

## **Medpredmetno povezovanje Mehatronika-informatika**

### **Interdisciplinary Integration Mechatronics – Information Science**

**Tanja Pirih**  
Idrija  
tanja.pirih@gmail.com

#### **Povzetek**

*Pri obravnavi učne snovi o električni energiji pri predmetu mehatronika smo se odločili, da raziščemo porabo električne energije na naši šoli.*

*Želeli smo ugotoviti, koliko energije lahko privarčujemo že z enostavnimi ukrepi, kot so ugašanje luči, ko le te niso več potrebne (prostori niso zasedeni ali je dovolj naravne svetlobe) in z ugašanjem naprav, kadar jih ne potrebujemo.*

*Da bi bil projekt bolj nazoren in zanimiv za dijake smo se povezali s predmetom Informatike. Pri delu smo uporabili naslednje programe: v Pro/Engineer, AutoCAD, PhotoFiltre, Word, Excel in PowerPoint.*

*Ugotovili smo, da smo z enostavnimi ukrepi kot so ugašanje luči, ko le te niso več potrebne (prostori niso zasedeni ali je dovolj naravne svetlobe) in ugašanjem naprav prihranili:*

*26,45 % pri VT (visoki tarifi) in*

*31,18 % pri MT (mali tarifi).*

*Dijaki so bili nad medpredmetnim povezovanjem navdušeni, kar dokazujejo tudi številni dobri izdelki.*

**Ključne besede:** varčevanje, razsvetljava, energija, osvetljenost, luxmeter, Pro/Engineer,, AutoCAD, PhotoFiltre, Word, Excel, PowerPoint

#### **Summary**

*Concerning the electrical energy at the Mechatronics class we decided to evaluate the use of electrical energy of our school.*

*We want to find out how much energy we can save with simple measures such as switching off the lights when they are not needed (when classrooms are either not used or there is enough natural light) and by turning off all the devices when not in use.*

*To make the class more interesting for the pupils we joined with Information Science class. Doing the work we used the following computer programmes: Pro/Engineer, AutoCAD, PhotoFiltre, Word, Excel and PowerPoint.*

*We found out that simple measures, such as turning off the lights when the classrooms are not in use (e.g. all breaks) and when there is enough natural light as well as turning off the devices when not in use, saved*

*26,45 % of high price energy and*

*31,18 % of low price energy.*

*Pupils were of interdisciplinary integration very impressed as evidenced by a number of good products.*

Keywords: saving, lighting, energy, illumination, luxmeter, Pro/Engineer, AutoCAD, PhotoFiltre, Word, Excel, PowerPoint

## 1 Uvod

Cilji projekta so:

- zmanjšanje porabe električne energije na šoli,
- da dijaki znajo izračunati porabljeno električno energijo,
- da se dijaki spoznajo in se naučijo uporabljati programska orodja: Pro/Engineer, AutoCAD, PhotoFiltre, Word, Excel in PowerPoint.

Za doseg ciljev, smo pri delu izvedli naslednje korake:

- izmerili smo učilnice,
- izmerili smo osvetljenost na delovni površini z luxmetrom v oblačnem vremenu pri naravni in mešani svetlobi,
- narisali smo tlorise učilnic v Pro/Engineer – ju ali AutoCad – u,
- izračunali porabljeno energijo na dan in moč svetilk na kvadratni meter,
- analizirali podatke in zapisali ugotovitve,
- podali predloge za varčevanje,
- izdelali smo nalepke v programu PhotoFiltre in jih namestili pod stikala in na vrata učilnic,
- vestno smo ugašali luči,
- od 23.3.10 do 15.4.2010 smo spremljali porabljeno energijo,
- primerjali porabljeno energijo s porabljenimi energijami za čas od 1.3.10 do 23.3.10 - račun št. 60519,
- ugotovili smo prihranek energije,
- s programom Word smo izdelali zgibanko,
- izdelali smo predstavitev projekta v PowerPointu.

## 2 Metode

Tlorisi, meritve in ugotovitve

Najprej smo izmerili vse učilnice in narisali tlorise učilnic s programom Pro/ENGINEER in AutoCAD. Program Pro/ENGINEER je vrhunsko programsko orodje za moduliranje in omogoča dvodimenzionalno in tridimenzionalno konstruiranje. Pri izdelavi tlorisov smo uporabili dvodimenzionalno konstruiranje. AutoCAD pa je programski paket za tehniško risanje in omogoča dvodimenzionalno konstruiranje. Oba programa dijaki uporabljajo pri pouku za konstruiranje izdelkov in izdelavo delavniških risb.

Na vseh slikah s tlorisi učilnic smo namestitve luči narisali z belimi pravokotniki.

Svetilke v vseh učilnicah so spuščene s stropa in nameščene na višini 335 cm od tal. V vsaki svetilki so tri 36 W neonske žarnice dolžine 120 cm.

Da bi lahko realno ocenili stanje, smo osvetljenost merili v bolj neugodnih vremenskih razmerah in sicer v oblačnem vremenu pri naravni in mešani svetlobi. Osvetljenost smo merili z luxmetrom.

V vseh učilnicah smo merili osvetljenost na vsaki delovni površini in jih nato združili v tri skupine in sicer v osvetljenost pri oknu, osvetljenost na sredini in osvetljenost pri steni. Merili smo tudi osvetljenost tabel v vsaki učilnici. Vse te podatke smo zapisali v tabele. Dobljene rezultate meritev smo primerjali z vrednostmi, ki jih zahteva Evropski standard za notranja delovna mesta (EN 12464-1) in zapisali ugotovitve za vsako učilnico posebej. Iz ugotovitev smo nato podali ukrepe za vsako učilnico posebej.

V Evropskem standardu za notranja delovna mesta (EN 12464-1) so definirani naslednji parametri razsvetljave:

- povprečna osvetljenost v učilnici: 300 lx
- povprečna osvetljenost računalniških učilnic: 500 lx
- povprečna osvetljenost učilnic za praktični pouk: 500 lx
- povprečna osvetljenost hodnika: 100 lx
- povprečna osvetljenost na tabli: 500 lx.

Nato smo izračunali porabljeno električno energijo na dan in moč svetilk na kvadratni meter. Prav tako je predpisana tudi povprečna moč vgrajenih svetilk na enoto uporabne površine, ki za izobraževalne ustanove znaša 13W/m<sup>2</sup>.

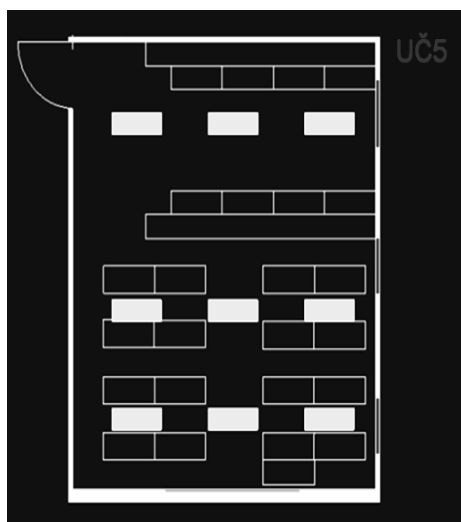
Za vsako učilnico posebej smo nato zapisali ugotovitve in predlagali ukrepe.

Izmerili in narisali smo tlorise enajstih učilnic in hodnika. Predstavljamo eno izmed njih.

### 2.1.1 Učilnica 5:

Naravna svetloba - lx					Mešana svetloba - lx				
Vrsta	Osvetl. pri oknu	Osvetl. na sredini	Osvetl. pri steni	Osvetl. Table	vrsta	Osvetl. pri oknu	Osvetl. na sredini	Osvetl. pri steni	Osvetl. table
1.	143	72	50	70	1.	637	457	355	264
2.	142	75	55		2.	642	468	394	
3.	125	69	45		3.	628	435	328	
4.	155	81	60		4.	712	545	368	
5.	139	71	47		5.	601	407	311	

**Dimenzije učilnice:** 769 cm x 966 cm



Poraba el. energije na dan:  $9 \times 3 \times 36 \text{ W} \times 6 \text{ h} = 5832 \text{ Wh}$   
 Moč svetilk na m<sup>2</sup>:  $972 \text{ W} / 74,3 \text{ m}^2 = 13 \text{ W/m}^2$

Ugotovitve: Osvetlitev je na vseh delovnih površinah pri mešani svetlobi ustrezna. Osvetljenost table ni ustrezna. Moč svetilk na kvadratni meter je enaka predlagani vrednosti.

Predlogi: Ker je osvetljenost delovnih površin pri mešani svetlobi pri oknu in na sredini večja od zahtevane predlagamo razporeditev moči žarnic - pri oknu in na sredini šibkejše, pri steni pa bi pustili enako. Potrebno je osvetliti table. Predlagamo, da bi dijaki pri strojni praksi sami izdelali nosilce za luči.

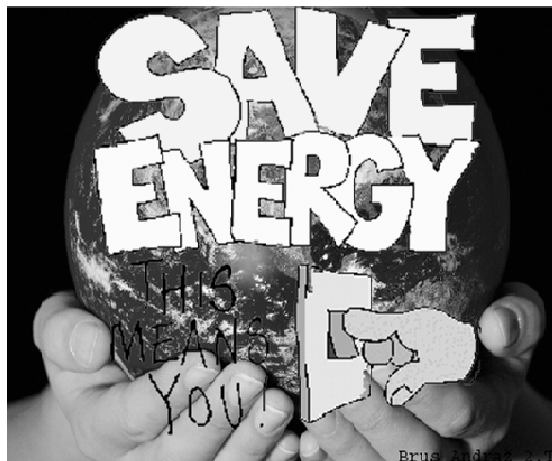
Pri predmetu mehatronike smo nato pri obravnavi električne energije in dela izračunali porabljeno energijo vseh svetilk na dan. V vseh učilnicah in hodnikih je 305 svetilk, vsaka ima moč 36 W. Če vse svetilke svetijo hkrati 6 ur na dan, bi potrošile 65,880 kWh, kar pomeni 1976,4 kWh na mesec (30 dni).

Naslednji korak je bil, da smo s projektom varčevanja seznanili vse dijake in zaposlene ter določili skrbnike za ugašanje luči. Za skrbnike v razredih smo določili učitelje, na hodnikih pa dežurnega učenca.

## 2.2 Izdelava nalepk s programom PhotoFilter

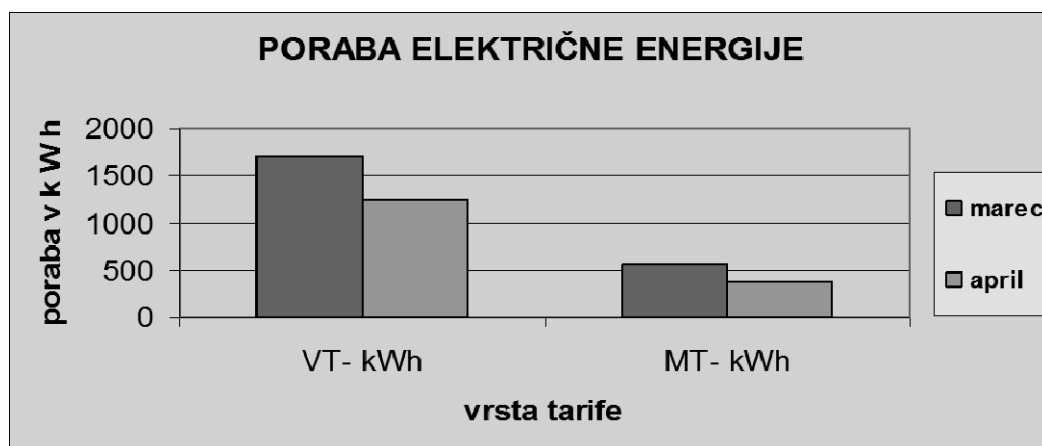
Pri predmetu informatika smo s programom PhotoFilter izdelali nalepke, ki smo jih namestili pod stikala in na vrata učilnic. Cilj je bil, da dijaki z izdelavo nalepk, ki spodbujajo k varčevanju spoznajo osnovne funkcije programa in razvijajo kreativnost. Izdelali smo preko trideset nalepk. Predstavljamo samo nekatere.





### 2.3 Izdelava grafa s programom Excel

Dne 23.3.2010 smo popisali stanje števca električne energije in pričeli spremljati porabljenno energijo. Vestno smo ugašali luči in dne 15.4.2010 zopet popisali števec. Primerjali smo porabljenno energijo s porabljenno energijo za čas pred spremljanjem od 1.3.2010 do 23.3.2010 - račun št. 60519 in narisali graf porabe el. energije s programom Excel.



Izračunali smo, da smo v času spremljanja od 23.3. do 15.4.2010 porabili po:

- VT (visoki tarifi): 1254 kWh električne energije in pri
- MT (mali tarifi): 384 kWh električne energije

Iz računa št. 60519 smo zapisali porabljeno energijo za čas pred spremljanjem od 1.3.2010 do 23.3.2010:

- VT (visoki tarifi): 1705 kWh električne energije in pri
- MT (mali tarifi): 558 kWh električne energije

Primerjali smo porabljeno energijo in ugotovili, da smo z enostavnimi ukrepi kot so ugašanje luči, ko le te niso več potrebne (prostori niso zasedeni ali je dovolj naravne svetlobe) in ugašanjem naprav prihranili:

- 26,45 % pri VT (visoki tarifi) in
- 31,18 % pri MT (mali tarifi).


V Wordu smo izdelali tabelo v kateri smo zbrali podatke o porabi električne energije po mesecih za leti 2009 in 2010 do 15.4.2010.

mesec	Poraba el. energije (kWh)	Poraba el. energije (kWh)
	leto 2009	leto 2010
JANUAR	2063	1702
FEBRUAR	2563	1924
MAREC	2048	2263
APRIL	1813	1648
MAJ	1020	
JUNIJ	1312	
JULIJ	1121	
AVGUST	820	
SEPTEMBER	1481	
OKTOBER	2062	
NOVEMBER	2251	
DECEMBER	4405	
SKUPAJ	22963	7537

Nato smo primerjali porabljeno energijo od januarja do aprila leta 2009 s porabljeno energijo od januarja do aprila leta 2010 in ugotovili, da smo v prvih štirih mesecih letošnjega leta prihranili 11,2% električne energije.

## 2.4 Izdelava zgibanke s programom Word

Pomembne korake našega dela smo zbrali v zgibanke. Pri izdelavi zgibanke smo uporabili Word.



### GLAVNI PROJEKTA

#### ZMANJŠANJE PORABE ENERGIJE V RAZSVETLJAVI

Med največje porabnike energije v šolah spada razsvetjava. Zato smo se odločili za zmanjšanje porabe energije za razsvetljava. Želimo ugotoviti, koliko energije lahko prihranimo že z enostavnimi ukrepi kot so ugašanje luči, ko te niso več potrebne (prostor ni so za seden ali je dovolj naravne svetlobe).


### KORAKI ZA DOSEGO CILJA

1. Izmerili smo učinkovitost



2. Narišali število učinkovitosti s programom za modeliranje: **ENCOUNTER**.

**UČILNICA DELAVNICA 1**



Dimenzije učilnice: 720 cm x 730 cm

3. Z lučnim merilom smo v vsaki učilnici izmerili osvetljenostna delovnih površinah v oblačnem vremenu pri naravni in mešani svetlobi. Merili smo osvetljenost pri oknu, osvetljenostna sredini, osvetljenost pri steni in osvetljenost tla v vsaki učilnici.

**UČILNICA DELAVNICA 1**


Naravna svetloba - lx				
učilnica	Osvetl. pri oknu	Osvetl. na sredini	Osvetl. pri steni	Osvetl. tla
1.	257	169	79	182
2.	255	181	82	

Mešana svetloba - lx				
učilnica	Osvetl. pri oknu	Osvetl. na sredini	Osvetl. pri steni	Osvetl. tla
1.	623	598	590	208
2.	598	572	525	


Glede na zahteve, ki jih definira Evropski standard za notranja delovna mesta (EN 12464-1) smo zapisali ugotovitve:

- Osvetlitev je na vseh delovnih površinah pri mešani svetlobi v vseh učilnicah ustrežna.
- Osvetljenost tla ni ustrežna.


4. Izračunali porabljeno energijo na dan.
5. V učilnicah in hodnikih je 306 svetilk, vsaka ima moč 36 W. Če vse svetilke svetijo hkrati 8 ur na dan, bi poročile 86.880 kWh, kar pomeni 1878,4 kWh na mesec (30 dni).
6. Izdelali nalepke, ki smo jih namestili na vrata učilnic in pod stikala.



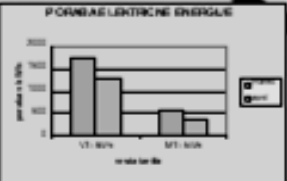
6. Seznajali smo vse učence in vse zaposlene v projektu.
- Za skrbnika za ugašanje luči v razredih smo določili učitelje.
- Za skrbnika za ugašanje luči na hodnikih pa dežurnega učenca.
7. Poplitali in fotografirali smo stanje števca na začetku spremljanja dne 23.3.2010.




8. Načrtno in vestno smo ugašali luči.
9. Poplitali in fotografirali smo stanje števca na koncu spremljanja dne 15.4.2010.



10. Izračunali smo, da smo v času spremljanja porabili po:
  - VT 1254 kWh el. energije
  - MT 384 kWh el. energije
11. Izračunali smo 0,060519 smo zapisali porabljeno energijo za čas od 1.3.2010 do 23.3.2010:
  - VT 1705 kWh el. energije
  - MT 558 kWh el. energije
12. Narišali graf porabe el. energije za mesec marec in april.



13. Prihranili porabljeno energijo in ugotovili, da smo z enostavnimi ukrepi prihranili 26,45 % pri VT in 31,18 % pri MT.



## 2.5 Izdelava predstavitev s programom PowerPoint

Na koncu smo se spoznali še s programom PowerPoint in izdelali predstavitev projekta, ki si ga lahko ogledate na internetni strani Gimnazij Jurija Vege Idrija pod rubriko EKO ŠOLA- UČINKOVITA RABA ENERGIJE- PROJEKT IZKLJUČI STIKALO ali na spletni povezavi:

<http://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxla29zb2xha290bmFjaW56aXZsamVuamF8Z3g6NDVjNTBmN2EzODMxNDU1Nw>

## 3 Ugotovitve in skupni predlogi

Ugotovili smo:

- da je osvetljenost pri mešani svetlobi v vseh učilnicah nad zahtevano vrednostjo,
- da je moč svetilk na kvadratni meter v večini učilnic ustrezna,
- da v vseh učilnicah niso osvetljene table,
- da smo z enostavnimi ukrepi kot so ugašanje luči, ko le te niso več potrebne (prostori niso zasedeni ali je dovolj naravne svetlobe) in ugašanjem naprav prihranili:
  - 26,45 % pri VT (visoka tarifa) in
  - 31,18 % pri MT (mali tarifi).

V prihodnost nas čaka še realizacija nekaterih predlogov za varčevanje, kot so:

- namestitev luči na senzor na hodnik,
- lokalno osvetliti stroje,
- očistiti je potrebno žarnice in svetilke,
- namestiti manj potratne žarnice tam, kjer je to mogoče (razporediti moč žarnic - pri oknu in na sredini, pri steni pa bi pustili enako),
- osvetliti table.

## 4 Zaključek

Glede na kazalnike prvih štirih mesecev leta 2010 in glede na to, da smo v času spremljanja privarčevali 26,45 % električne energije pri visoki tarifi - VT in 31,18% pri mali tarifi – MT ocenjujemo, da bi lahko na leto privarčevali od 15% do 20% energije. Ocenjujemo, da bi v zimskih mesecih lahko privarčevali okrog 10% in v spomladanskih okrog 30% električne energije.

### Literatura

Čretnik, B., 1997. AutoCAD for WINDOWS – LT delovni zvezek . Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Čretnik, S., 2005. Priročnik za uporabo programa Pro/Engineer Wildfire V2.0. Ljubljana: Pasadena.

Intra lighting, Energetsko učinkovita razsvetljava v šolah, dosegljivo na:

[http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/investicije/Posvet\\_energetsko\\_upravljanje\\_12\\_2\\_09\\_Intra\\_lighting.pdf](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/investicije/Posvet_energetsko_upravljanje_12_2_09_Intra_lighting.pdf) (3.6.2010)