapta se poate observa o captură cu aplicația de monitorizare. Se poate vedea o listă cu valorile de curent captate și o hartă cu poziționarea punctelor de măsură.

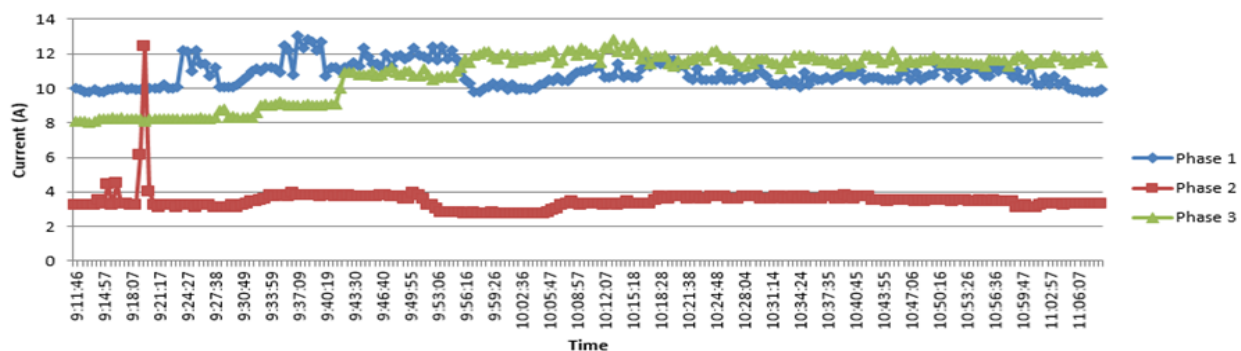


Figura 6

Valorile capturate de curent pot fi afișate prezentând astfel o evoluție a consumului de curent pentru un anumit interval de timp, așa cum se poate observa în figura 6.

SISTEM INTELIGENT DE DETERMINARE A PROFILULUI CONSUMATORULUI ȘI DE ALERTARE LA ABATERI DE LA ACEST PROFIL (Intelligent system for determining the consumer profile and generate alarm in case of significant deviations from the profile)

- REZUMAT -

În acest articol este prezentat un sistem (bazat pe modelul experimental) care este utilizat pentru identificarea profilului unor consumatori de energie electrică – pot fi grupuri de consumatori (un cartier de exemplu) sau un singur consumator. De asemenea sistemul este utilizat pentru detectarea unor abateri de la acest profil și alertare. Alături de componentele deja descrise în secțiunile anterioare ale modelului experimental: senzori de curent, concentrator, server aici apare un etaj important pe server: etajul destinat procesării avansate a evenimentelor și etajul de analiză a profilului ce utilizează inteligența artificială (mai exact rețelele neuronale).

O schemă a sistemului este prezentată în figura 7.

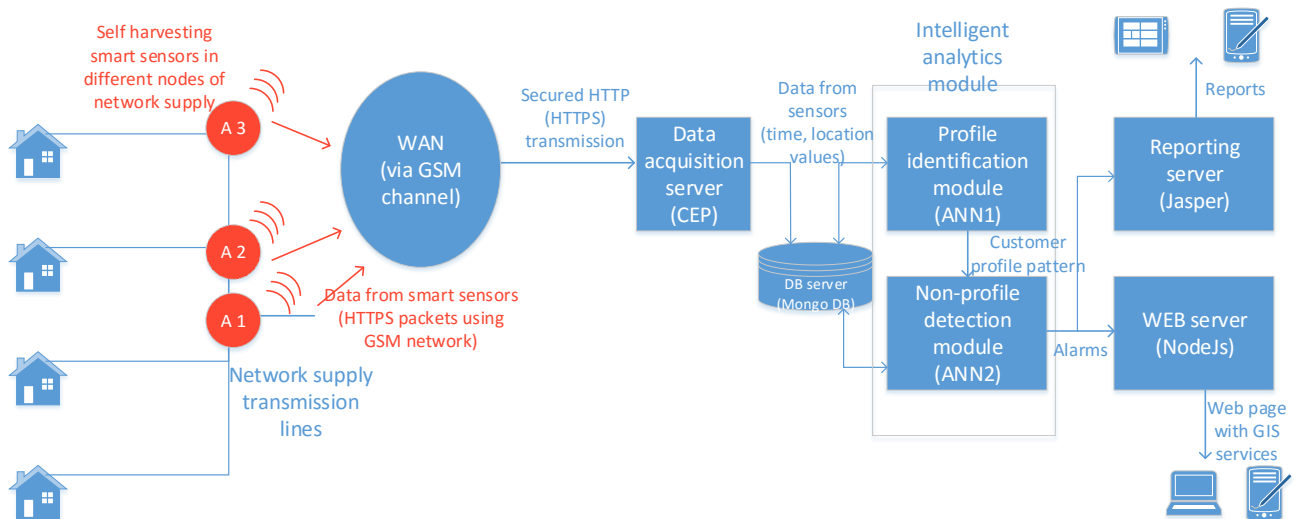


Figura 7

În primul rând, senzorii de curent utilizează principiul achiziției curentului prin câmpul electric în jurul conductorului izolat. Deci sunt soluții de monitorizare non -invazive. Foarte important este că ei pot fi cu ușurință plasați în diferite puncte ale rețelei de alimentare cu energie electrică. Astfel se asigură o monitorizare a consumului de curent începând de la un nod central la care sunt conectați mai mulți consumatori și terminând cu un singur consumator. De exemplu, în figura 7

A1 monitorizează consumul de curent pentru o rețea de distribuție a energiei electrice care ajunge la 4 consumatori, A2 la o ramură care ajunge la 2 consumatori și A3 la o ramură cu un singur consumator. Ideea este că pot fi efectuate fie măsurători în paralel pe diferite ramuri ale rețelei (deci având A1, A2 și A3 monitorizate în același timp) sau măsurători secvențiale: o perioadă de timp se monitorizează consumul de curent în A1, apoi consumul de curent în A2 și în final A3. Astfel se poate identifica un profil pentru cei 4 consumatori apoi treptat se ajunge la un singur consumator.

Senzorii pot transmite informațiile într-o rețea locală sau în rețeaua WAN la distanță. De aici datele ajung la un server central. Pe acesta rulează mai multe aplicații:

- O aplicație pentru preluarea evenimentelor – la noi sunt datele care provin de la senzori: valori ale consumului de curent pe diferite ramuri ale rețelei.
- Un modul de analiză inteligentă bazat pe rețele neuronale artificiale. Acesta învață un profil de consumator pentru un anumit interval de timp. Având acest profil învățat modulul poate mai departe să facă o analiză și să recunoască acest profil și eventuale abateri de la el.
- Abaterile de la profil ca și informații legate de sistem sunt indicate prin interfețe client atât la un motor de raportare cât și la o interfață web.

Analiza se face prin utilizarea sistemului de procesare al evenimentelor complex WSO2 DAS (este open source și free în versiunea on premise). O caracteristică foarte importantă este posibilitatea de a edita vizual fluxul de evenimente, așa cum se poate vedea în figura 8.

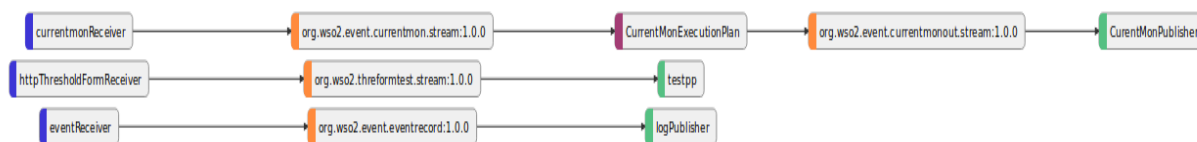
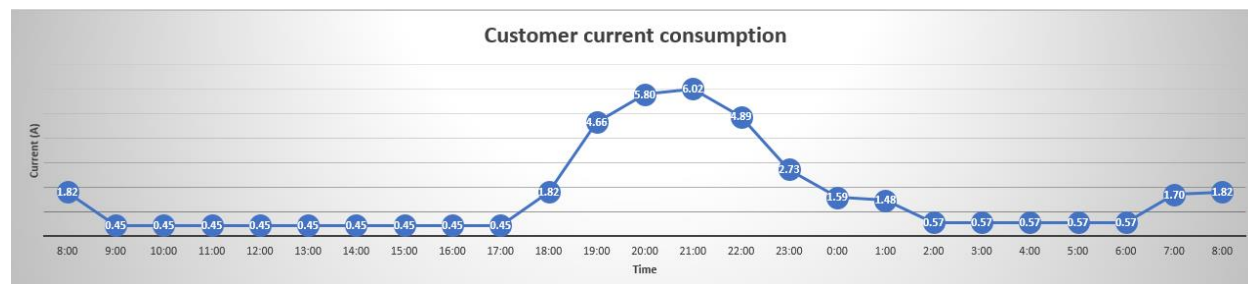


Figura 8

Un exemplu de profil învățat și profil recunoscut este prezentat în figura 9:



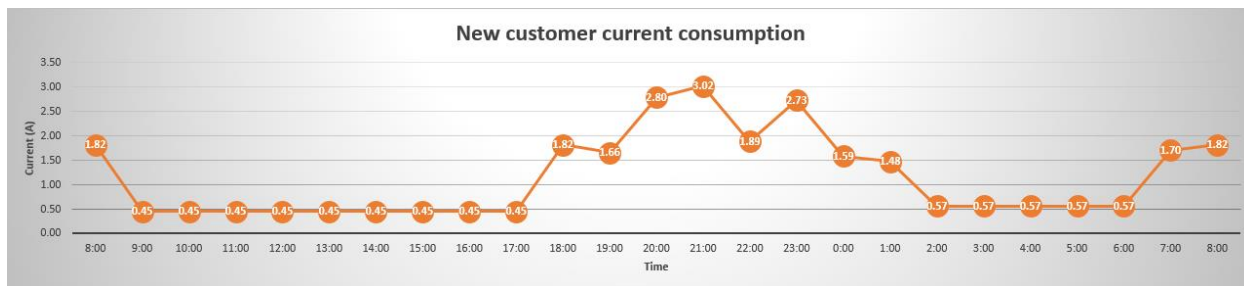


Figura 9

În partea de sus a figurii 9 este un profil care a fost învățat iar în partea de jos un profil care este înregistrat și care este comparat cu cele învățate. Spre deosebire de compararea clasică între două șabloane achiziționate, testarea unui șablon învățat se face recunoscând șabloane aproximative, cu mici abateri de la șablonul învățat. Nu este vorba de o comparare de gen matching ci mai degrabă de o identificarea unor profiluri aproximative asemănătoare cu cel învățat. Mai mult, instrumentul de analiză este capabil să cuantifice deviația de la profilul învățat.

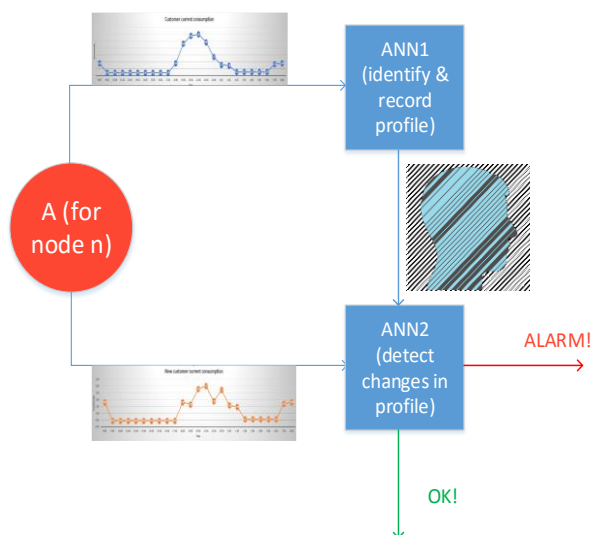


Figura 10

În figura 10 se poate observa algoritmul utilizat pentru învățarea și testarea profilului consumatorului pentru fiecare nod în parte.

WORKSHOPUL DE PREZENTARE MODEL EXPERIMENTAL, SIBIU, MAI 2017

Primul workshop organizat în acest an a avut loc la Sibiu, în perioada 20 – 24 mai 2017. La workshop au participat toți partenerii.

MinCom Smart Solutions, Germania	3 participanți
AM Project, România	4 participanți
Universitatea din Pitești, Romania	2 participanți

DelGaz Grid, Romania	3 participanți
----------------------	----------------

Agenda completă a întâlnirii este prezentată în anexă. Ea a cuprins următoarele elemente prezentate pe scurt în cele ce urmează:

- Metodele de implementare a server-ului pentru aplicația centrală (Revenue Assurance RA):
 - o Soluția 1: utilizarea unor servere (locații diferite sau aceeași locație) pentru bazele de date și pentru aplicație și interfața GUI iar interfața de analiză și aplicația client să ruleze pe computer-ul beneficiarului (de exemplu la sediul DelGaz);
 - o Soluția 2: utilizarea unei singure stații pe care să se afle toate cele 4 componente (slide-urile 1 și 2 din prezentare workshop). Soluția agreată de reprezentanții beneficiarului ar fi a doua în acel moment.
- Descrierea și discuții asupra fluxului de comunicație pornind de la senzorii de curent și ajungând la rețeaua DelGaz. Principala problemă dezbătută aici a fost cea a asigurării securității și confidențialității datelor din rețeaua DelGaz (slide-ul 3 și 4).
- Prezentarea unei soluții alternative în care server-ul RA proiectat în cadrul proiectului să fie integrat ca o parte componentă a sistemului IT al beneficiarului (DelGaz în cazul nostru) (slide-ul 5). Datele confidențiale de pe servere-le DelGaz ar putea fi furnizate automat sau manual.
- Soluții pentru integrarea pilotului și instalarea acestuia într-un mediu de operare. Mediul de operare al pilotului va fi constituit din trei noduri de rețea plasate în 3 localități diferite în Bacău (slide-ul 6).
- Detalii asupra contoarelor de tip Smart Metter pe care beneficiarul le posedă. S-au prezentat formatele de date pe care un astfel de contor le poate furniza pentru a putea fi preluate de aplicația centrală (slide 7).
- Detalii tehnice despre administrarea și configurarea senzorilor de curent: elementul distinctiv, cum pot fi alocate în aplicație, tipul de date citit de la senzor și posibilitatea integrării în aplicație, cum se poate determina care faza la care este conectat un clește (slide 8).
- Stabilirea punctelor de citire de la nivelul rețelei de transport energie: coordonate geografice prin GPS sau stabilirea unor puncte fixe de măsurare (slide 9).
- Instalarea și deconectarea senzorilor de curent de la rețea: etape, operații efectuate de către tehnicieni (slide 10).
- Selectarea unei zone de montare a sistemului pentru o campanie de reducere a consumului de energie prin monitorizare și detectare pierderi (slide 11).
- Stabilirea programului de tarificare în funcție de pierderile detectate prin introducerea unor bonusuri (slide 12, 13).
- Implementarea programului de tarificare diferențiat: soluția cu o a doua factură în care să fie componente de tip bonus (slide 14).

Alături de discuțiile asupra punctelor de mai sus, agenda (slide 15) a conținut și o sesiune de demonstrație asupra funcționalității sistemelor următoare:

- Prezentare a senzorilor de curent și a concentratorului funcționând – sesiune prezentată de noi (UPIT). S-au utilizat un simulator monofazat de sarcina variabilă, doi senzori de curent, un concentrator și un server demonstrativ. Toate elementele au fost proiectate de UPIT iar funcționarea a avut loc cu succes.
- Prezentarea a aplicației demonstrative pentru reducerea consumului de energie. Prezentarea a fost făcută de partenerul din Germania.

WORKSHOPUL DE INTEGRARE MODEL EXPERIMENTAL, ROSENHEIM, OCTOMBRIE 2017

Al doilea workshop din acest an a avut loc în intervalul 10 – 19 octombrie 2017 cuprinzând o participare la Târgul Internațional din Brno, Cehia și workshop-ul propriu zis care a avut loc la Rosenheim, Germania.

Aici au fost următorii participanți:

MinCom Smart Solutions, Germania	3 participanți
AM Project, România	4 participanți
Universitatea din Pitești, Romania	2 participanți
DelGaz Grid, Romania	1 participant

În anexă este prezentată agenda completă a întâlnirii. Agenda s-au canalizat pe următoarele subiecte:

- Instalarea senzorilor de curent (discuții):
 - o Utilizarea senzorilor de curent trifazat și monofazat;
 - o Proiectarea carcasei pentru condiții de funcționare outdoor;
 - o Achiziționarea echipamentelor și pregătirea lor.
- Integrarea sistemului (sesiune demonstrativă):
 - o Sesiunea demonstrativă pentru integrarea concentratorului și a senzorilor de curent cu aplicația server centrală (obiectiv: plasarea datelor în BD a aplicației server centrale);
 - o Integrarea concentrator – aplicație server la distanță prin utilizarea rețelei locale;
 - o Integrarea concentrator – aplicație server la distanță prin utilizarea comunicației GSM;
- Comunicația datelor de la AMMS DG la serverul central (discuții):
 - o Achiziționarea de date de la 3 contoare inteligente care operează lunar din 12.2017.
- Diseminarea datelor la proiect (discuții):

- Publicații în 2017 ce pot fi raportate;
- Contribuții la comunitatea ERA NET SG+.
- Caracteristici ale concentratorului (sesiune de discuții tehnice):
 - Tratarea coliziunilor care pot apărea în rețeaua radio locală;
 - Sincronizarea ceasului și actualizarea orei;
 - Comunicația cu server-ul central.
- DelGaz Grid (discuții):
 - Tipul de comunicație acceptat de structura IT DG;
 - Analiza datelor disponibile de la contoare și evaluarea acestora, discuții asupra metodelor de tratare a tensiunilor nenule la oprirea alimentării;
 - Activități ale echipei DelGaz Grid.

Așa cum se poate observa în agendă, o etapă principală a workshop-ului a constat într-o demonstrație a primei integrări a sistemului: comunicația dintre concentrator și server-ul central. S-au utilizat consumatori reali, un senzor de curent, un concentrator și un server pe care rulează o variantă a aplicației server centrale. Sistemul a funcționat, la nivelul server-ului au fost înregistrate datele privind consumul de curent pentru diferiți consumatori – obiectivul propus în agendă a fost atins. Demonstrația a fost efectuată de noi (UPIT) și de partenerii din Germania (dezvoltatori ai aplicației server centrale).

REZULTATE LIVRATE

Rezultatele livrabile la această etapă au fost următoarele:

- Un model experimental complet funcțional: două sisteme de colectare a consumului de curent, un concentrator;
- Interfața cu sistemul software central;
- Server-ul demonstrativ: plasat pe un cont cu acces public;
- 7 articole de cercetare publicate la conferințe internaționale în care s-au expus rezultatele obținute cu modelul experimental și cu simulatoarele;
- Participarea la 2 agende cu rezultatele întâlnirilor de la cele 2 workshop-uri.

4. Concluzii

Concluziile care se trag din această etapă sunt următoarele:

- S-a proiectat, dezvoltat și integrat sistemul constituit din senzorii de curent și din concentrator;
- S-au efectuat două sesiuni demonstrative pentru prezentarea sistemului de achiziție consum de curent, de colectare și de transmitere către server-ul central: una în care a fost prezentat funcțional sistemul iar alta în care a fost integrat împreună cu aplicația server centrală;
- S-au diseminat rezultatele obținute prin utilizarea modelului experimental atât în workshop-uri dar și la conferințe internaționale unde au fost prezentate soluții în care se poate utiliza sistemul cum ar fi: monitorizarea regimurilor de funcționare pentru echipamentele electrice industriale, monitorizarea transportului energiei electrice și determinarea eventualelor pierderi, determinarea inteligentă a unui profil de consumator și semnalizarea abaterilor de la acesta;

Următorul pas este implementarea pilotului și instalarea acestuia într-un mediu real de exploatare indicat de partenerul beneficiar al proiectului.

Bibliografie

- [1] A.S.M. Zahid Kausar, Ahmed Wasif Reza, Mashad Uddin Saleh, Harikrishnan Ramiah *Energizing wireless sensor networks by energy harvesting systems: Scopes, challenges and approaches*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 38 (2014)973–989 2014
- [2] Changhe Sun, Yumei Wen, Ping Li, Weisheng Ye, Jin Yang, Jing Qiu, and Jing Wen *Self-Contained Wireless Hall Current Sensor Applied for Two-Wire Zip-Cords*, IEEE Transactions On Magnetics, Vol. 52, No. 7, July 2016
- [3] Chuang Wang, Zunchao Li, Kai Zhao, Qiang Guo *Efficient self-powered convertor with digitally controlled oscillator-based adaptive maximum power point tracking and RF kickstart for ultralow-voltage thermoelectric energy harvesting*, IET Circuits, Devices & Systems 2015
- [4] Giovanni Caruso, Gianluca Chirianni, Giuseppe Vairo *Energy harvesting from wind-induced bridge vibrations via electromagnetic transduction*, Engineering Structures 115 (2016) 118–128
- [5] Vytautas Ostasevicius, Vytautas Markevicius, Vytautas Jurenas, Mindaugas Zilys, Mindaugas Cepenas, Laura Kizauskienec, Virginija Gyliene *A Self-Powered Power Conditioning IC for Piezoelectric Energy Harvesting From Short-Duration Vibrations*, Sensors and Actuators A 233 pp. 310–318 2015
- [7] Joseph Sankman and Dongsheng Ma *A 12- μ W to 1.1-mW AIM Piezoelectric Energy Harvester for Time-Varying Vibrations With 450-nA IQ*, Transactions on Power Electronics, VOL. 30, NO. 2, February 2015
- [8] Warit Wichakool, Zachary Remscrim, Uzoma A. Orji and Steven B. Leeb *Smart Metering of Variable Power*, IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 6, No. 1, January 2015
- [9] Satnam Alag, Alice M. Agogino and Mahesh Morjaria *A methodology for intelligent sensor measurement, validation, fusion, and fault detection for equipment monitoring and diagnostics*, Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, Vol. 15, Issue 415, pp. 307–320. Printed in the USA, Copyright 2001, Cambridge University Press, 2001

RAPORT PRIVIND DEPLASAREA ÎN STRĂINĂTATE

Obiectivul principal al deplasării a fost întâlnirea de la Rosenheim, Germania între membrii proiectului pentru prezentarea stadiului actual al proiectului și pentru realizarea integrării sistemului: senzori curent, concentrator și sistem software central. Ca obiectiv secundar a fost și participarea la Târgul Internațional de Tehnologie de la Brno, Cehia. Aici s-au purtat discuții cu dezvoltatori de tehnologii de măsurare a curentului, în cadrul secțiunii 7, Electronics, automation and measuring technology și 6. Power engineering and heavy current electrical engineering precum și cu eventuali beneficiari pentru soluția noastră.

Un jurnal al deplasării este prezentat în tabelul de mai jos:

Perioadă	Activitate	Rezultat
10.10.2017	Sosire aeroport Praga Călătorie Praga – Brno	
10.10.2017	Ședința lunară cu partenerii la proiect	Stabilirea ultimelor puncte ale agendei workshopului bianual.
11.10.2017 – 13.10.2017	Participare Târgul Internațional de Inginerie secțiunile: Electronics, automation and measuring technology, Power engineering and heavy current electrical engineering	Participare târg, Contacte producători de soluții de monitorizare consum energie electrică (Satec) Contacte beneficiari soluții de monitorizare consum energie electrică
13.10.2017 – 15.10.2017	Ședințe de lucru pentru integrarea concentrator - sistem server central	Finalizarea detaliilor tehnice pentru integrare. Stabilirea pachetului de date final (json). Finalizarea protocolului de comunicație concentrator - server
16.10.2017	Călătorie Brno - Rosenheim	
16.10.2017 – 18.10.2017	Workshop bianual Rosenheim	Agendă workshop (descriere detaliată în secțiunea 3 a raportului tehnic) Prezentare demo sistem integrat Discuții privind probleme viitoare la implementarea și testarea pilotului
18.10.2017	Călătorie Rosenheim – Brno	
19.10.2017	Călătorie Brno – Praga (aeroport) Sosire București	

