

# KORIŠTENJE MPLAB IDE i PICDEM Z RAZVOJNOG OKRUŽENJA

## USING MPLAB IDE WITH PICDEM Z DEVELOPMENT PLATFORM

Olivera Janković, ORAO a.d., Bijeljina

**Sadržaj** – U ovom preglednom radu, dato je rješenje firme Microchip (PICDEM Z i MPLAB IDE) za razvoj WPAN aplikacija. PICDEM Z je razvojna platforma za IEEE 802.15.4 aplikacione dizajnere. Ova platforma uključuje i Microchip PIC18 familiju kontrolera visokih performansi. Korištenjem MPLAB IDE softverskog paketa i MPLAB ICD2, programer može programirati i modifikovati PIC18 MCU fleš memoriju mikrokontrolera i razviti aplikaciju, a sve to na istoj platformi.

**Ključne riječi** : PICDEM Z, MPLAB IDE, WPAN, ZigBee

**Abstract** - This paper describes Microchip's solution ( PICDEM Z with MPLAB IDE) for development WPAN applications. PICDEM Z is evaluation and development platform for IEEE 802.15.4 application designers. This platform includes features Microchip's PIC 18 high-performance microcontroller family. With Microchip's MPLAB IDE software and using MPLAB ICD2, developer can program or modify the PIC18 MCU Flash memory and develop application code, all on the same platform.

**Key words** : PICDEM Z, MPLAB IDE, WPAN, ZigBee

### 1. UVOD

Zahvaljujući napretku u proizvodnji jeftinih elektronskih komponenti malih dimenzija, sa malom potrošnjom energije i naglom razvoju bežičnih komunikacionih tehnologija, poslednjih godina omogućena je realizacija tzv. bežičnih senzorskih mreža, (WSN-Wireless Sensor Network). Bežične senzorske mreže predstavljaju izuzetno interesantnu multidisciplinarnu oblast istraživanja, koju odlikuje veoma veliki broj mogućih primjena (u medicini, industriji, poljoprivredi, saobraćaju, ...).

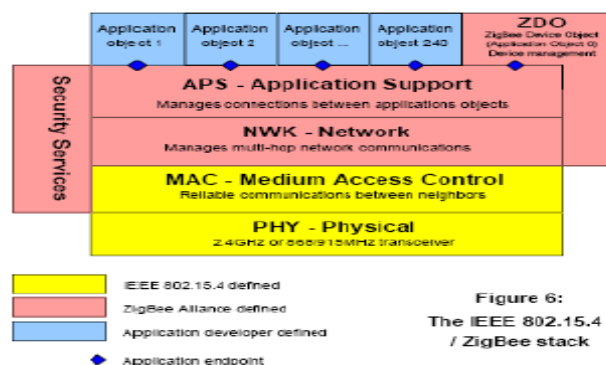
WSN mogu koristiti različite bežične tehnologije prenosa (u zavisnosti od rastojanja i protoka): Bluetooth, ZigBee, Wireless LAN, Wi-Max i td.. Dominantni standard za uređaje sa malom potrošnjom energije, za male domete i male protoke je IEEE 802.15.4/ZigBee koji omogućava široke primjene u kreiranju tzv. personalnih bežičnih mreža. Da bi se omogućila primjena, učenje i razvoj novih algoritama zasnovanih na ZigBee protokolu razni proizvođači su ponudili vlastita razvojna okruženja. Jedno od takvih rješenja, sa kojim ćemo se upoznati u ovom radu, je razvojno okruženje firme Microchip zasnovano na PICDEM Z razvojnoj platformi i za potrebe programiranja, upotrebi MPLAB IDE softverskog paketa

### 2. ZigBee PROTOKOL

ZigBee je skup komunikacijskih protokola višeg sloja, definisan od strane grupe kompanija pod nazivom ZigBee Alliance, temeljenih na IEEE 802.15.4 standardu za WPAN (Wireless Personal Area Network), baziranom na radio prenosu. Kao rješenje ZigBee nudi jedinstven interfejs koji omogućava upravljanje nad većim brojem uređaja pomoću radio komunikacije uz minimalnu cijenu uređaja, minimalnu potrošnju i minimalnu edukaciju o korištenju i održavanju mreže koja se krije iza takvog interfejsa.

#### 2.1. ZigBee i IEEE 802.15.4

ZigBee protokol koristi IEEE 802.15.4 standard koji definiše dva niža sloja: fizički sloj (PHY) i sloj kontrole pristupa mediju (MAC), dok je ZigBee Alliance-a definisala i mrežni sloj (NWK) i aplikacijski sloj (APS). (Slika 1.)



Slika 1. IEEE 802.15.4/Zigbee protokol stek

Standard IEEE 802.15.4 (a samim tim i ZigBee) je dizajniran da radi u nelincenciranim radio frekventnim opsezima. Nelincencirani (ISM band) radio frekventni opsezi nisu isti u svim dijelovima svijeta, zato IEEE 802.15.4 koristi tri moguća opsega, tako da najmanje jedan opseg može biti korišten na bilo kojoj teritoriji na svijetu. Ova tri radio frekventna opsega su pozicionirani na sljedećim frekvencijama: 868 MHz, 915 MHz i 2400 MHz. Frekventni opsezi na 868 MHz i 915 MHz imaju određene prednosti kao što su: više korisnika, manja interferencija, manja apsorpcija i refleksija. Međutim, frekventni opseg na 2.4 GHz je mnogo više prihvaćen iz nekoliko razloga, uključujući:

raspoloživost opsega u svijetu, veća brzina prenosa (250 kbps) i više kanala i manja potrošnja.

Nivo za pristup mediju (MAC - *Medium Access Layer*) služi, pored ostalog, za uspostavljanje mreže, dijeljenje kanala i zaštitu podataka.

ZigBee koristi robusni mehanizam pristupa mediju, koji mu omogućava da i u veoma "šumnim" (odnos signal/šum veoma mali) okolnostima daje odlične performanse. Taj mehanizam se naziva CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance*). Prije slanja ZigBee osluškujе stanje na kanalu. Ako je kanal zauzet ZigBee uređaj neće slati informacije, sve dok kanal ne bude slobodan. Postoje slučajevi kada se ne koristi navedeni protokol CSMA/CD. (kod slanja beacon-ova, koji se šalju po fiksnom vremenskom rasporedu, i poruke o potvrdi prijema ne koriste CSMA).

Uz ovaj mehanizam i DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) tehniku raširenog spektra ZigBee uređaji komuniciraju robusno i efektivno i u prisustvu velikih interferencija, naročito kada rade u opsegu od 2,4 GHz koji koristi i WiFi.

## 2.2. Klase uređaja

**Standardom** IEEE 802.15.4 definisana su dvije klase uređaja zavisno od vrste servisa koje nude:

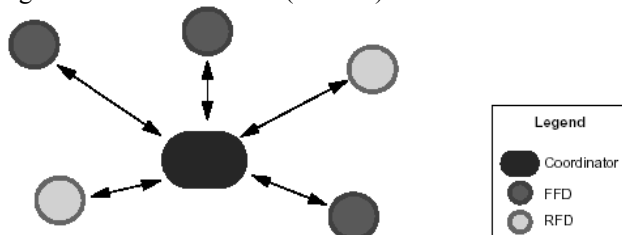
- Potpuno funkcionalni uređaj FFD (*Full Function Device*) - Može se koristiti u svim topologijama i može obavljati sve funkcije tj. raditi kao PAN(*Personal Area Network*) koordinator, koordinator ili krajnji mrežni uređaj;
- Uređaj sa smanjenom funkcionalnošću RFD (*Reduced Function Device*) – Može se koristiti samo kao mrežni uređaj. Ovaj uređaj je ograničen na topologiju zvijezde ili kao krajnji uređaj u p2p topologijama.

Na mrežnom sloju, ZigBee definiše tri grupe uređaja – čvorova. Prvoj grupi uređaja pripada koordinator, koji može biti samo jedan u cijeloj ZigBee mreži i koji je FFD uređaj. Drugoj grupi pripadaju ruteri, takođe FFD tip uređaja, sa funkcijom rutiranja saobraćaja u mreži. ZigBee krajnji uređaj, pripada trećoj grupi, i može biti i FFD i RFD senzorski čvor.

## 2.3. Mrežne topologije

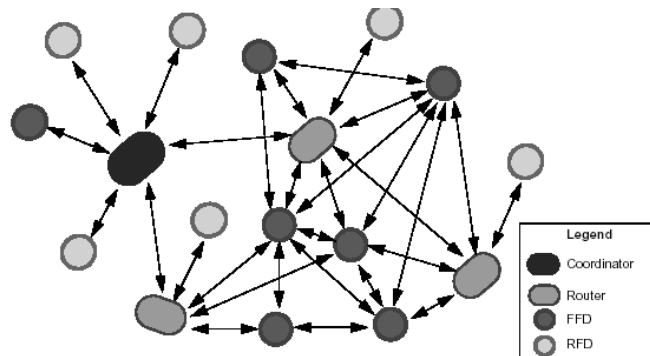
Zajedničko za sve topologije senzorskih mreža koje ZigBee protokol podržava je da moraju imati najmanje dvije glavne komponente (noda ili čvora) : koordinatorski čvor i krajnji (end) čvor. Treća, opcionalna komponenta je ruter

Topologija zvijezde se sastoji od jednog koordinatora i jednog ili više krajnjih uređaja. U ovoj topologiji uređaji mogu jedino komunicirati putem koordinatora, odnosno ne mogu komunicirati direktno (Slika 2).



Slika 2. Topologija zvijezde

Postoje još i *cluster tree* topologija i mesh topologija. Osnovna karakteristika tree (stablo) topologija je da ima jedan čvor na vrhu (korijen) na koji su, po principu grananja, povezani ostali čvorovi. Poruka unutar ove mreže putuje uz stablo i niz stablo. Mesh topologija je nalik tree topologiji ali kod nje FFD čvor može direktno komunicirati sa drugim FFD u okviru tree strukture (Slika 3).



Slika 3. Mesh topologija

## 3. PICDEM Z

Na tržištu postoji više razvojnih sistema, zasnovanih na ZigBee protokolu, namjenjenih za upoznavanje i testiranje Zigbee mrežnih okruženja.

PICDEM Z je razvojno okruženje, firme Microchip, namjenjeno za upoznavanje i razvoj ZigBee mrežnog okruženja. Korištenje ove razvojne platforme i demo softvera koji je instalisan, omogućava upoznavanje sa funkcionisanjem ZigBee protokola.

Osnovu PICDEM Z razvojnog okruženja čine :

- dvije PICDEM Z matične ploče
- dvije MRF24J40MA PICDEM Z 2.4 GHz RF priključne kartice (*daughter boards*)

i demo softver koji je moguće nadograditi, proširenjem već postojećih funkcija.

Ovo razvojno okruženje je dizajnirano, da omogući i pokaže korištenje ZigBee protokola. Omogućeno je kreiranje jednostavne mreže od dva čvora. U tu svrhu su preprogramirana (demo softver) dva ZigBEE čvora (noda), od kojih je jedan FFD, ima ulogu koordinatora i omogućene sve funkcije, a drugi čvor je RFD sa smanjenim brojem funkcija.

Svaki od čvorova se sastoji od:

- PICDEM Z matične ploče
- PICDEM Z RF kartice

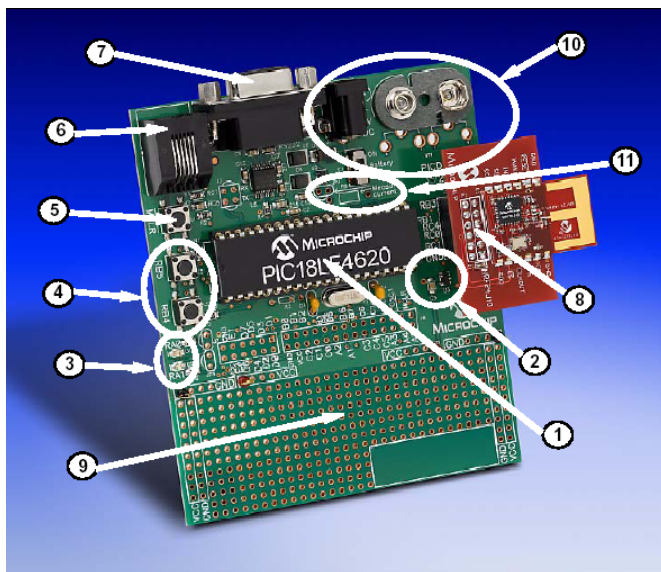
PICDEM Z podržava različite tipove RF transivera.

PICDEM Z je razvojna platforma za IEEE 802.15.4 standard, odnosno podržava ZigBee, MiWi i MiWi -P2P protokole.

Da bi demonstrirao standardne ZigBee funkcionalnosti, razvijeni je demo softver *Microchip Stack for the ZigBee Protocol*, raspoloživ u izvornom kodu sa mogućnošću daljeg razvoja i unapređenja datih mogućnosti. Ovaj demo program je *default* demo program, inicijalno preprogramiran, za ovo razvojno okruženje.

### 3.1. PICDEM Z Matična ploča

PICDEM Z razvojna matična ploča omogućava, razvoj aplikacija baziranih na ZigBee protokolu, korištenjem Microchip PIC18 familije mikrokontrolera.



Slika 4. PICDEM™ Z Matična ploča

Na Slici 4. prikazana je PICDEM Z matična ploča sa spojenom priključnom RF karticom, na kojoj su naglašeni njeni sastavni dijelovi:

1. Mikrokontroler Microchip PIC18LF4620;
2. Temperaturni senzor TC77, sa SPI (*Serial Peripheral Interface*) interfejsom;
3. Dvije LED diode (D1 i D2), koje mogu biti softverski kontrolisane preko portova mikrokontrolera RA0 i RA1 respektivno;
4. Svičevi S2 i S3, vezani za RB5 i RB4 portove mikrokontrolera;
5. Reset svič - omogućava reset ploče (vezan za MCLR pin (negiran) kontrolera);
6. RJ-11, 6 pinski konektor namjenjen za konekciju programatora za mikrokontroler (npr. za konekciju MPLAB ICD2 programatora);
7. RS232 konektor, omogućava da se matična ploča veže preko serijskog interfejsa na personalni računar;
8. 12 pinski konektor za priključnu bežičnu karticu – PICDEM Z podržava veći broj bežičnih priključnih kartica putem ovog konektora. Na ovoj slici (Slika 4.) je spojena MRF24J40MA PICDEM Z 2.4GHz RF kartica;
9. Dodatno razvojna zona za eventualnu dogradnju, sa omogućenim +3.3V napajanjem, GND i mogućnošću pristupa I/O signalima mikrokontrolera;
10. Napajanje, putem 9V baterije ili eksterno (max 16V);
11. Jumper JP4 omogućava mjerenja napona i struje na ploči.

Matična ploča za početak primjene ne zahtijeva dodatne izmjene, no ukoliko se pokaže potreba za razvojem to je

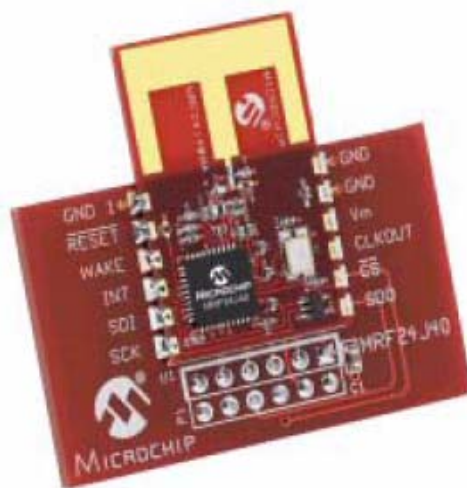
moguće izvesti u dodatnoj zoni koja je u te svrhe predviđena na matičnoj ploči.

### 3.2. MRF24J40MA PICDEM Z 2.4 GHz RF kartica

MRF24J40MA PICDEM Z 2.4 GHz kartica (Slika 5), je dizajnirana da se putem 12 pinskog konektora spoji na PICDEM Z matičnu ploču i čini sa njom centralni dio Zigbee okruženja. PICDEM Z 2.4 GHz RF kartica ima ulogu primopredajnika, putem MRF24J40MA transiver modula, koji omogućava bežični interfejs putem ZigBee protokola između koordinatorskog i senzorskog mikrokontrolera. Za bežični prenos koristi ISM frekventni opseg 2.45GHz, ima malu potrošnju struje (18mA) i podržava sleep mod rada (2µA). Veza sa mikrokontrolerom se ostvaruje korištenjem SPI interfejsa. Moguće je i definisanja načina režima rada, sa malom odnosno aktivnom potrošnjom energije.

MRF24J40MA radio primo-predajni modul ima integrisanu PCB antenu i odgovarajuće kolo za prijem i slanje podataka.

Ovaj modul, nezavisno od ovog razvojnog rješenja, omogućava primjenu u okviru drugih rješenja: za bežične mreže, pametne kuće, automatiku u objektima kao i drugim primjenama koje zahtijevaju bežičnu komunikaciju.



Slika 5. MRF24J40MA PICDEM Z 2.4GHz RF kartica

### 3.3. Microchip Stack - ZigBee Protocol

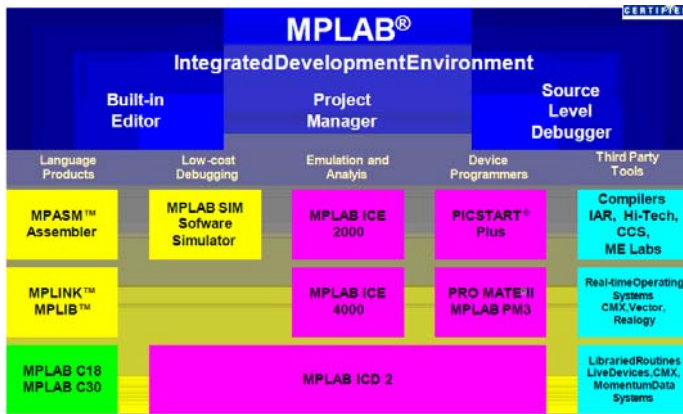
Microchip ZigBee Stack protokol predviđen je da radi na familiji PIC18 mikrokontrolera i sa MRF24J40 2.4 GHz RF transiverom. Ovaj demo softver, napisan u C programskom jeziku dostupan zajedno sa izvornim kodom, sadrži osnovne protokolske funkcije ZigBee protokola.

Microchip Stack, pored vastitog programskog koda koji nije preporučljivo mjenjati, uključuje tri demo aplikacije koje je moguće prilagoditi vlastitim potrebama:

- *DemoPIC18Coordinator* – ZigBee protokol koordinator aplikacija,
- *DemoPIC18RFD* – ZigBee protokol RFD aplikacija,
- *DemoPICRouter* – ZigBee protokol ruter aplikacija.

## 4. MPLAB IDE

U sklopu sa PICDEM Z razvojnim okruženjem koristi se i softverski paket MPLAB IDE. MPLAB IDE je integrisano softversko razvojno okruženje (Slika 6.) i predstavlja Windows baziranu aplikaciju (Slika 7.) namjenjenu za programiranje Microchip mikrokontrolera.



Slika 6. MPLAB IDE

Iako se za programiranje mikrokontrolera mogu koristiti različiti alati, za razvoj kako u assembleru, tako i u drugim programskim jezicima najpogodnije je koristiti razvojno okruženje MPLAB koje je proizvođač stavio na raspolaganje za slobodan download i korištenje.

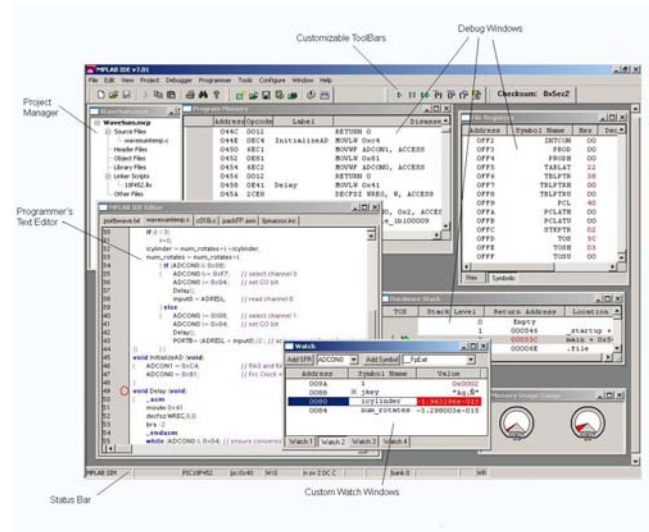
Neke od prednosti korištenja ovog okruženja su:

- upravljanje projektima;
- podrška za Microchip-ov assembler, koji je sastavni dio okruženja;
- podrška za gotovo sve kompajlere koji se mogu naci za Microchip mikrokontrolere;
- integrisani debugger;
- integrisani simulator Microchip-ovih mikrokontrolera, sa mogućnošću uvida u vrijednosti memorije i svih registara;
- raspoloživost drugih naprednih funkcija.

### 4.1. Programiranje

Da bi neku aplikaciju baziranu na mikrokontroleru "oživjeli" potrebno je u njegovu memoriju upisati odgovarajući program. Za pisanje programa koristi se odgovarajuće razvojno okruženje koje je razvijeno za neku familiju mikrokontrolera ili za širu klasu mikrokontrolera. MPLAB predstavlja Microchipovo razvojno okruženje namijenjeno za programiranje njihovih mikrokontrolera. MPLAB razvojno okruženje u osnovi se sastoji od editora, kompajlera i simulatora. Instaliranjem razvojnog okruženja je instaliran i assembler, koji je neophodan bez obzira na to da li će se za razvoj koristiti C ili neki drugi programski jezik. Postoji više C-kompajlera za PIC18LF4620 i ostale Microchip-ove mikrokontrolere, od kojih je dio dostupan komercijalno, dok su ostali *freeware* ili *open-source*.

Programiranje možemo izvoditi koristeći njegov assembler ili koristeći C. Kod otvaranje novog projekta (**Project – Project Wizard –Next**) potrebno je da u polju **Device** odaberemo tip mikrokontrolera s kojim se radi. U slučaju rada sa PICDEM Z razvojnim okruženjem to je PIC18LF4620 mikrokontroler.



Slika 7. MPLAB IDE aplikacija

Napisani program se nakon toga kompajlira. Uspješno provedeno kompajljanje ne garantuje da će program korektno raditi. Naime, kompajler prije prevođenja vrši testiranje ispravnosti koda samo sa stanovišta korektnosti sintakse i u slučaju postojanja greške te će greške prijaviti. Kompajler ne može otkriti greške u algoritmu. Za djelimično otkrivanje tih grešaka koristi se simulator.

Simulacija je proces virtuelnog simuliranja izvršavanja instrukcija iako još ništa konkretno nije hardverski napravljeno. Za tu svrhu može se iskoristiti integrisani simulator MPLAB SIM, sa mogućnošću uvida u vrijednosti memorije i svih registara.

Aplikacija za upload na razvojni sistem predstavlja posljednji alat u lancu neophodnom za kompletiranje procedure razvoja. Za upisivanje programa (.hex fajl) u mikrokontroler potreban je programator.

Programator se sastoji iz dvije komponente:

- Hardvera koji obezbjeđuje vezu aplikacije bazirane na mikrokontroleru i PC, te omogućuje programiranje memorije mikrokontrolera;
- Softvera koji upravlja hardverskim komponentama programatora i vrši prebacivanje .hex fajla sa PC-a na mikrokontroler.

Postoje razni tipovi hardverski realizacija programatora za PIC mikrokontrolere. Jedan od njih je i MPLAB ICD2. U okviru paketa MPLAB, nalazi se opcija *Programmer*, preko koje se može odabrati koji programator se koristi za prenos koda u mikrokontroler. Nakon uspješnog debugovanja program ostaje zapisan u memoriji mikrokontrolera (u ovom slučaju riječ je o mikrokontroleru Microchip PIC18LF4620PIC) na PICDEM Z matičnoj ploči.



## 5. ZAKLJUČAK

Zahvaljujući napretku u proizvodnji jeftinih elektronskih komponenti malih dimenzija (VLSI) i sa malom potrošnjom energije kao i naglom razvoju bežičnih komunikacionih tehnologija poslednjih godina, omogućena je realizacija tzv. *bežičnih senzorskih mreža*, (*WSN-Wireless Sensor Network*). WSN mogu koristiti različite bežične tehnologije prenosa u zavisnosti od rastojanja i protoka. Dominantni standard za uređaje sa malom potrošnjom energije, za male domete i male protoke je IEEE 802.15.4 / Zigbee koji omogućava široke primjene.

PICDEM Z razvojno okruženje, firme Microchip, potencijalno omogućava razvoj aplikacija za mali broj čvorova, ali ga treba posmatrati kao koristan stepenik za one

koji žele da se bave razvojem WSN aplikacija baziranih na ZigBee protokolu. Softverski paket MPLAB IDE predstavlja neophodnu podršku PICDEM Z razvojnom okruženju za potrebe programiranja mikrokontrolera koji se nalaze na PICDEM Z matičnim pločama.

### LITERATURA

- [1] IEEE 802.15.4 – 2006 Standard
- [2] PICDEM Z Demonstration User's Guide ,  
<http://www.microchip.com/>
- [3] Microchip ZigBee-2006 Residential Stack Protocol,  
<http://www.microchip.com/>
- [4] MPLAB IDE User's Guide,  
<http://www.microchip.com/>
- [5] ZigBee Technology: Wireless Control that Simply Works,  
<http://www.zigbee.org/>