LJUBICA MIJIĆ[1]
MIRJANA SEGEDINAC[2]
MILANA TOMIĆ[1]

[1]Viša tehnološka škola, Šabac

[2]Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad

STRUČNI RAD

371.315+54:378

# PRIMENA MODELA AKTIVIZACIJE U NASTAVI/UČENJU HEMIJE ZA BUDUĆE INŽENJERE PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

*U procesu hemijskog obrazovanja studenata u višim školama nailazimo na poteškoće u radu jer se od studenata zahteva korišćenje određenih udžbenika, a nastava se izvodi po unapred fiksiranim planovima i programima. S obzirom da je cilj savremenog hemijskog obrazovanja obrazovanje sposobnih studenata–hemičara–istraživača, potrebno je sprovesti istraživanja u celokupnoj oblasti hemijskog obrazovanja, počev od osnovnoškolskog pa do univerzitetskog nivoa. Cilj takvih istraživanja treba da bude povećanje efikasnosti obrazovanja i podizanje kvaliteta znanja studenata. Imajući u vidu da je savremena doktrina hemijskog obrazovanja samostalan rad studenata, studenti treba da budu aktivni subjekti u sticanju znanja jer se od njih očekuje da u poslu koji budu obavljali samostalno donose odluke i da za njih preuzmu odgovornost. Da bi studenti bili aktivni subjekti u procesu sticanja znanja, potrebno je da se izvrši modernizacija nastave koja podrazumeva primenu aktivnih metoda rada.*

Kvalitet visokoškolske nastave, kao i znanje studenata, u velikoj meri zavise od načina i kvaliteta stručnog i pedagoškog rada nastavnika. Nastavnici u svom radu koriste različite oblike nastave gde je najdominantniji oblik visokoškolske nastave hemije – predavanje koje predstavlja neposredni kontakt između nastavnika i studenata. Pored predavanja, kao najvažnijeg i nezamenljivog oblika visokoškolske nastave hemije, koriste se i drugi oblici nastave koji nisu ništa manje važni i čine sastavni deo savremene visokoškolske nastave hemije, a to su [1]:

– vežbe (predstavljaju zajednički rad nastavnika i studenata na formiranju i uobličavanju znanja studenata),

– grupni oblici studentskog rada (predstavljaju eksperimentalni rad studenata u manjim grupama) i

– samostalni rad studenata (predstavlja rad na samostalnom rešavanju problemskih zadataka što i jeste glavni cilj visokoškolske nastave).

Naše istraživanje bilo je usmereno na mogućnost iznalaženja i primene određenih modela aktivizacije u procesu hemijskog obrazovanja u višim školama. Zadatak istraživanja je bio da se utvrdi uticaj primene samostalnog odabira i osmišljavanja hemijskog eksperimenta na uspešnost studenata prehrambene tehnologije u usvajanju znanja iz oblasti Hemijska kinetika. Pošli smo od predpostavke da je neke modele aktivnog učenja hemije moguće primeniti u nastavi hemije u višem obrazovanju za studente prehrambene tehnologije. U radu je izveden eksperiment sa paralelnim grupama. Eksperiment je uklopljen u redovnu nastavu nastavnog predmeta Opšta i neorganska hemija po Nastavnom planu i programu Više tehnološke škole u Šapcu. Cilj istraživanja je bio da se predloži model za efikasnije učenje hemijskih sadržaja za oblast Hemijska kinetika za buduće inženjere prehrambene tehnologije i da se on verifikuje u praksi.

## EKSPERIMENTALNE METODE I PROCEDURE

U radu je korišćen test kao merni instrument za proveru znanja (sadržao je zadatke iz oblasti Hemijska kinetika). Problematika istraživanja je uslovila da uzorak bude hotimičan (obuhvatio je dve generacije studenata Više tehnološke škole u Šapcu, odsek za Prehrambenu tehnologiju – 100 studenata, 50 u kontrolnoj grupi, 50 u eksperimentalnoj grupi). U radu je izveden pedagoški eksperiment sa paralelnim grupama (kontrolnom i eksperimentalnom). Sam tok eksperimenta sastojao se od: inicijalnog merenja (ujednačavanja kontrolne i eksperimentalne grupe), uvođenja eksperimentalnog faktora – aktivnog učenja hemije u eksperimentalnu grupu studenata i nastavljanja uobičajenog načina rada sa kontrolnom grupom, izvođenja eksperimenta (delovanje eksperimentalnog faktora – aktivnog učenja), finalnog merenje uspešnosti studenata i izvođenja zaključaka.

Kao model aktivizacije odabran je samostalan odabir i osmišljavanje hemijskog eksperimenta. Zadatak studenata je bio da u skladu sa nastavnim sadržajima odabiru i osmisle odgovarajuće eksperimente koji su trebali da se uklope u fond časova predviđen nastavnim planom i programom Više tehnološke škole u Šapcu (dva školska časa). Studenti eksperimentalne grupe su bili podeljeni u dve grupe po 25 studenata, a svaka grupa na podgrupe po 5 studenata (po sopstvenom izboru). Svaka podgrupa je imala svog predstavnika koji se isticao po znanju i veštinama.

Kontrolna grupa studenata je za laboratorijske vežbe koristila važeći praktikum za vežbe sa odabranim i osmišljenim hemijskim eksperimentima za oblast Hemijska kinetika. Eksperimenti su se odnosili na brzinu hemijske reakcije i na hemijsku ravnotežu u heterogenim i homogenim sistemima. Provera znanja studenata i kontrolne i eksperimentalne grupe izvršena je testom koji se

*Rad je saopšten na 1st South East–European Congress of Chemical Engineering, Beograd, Septembar 25–28, 2005.

Adresa autora: Lj. Mijić, Viša tehnološka škola, Hajduk Veljkova 10, Šabac, E–mail: ljmilos@ptt.yu
Rad primljen: Oktobar 11, 2005
Rad prihvaćen: Maj 05, 2006

sastojao od 10 zadataka. Gradivo hemije obuhvaćeno testom bilo je povezano sa sadržajima obrađenim na predavanjima i na eksperimentalnim vežbama.

U toku dogovora oko izvođenja ovakvog vida aktivne nastave, studenti su podeljeni na dve grupe za vežbanje u kojima je bilo po 25 studenata. Svaka od grupa bila je podeljena na podgrupe u kojima je bilo po 5 studenata. Svaka podgrupa je izabrala svog predstavnika koji će ih predstavljati, koji će biti distributer prikupljenih informacija i koji će ih predstavljati u kontaktima sa predmetnim nastavnikom ako se za to ukaže potreba. Međutim, svaki od studenata je mogao i sam da dođe kod predmetnog nastavnika i da pita sve što ga interesuje. Ovakva podela je izvršena na njihovu inicijativu i prema njihovim željama ko će sa kim da radi. Predmetni nastavnik se saglasio sa njihovim predlogom tako da im je ostavio slobodu da samostalno odluče na koji način će da rade ne želeći da na bilo koji način ili bilo kojom svojom sugestijom remeti njihov zamišljen način rada.

Na početku samog eksperimenta, predmetni nastavnik je studentima dao sve potrebne informacije o samom toku eksperimenta i uputio ih u sam način rada. Obrazloženo im je da će morati sami da odaberu i osmisle odgovarajuće hemijske eksperimente kojima će moći da potvrde ono što od njih zahteva nastavno gradivo i da će za svaku poteškoću koja se ukaže u toku njihovog rada moći da se obrate predmetnom nastavniku. Studenti su se uglavnom obraćali sa pitanjima gde mogu da nađu odgovarajuću literaturu i da li za odabrane eksperimente ima uslova da se izvedu u školskoj laboratoriji ili, da li vremenski, u skladu sa vremenskom dužinom vežbi, mogu da realizuju svoje odabrane hemijske eksperimente. Bilo je i slučajeva kada su imali potrebu da u nekom terminu pre vežbi isprobaju svoje eksperimente i da ih nakon toga prihvate ili odbace. Neke od eksperimenata koje su odabirali su radili na drugačiji način, uglavnom, ako je to moguće, menjajući supstance sa kojima se odabrani eksperiment izvodi.

Svi studenti su bili angažovani na pretraživanju hemijske literature gde su se susreli sa raznovrsnom literaturom koja se razlikuje od njihovih udžbenika. Deo literature su imali na raspolaganju, a deo su sami morali da traže. Imali su na raspolaganju svu literaturu koja se nalazila u školskoj biblioteci, literaturu koju lično poseduje predmetni nastavnik, a koja se nalazila u hemijskoj laboratoriji, zatim literaturu iz biblioteke Holdinga "Zorka". Literaturu su još uzimali od svojih prijatelja sa drugih fakulteta ili iz nečijih privatnih biblioteka. U najvećem broju, bili su odabrani različiti praktikumi laboratorijskih vežbi pa i praktikum po kome se izvode vežbe u školi, zatim, bilo je i udžbenika za srednje škole, ali i obilje visokoškolskih udžbenika hemije. Imali su na raspolaganju i hemijsku laboratoriju i sve što se u njoj nalazi, od pribora, posuđa i hemikalija do potrebnih aparata. U laboratoriji su mogli da isprobaju svoje odabrane eksperimente, a isto tako i da dobiju potrebnu pomoć ili savet. Za neke eksperimente, studenti su sami donosili hemikalije, posuđe ili pribor koji su pronalazili u drugim laboratorijama van škole.

Studenti eksperimentalne grupe dobili su zadatak da izvrše pripremu hemijskih eksperimenata kojima će potvrditi ono što su na časovima redovne nastave iz predmeta Opšta i neorganska hemija obradili za oblast Hemijska kinetika. Za početak su sebi postavili cilj da prikupe što veći broj eksperimenata, a onda će kasnije da izvrše njihov odabir pri čemu nisu vodili računa o tome da li postoje uslovi da se eksperiment izvede u postojećoj laboratoriji kao ni o vremenskom trajanju samog eksperimenta.

Pošto su već bili podeljeni na podgrupe od po 5 studenata, odlučili su da će raditi tako što će svaka podgrupa u okviru svoje grupe samostalno prikupljati moguće eksperimente, a da će potom zajedno izvršiti odabir i osmišljavanje eksperimenata koje će izvesti u toku redovnog termina za vežbe.

Odabrane eksperimente studenti su prikupljali i donosili predstavniku svoje podgrupe koji ih je zapisivao i ujedno pravio spisak svih prikupljenih eksperimenata. Njihovi predstavnici su bili studenti koji su se posebno isticali svojim znanjem i veštinama u rukovanju priborom i hemikalijama.

Nakon vremena koje je bilo potrebno za prikupljanje informacija o mogućim eksperimentima, studenti su se sastajali, obično van termina u kojem su imali obaveza u školi i razmenjivali su prikupljene informacije. Pošto je svaki predstavnik podgrupe već imao pripremljen spisak prikupljenih eksperimenata, vršeno je upoređivanje tih spiskova tako što bi jedan predstavnik zapisao na tabli spisak mogućih eksperimenata, a ostali bi upoređivali svoje spiskove i na njega bi dodavali samo one eksperimente koje su pronašli, a koji se nisu nalazili na tom spisku. Na ovaj način je bio formiran konačni spisak mogućih eksperimenata. Predmetni nastavnik je nadgledao ovu aktivnost studenata u smislu da u raspravi među studentima bude red i da svaka grupa ravnopravno učestvuje u njoj.

Posle formiranja zajedničke liste mogućih eksperimenata za oblast Hemijska kinetika, sledila je faza u kojoj su studenti iznosili svoje argumente za i protiv odabranog hemijskog eksperimenta. Svaki eksperiment sa šire, zajednički formirane liste je razmatran sa određenim argumentima zašto je dobro da se baš on izvede ili zašto nije dobro da se baš on izvede. Uglavnom su argumenti za izvođenje nekog eksperimenta bili ti da je moguće izvesti baš taj eksperiment jer je prilagođen tako da postoje uslovi, pribor, aparati ili hemikalije za njegovo izvođenje u postojećoj hemijskoj laboratoriji ili da daje očiglednu potvrdu onoga što je predviđeno da njime treba prikazati. Pri tome se vodilo računa da eksperiment ispunjava sve potrebne zahteve što podrazumeva da postoje tehnički uslovi za njegovu realizaciju i da se on vremenski uklapa u predviđeni termin i dužinu trajanja vežbi od dva školska časa. Vodili su računa i o utro-

šku hemikalija i trudili su se da ih u radu koriste u što manjoj količini.

U raspravi su pored predstavnika grupa mogli da učestvuju svi prisutni studenti što su oni i radili. Svako od njih je slobodno mogao da iznese svoj stav i da ga obrazloži bez obzira kakav on bio.

Zajedničkim aktivnim učešćem, studenti su svoj širi spisak eksperimenata, posle rasprave, sužavali na manji broj eksperimenata koji su bili prilagođeni postojećim mogućnostima. Eksperimente iz užeg izbora, studenti su u grupama i u slobodnim terminima kada laboratorija nije bila zauzeta, isprobavali. To je činila svaka grupa posebno pri čemu su merili vreme koje im je potrebno za izvođenje eksperimenta uključujući tu i vreme potrebno za pripremu eksperimenta kao i za pospremanje radnog mesta posle njegovog izvođenja.

Podgrupe su timski radile. Izvršile su podelu rada u grupi pri čemu je svako imao zadatak da obavi deo posla potreban za realizaciju eksperimenta, ali su se kod sledećeg eksperimenta menjali tako da je svako morao da prođe sve potrebne poslove za realizaciju eksperimenta kao što su: priprema potrebnog pribora i hemikalija, merenje, izvođenje eksperimenta, zapisivanje uočenih promena, sređivanje radnog mesta. Sređivanje rezultata su radili zajednički, a predstavnik grupe je prezentirao dobijene rezultate i tražio mišljenje nastavnika o njima. Nakon toga, svi zajedno su vršili odabir najboljih eksperimenata koje će izvesti na časovima vežbi.

Nakon završenog isprobanog eksperimenta, studenti su uglavnom, u razgovoru sa predmetnim nastavnikom, objašnjavali zašto su odabrali baš taj, a ne neki drugi eksperiment. Većina njih je navodila da su odabrali eksperiment zato što je efektan i zanimljiv i komentarisali su dobijene rezultate. Na časovima redovnih vežbi, studenti su izvodili odabrane i osmišljene eksperimente i u dnevnik laboratorijskih vežbi unosili svoja zapažanja i dobijene podatke, davali objašnjenja i prikazivali svoje rezultate tabelarno i grafički. Svaki završeni eksperiment sa obrađenim podacima i napisanim potrebnim objašnjenjem, predmetni nastavnik je pregledao i overio svojim potpisom. Nakon završenih predviđenih vežbanja, predmetni nastavnik je izvršio proveru znanja studenata za ispitivanu oblast Hemijska kinetika.

Za oblast Hemijska kinetika, studenti su birali eksperimente za brzinu hemijske reakcije i za hemijsku ravnotežu koja je obuhvatila eksperimente vezane za ravnotežu u heterogenim i ravnotežu u homogenim sistemima.

Za brzinu hemijske reakcije su urađeni eksperimenti koji pokazuju uticaj pojedinih faktora na brzinu hemijske reakcije:

– uticaj promene koncentracije dat je na primeru rastvora natrijum–tiosulfata, $Na_2S_2O_3$, različitih koncentaracija kome je dodat rastvor $H_2SO_4$ pri čemu je štopericom merena brzina kojom se javlja zamućenje. Dobijeni rezultati su prikazani tabelarno i grafički;

– uticaj temperature prikazan je na istom primeru za različite temperature; uticaj dodirne površine prikazan je na primeru KI i $Pb(NO_3)_2$ koji su uzeti u čvrstom obliku i u obliku rastvora.

Kod hemijske ravnoteže u homogenim sistemima urađeni su ogledi:

– Provera Le Šateljeovog principa (prikazana je na primeru $NO_2$ i $N_2O_4$. Studenti kontrolne grupe su radili na sledeći način: u epruvetu su uneli strugotine Cu i prelili su ih sa koncentrovanom $HNO_3$ pa su epruvetu zatvorili. Došlo je do izdvajanja mrkih para $NO_2$. Epruvetu su potom uronili u stakleni cilindar u kome se nalazila smeša vode i leda. Došlo je do smanjenja intenziteta mrke boje kao znak da je došlo do dimerizacije $NO_2$ i stvaranja njegovog dimera $N_2O_4$. Ponovnim zagrevanjem, intenzitet boje bi se pojačao. Studenti eksperimentalne grupe su modifikovali ovaj ogled na sledeći način: uzeli su dva erlenmajera sa plutanim zapušačima koja su spojili pomoću staklene cevi. U jedan erlenmajer su stavili strugotine Cu i prelili su ih sa koncentrovanom $HNO_3$, a drugi erlenmajer su uronili u čašu u kojoj se nalazila smeša vode i leda. Modifikovani način omogućava lakše uočavanje promene intenziteta boje;

– Hemijska ravnoteža u nekim obojenim organskim supstancama (vršeno je približno određivanje intervala pH vrednosti pomoću odgovarajućih indikatora koji su dati u tabeli; vršeno je određivanje pH vrednosti u rastvorima kiselina i baza pomoću pH–metra i indikatora);

– Ispitivanje dejstva pufera (u rastvorima različitih pufera meri se pH–metrom pH–vrednost, a zatim se meri pH vrednost pufera posle dodatka jake kiseline, odnosno jake baze);

– Hidroliza soli (ispituje se reakcija soli usled hidrolize gde su kao primer uzete soli $CuSO_4$, NaCl, $K_2CO_3$; uticaj temperature na hidrolizu dat je na primeru $NaCH_3COO$ i fenolftaleina; uticaj razblaženja rastvora soli na hidrolizu dat je na primeru bizmut–nitrata, $Bi(NO_3)_3$; dokaz da je hidroliza povratni proces dat je na primeru antimon (III)–hlorida, $SbCl_3$, kome je dodata voda; uticaj koncentracije rastvora soli na hidrolizu kao i dokaz da je hidroliza povratni proces na koji utiče temperatura rastvora prikazani su na primeru $NaCH_3COO$ i fenolftaleina).

Ravnoteža u heterogenim sistemima obuhvatila je sledeće eksperimente:

– taloženje teško rastvornih jedinjenja (prikazano je na primeru olovo (II)–nitrata, $Pb(NO_3)_2$, i HCl uz dodatak kalijum–jodida; kalcijum–hlorida, $CaCl_2$, i natrijum–sulfata, $Na_2SO_4$, po dodatku oksalne kiseline),

– rastvaranje taloga u višku taložnog sredstva (prikazano na primeru srebro–nitrata, $AgNO_3$, i kalijum–jodida koji se dodaje prvo u kapima, a potom u višku),

– reakcija amfoternih jedinjenja sa bazama i kiselinama (prikazana je na primeru taložne reakcije između cink–sulfata, $ZnSO_4$, i natrijum–hidroksida koji se dodaje do pojave taloga gde se potom jednom delu taloga do-

da natrijum–hidrodskid do rastvaranja taloga, a drugom delu se dodaje rastvor HCl).

Na kraju svake vežbe studenti u okviru jedne grupe su vršili upoređivanje dobijenih rezultata tako što su predstavnici podgrupa prezentirali dobijene rezultate, a zatim su svi studenti komentarisali te rezultate. Oni su pored komentara rezultata diskutovali i o samom toku eksperimenta i o poteškoćama na koje su nailazili u toku rada. Uglavnom su to bile poteškoće u nekim manuelnim radnjama u kojima nisu bili vešti.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Na početku eksperimenta izvršeno je inicijalno merenje kako bi se utvrdilo polazno stanje i u kontrolnoj i u eksperimentalnoj grupi u cilju ujednačavanja grupa studenata. Ujednačavanje grupa je izvršeno na osnovu srednjih vrednosti osvojenih bodova na inicijalnom testu a uspešnost je izražena u procentima. Inicijalno merenje izvršeno je testom koji se sastojao od 35 zadataka. Za uspešno rešenje 12 zadataka bilo je potrebno samo osnovnoškolsko znanje, a za 23 zadatka srednjoškolsko znanje. Uspešnost studenata kontrolne grupe u rešavanju zadataka na ovom testu iznosi 42,27%, a eksperimentalne grupe 45,42%.

Finalno merenje znanja je vršeno pomoću testa kojim je bila obuhvaćena oblasti Hemijska kinetika. Ovaj test se sastojao od 10 zadataka gde prevladavaju zadaci tipa sređivanja i upoređivanja (90%) jer je po funkciji istraživanja i merenja ovo najbolji tip zadataka testa pitanja i odgovora [2]. Svaki tačan odgovor vrednovan je sa jednim bodom, a svaki netačan sa nula bodova.

Osnovna statistička analiza dobijenih eksperimentalnih rezultata izvršena je na osnovu relativnih brojeva. Dobijeni rezultati na testu prikazani su kao ocene studenata od 1 do 5. Međusobna poređenja kontrolne i eksperimentalne grupe, u kojima je bilo po 50 studenata, izvršena su testiranjem hipoteze o jednakosti proporcija dva uzorka. Signifikantnost razlika kontrolne i eksperimentalne grupe studenata ustanovljavana je na osnovu stepena slobode i kritičnih tabličnih vrednosti za nivoe verovatnoće od 0.05 i 0.01. Rezultati ovog eksperimenta prikazani su tabelarno.

U tabeli 1 dat je prikaz rezultata testa za oblast Hemijska kinetika. Rezultati testa su prikazani kao pozitivne i negativne ocene za kontrolnu i za eksperimentalnu grupu.

Posmatrajući dobijene rezultate u tabeli 1, može se ustanoviti da je kod pet tipova zadataka postignut bolji rezultata u kontrolnoj grupu studenata u odnosu na eksperimentalnu grupu (zadaci pod rednim brojevima 1, 2, 5, 6 i 7), a kod ostalih pet (3, 4, 8, 9 i 10) bolji rezultat postigli su studenti eksperimentalne grupe. Testiranjem hipoteze o jednakosti proporcija dva uzorka ustanovljena je signifikantna razlika ($p<0,01$ ustanovljena je kod četvrtog zadatka gde se u 95% slučajeva može tvrditi da će se i ubuduće, pod nepromenjenim uslovima eksperimenta, javiti 20% više pozitivno rešenih zadataka u

*Tabela 1. Rezultati testa prikazani kao pozitivne i negativne ocene za oblast Hemijska kinetika*
*Table 1. Test results shown as positive and negative grades in the field of chemical kinetics*

| Zadatak br. | Kontrolna grupa | | Eksperimentalna grupa | | t–vrednost |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pozitivno | Negativno | Pozitivno | Negativno | |
| 1. | 34 | 16 | 28 | 22 | 1.25 NZ |
| 2. | 30 | 20 | 27 | 23 | 0.61 NZ |
| 3. | 24 | 26 | 25 | 25 | –0.20 NZ |
| 4. | 21 | 29 | 31 | 19 | –2.05* |
| 5. | 21 | 29 | 17 | 33 | 0.83 NZ |
| 6. | 29 | 21 | 28 | 22 | 0.20 NZ |
| 7. | 25 | 25 | 18 | 32 | 1.43 NZ |
| 8. | 35 | 15 | 36 | 14 | –0.22 NZ |
| 9. | 19 | 31 | 32 | 18 | –2.68** |
| 10. | 12 | 38 | 17 | 33 | –1.11 NZ |
| Ukupno | 250 | 250 | 259 | 241 | –0.63 NZ |

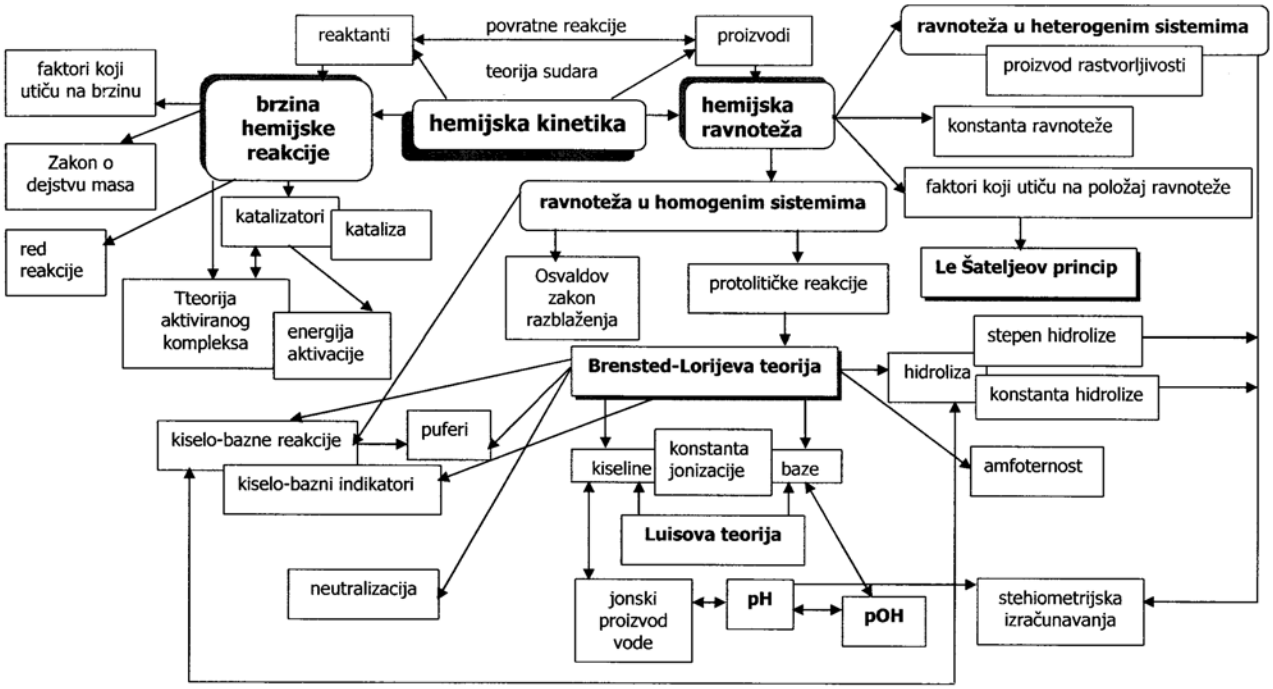
eksperimentalnoj u odnosu na kontrolnu grupu studenata. Statistički vrlo signifikantna razlika ($p<0.01$) ustanovljena je kod devetog zadatka. U ovom slučaju se sa 99% sigurnosti, pod nepromenjenim uslovima eksperimenta, može tvrditi da će u eksperimentalnoj grupi biti 26% više pozitivno rešenih zadataka u odnosu na kontrolnu grupu studenata. Posmatrajući rubriku ukupno rešeni zadaci nije ustanovljena statistički signifikantna razlika za $p>0.05$ (–0,63). Postignuta je manja uspešnost od očekivane što se može objasniti činjenicom da se u ovoj oblasti nalaze visoko apstraktni pojmovi za čije uspešno usvajanje je potrebno veće predznanje. Zato možemo reći da ovakve pojmove nije uvek moguće obraditi samo aktivnim metodama rada i da je najbolje, u ovakvim slučajevima, kombinovati aktivne i tradicionalne metode rada.

Za test znanja za oblast Hemijska kinetika, koji je ocenjen ocenama od 1 do 5, urađena je deskriptivna statistika: srednja vrednost ocena koje predstavljaju uspešnost studenata na testu (X), standardna devijacija (SD), standardna greška (Sy), koeficijent varijacije (Cv) i interval varijacije (Iv). Vrednosti ovih parametara, za eksperimentalnu i kontrolnu grupu dati su u tabeli 2.

Na osnovu tabelarnih rezultata vidi se da je aritmetička sredina ocena neznatno manja za eksperimentalnu

*Tabela 2. Prikaz osnovnih statističkih parametara*
*Table 2. Basic statistical parameters*

| | | X | SD | Sy | Cv | Iv |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hemijska kinetika | Kontrolna grupa | 1.44 | 0.78 | 0.1112 | 54.63 | 4–1 |
| | Eksperimentalna grupa | 1.38 | 0.73 | 0.1026 | 52.56 | 3–1 |




*Slika 1. Idealni model strukture znanja za oblast Hemijska kinetika*
*Figure 1. Ideal model of knowledge structure for the field of chemical kinetics*

grupu što znači da su studenti ove grupe postigli nešto slabiji uspeh u rešavanju zadataka iz oblasti Hemijska kinetika. Standardna devijacija za eksperimentalnu grupu je 0,73, a za kontrolnu 0,78. Za eksperimentalnu grupu koeficijent varijacije iznosi 52,56% što znači da ocena na testu provere znanja za oblast Hemijska kinetika varira od srednje ocene i da u odnosu na nju ima 52,56% različitih ocena u intervalu od 3 do 1. Ovo ukazuje na heterogenost ocena u eksperimentalnoj grupi. U kontrolnoj grupi koeficijent varijacije iznosi 54,63% što znači da ocena na testu provere znanja za oblast Hemijska kinetika varira od srednje ocene i u odnosu na nju ima 54,63% različitih ocena u intervalu od 4 do 1. Ovo ukazuje na heterogenost ocena u kontrolnoj grupi.

U radu je dalje izvršeno ispitivanje uspešnosti studenata u usvajanju hemijskih pojmova za oblast Hemijska kinetika. U procesu formiranja hemijskih pojmova u oblasti Hemijska kinetika, trebalo je da studenti usvoje pojmove o kinetici hemijskih reakcija i to pojmove o brzini hemijske reakcije i hemijskoj ravnoteži. Pojmovi o brzini hemijske reakcije obuhvataju faktore koji utiču na brzinu hemijske reakcije, zakon o dejstvu masa, red reakcije, teoriju aktiviranog kompleksa i energiju aktivacije, katalizatore i katalizu. Pojmovi u sklopu hemijske ravnoteže obuhvataju pojmove o ravnoteži u heterogenim sistemima i ravnotežama u homogenim sistemima (u okviru homogene ravnoteže su Brensted–Lorijeva protolitička teorija i Luisova teorija kiselina i baza). Trebalo je da studenti usvoje pojmove neophodne za stehiometrijska izračunavanja.

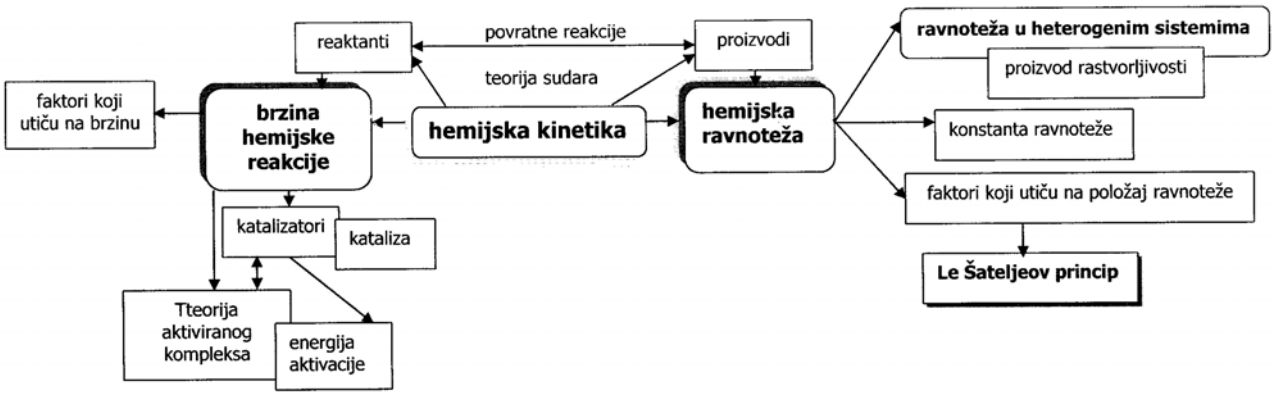
Na slici 1 dat je idealni model strukture znanja za oblast Hemijska kinetika.

Provera znanja studenata za oblast Hemijska kinetika je izvršena testom koji je sadržao 10 zadataka.

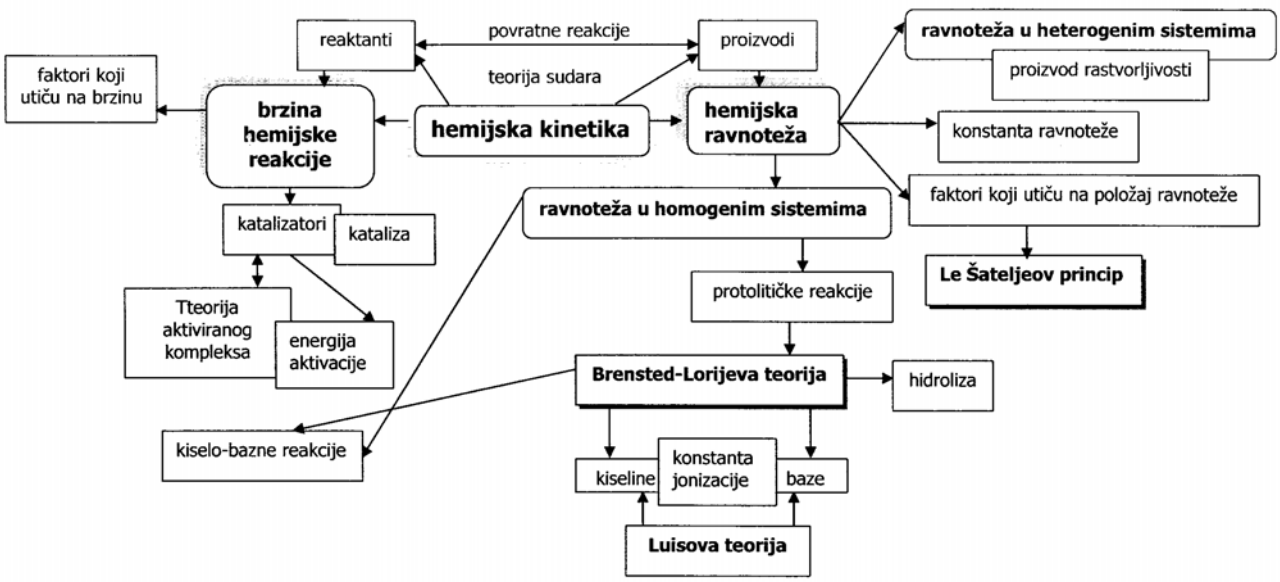
Uspešnost studenata u rešavanju ovih zadataka za kontrolnu i eksperimentalnu grupu, koja je izražena u procentima, data je u tabeli 3.

*Tabela 3. Uspešnost u rešavanju zadataka iz oblasti Hemijska kinetika izražena u % za kontrolnu i eksperimentalnu grupu*
*Table 3. Efficiency in solving tasks in the field of chemical kinetics shown for the control and experimental group*

| Kontrolna grupa | | Eksperimentalna grupa | |
|---|---|---|---|
| br. zadatka | uspešnost u rešavanju zadataka u % | br. zadatka | uspešnost u rešavanju zadataka u % |
| 1 | 66,00 | 1 | 52,00 |
| 2 | 40,00 | 2 | 35,60 |
| 3 | 48,00 | 3 | 45,00 |
| 4 | 36,00 | 4 | 42,00 |
| 5 | 42,00 | 5 | 34,00 |
| 6 | 30,00 | 6 | 30,00 |
| 7 | 31,00 | 7 | 28,00 |
| 8 | 51,20 | 8 | 64,00 |
| 9 | 26,00 | 9 | 46,00 |
| 10 | 17,00 | 10 | 22,00 |
| Prosečno | 38,72 | Prosečno | 39,86 |




*Slika 2. Realni model strukture znanja za oblast Hemijska kinetika za kontrolnu grupu*
*Figure 2. Real model of knowledge structure for the field of chemical kinetics for the control group*




*Slika 3. Realni model strukture znanja za oblast Hemijska kinetika za eksperimentalnu grupu*
*Figure 3. Real model of knowledge structure for the field of chemical kinetic for the experimental group*

Uspešnost u rešavanju zadataka kod kontrolne grupe je 38,72%, a kod eksperimentalne 39,86%, što ukazuje da su studenti eksperimentalne grupe bili nešto uspešniji u usvajanju pojmova u oblasti Hemijska kinetika.

Na slici 2 dat je realni model strukture znanja za oblast Hemijska kinetika za kontrolnu grupu. Možemo reći da su studenti kontrolne grupe uspešno usvojili sledeće hemijske pojmove vezane za pojam hemijska kinetika: reaktanti i proizvodi reakcije, povratne reakcije i teorija sudara, faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije, teorija aktiviranog kompleksa, energija aktivacije, katalizatori i kataliza, ravnoteža u heterogenim sistemima (proizvod rastvorljivosti), konstanta ravnoteže, faktori koji utiču na položaj hemijske ravnoteže i Le Šateljeov princip.

Na slici 3 dat je realni model strukture znanja za oblast Hemijska kinetika za eksperimentalnu grupu. Možemo reći da su studenti eksperimentalne grupe uspešno usvojili sledeće hemijske pojmove vezane za pojam hemijska kinetika: reaktanti i proizvodi reakcije, povratne reakcije i teorija sudara, faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije, Teorija aktiviranog kompleksa, energija aktivacije, katalizatori i kataliza, ravnoteža u heterogenim sistemima (proizvod rastvorljivosti), konstanta ravnoteže, faktori koji utiču na položaj hemijske ravnoteže, Le Šateljeov princip, ravnoteža u homogenim sistemima, kiselo–bazne reakcije, protolitičke reakcije i teorije kiselina i baza (Brensted–Lorijeva i Luisova teorija).

Eksperimentalna grupa je usvojila iste pojmove kao i kontrolna grupa, ali treba napomenuti da su studenti kontrolne grupe uspešnije usvojili pojmove kao što su: faktori koji utiču na brzinu hemijske reakcije i na položaj hemijske ravnoteže, Le Šateljeov princip, katalizatori i kataliza. Studenti eksperimentalne grupe su, za razliku od studenata kontrolne grupe, uspešno usvojili

pojmove vezane za kiselo–bazne i protolitičke reakcije (Brensted–Lorijeva i Luisova teorija, konstanta jonizacije) i bili su uspešniji u usvajanju pojmova vezanih za ravnotežu u heterogenim sistemima. Studenti obe ispitivane grupe nisu u zadovoljavajućoj meri usvojili pojmove: hidroliza, stepen i konstanta hidrolize, amfoternost, neutralizacija, kiselo–bazni indikatori, puferi, jonski proizvod vode, pH, pOH. Malu uspešnost su pokazali i kod stehiometrijskih izračunavanja. Treba pomenuti da su i kod slabo usvojenih pojmova, studenti eksperimentalne grupe ipak bili uspešniji.

## ZAKLJUČAK

Za oblasti Hemijska kinetika postignuta je manja uspešnost od očekivane što se može objasniti činjenicom da je za uspešno usvajanje visoko apstraktnih pojmova potrebno veće predznanje pa ovakve pojmove nije uvek moguće obraditi samo aktivnim metodama rada.

Za oblast Hemijska kinetika, uspešnost u usvajanju hemijskih pojmova eksperimentalne grupe se kreće od 22 do 64% u odnosu na kontrolnu grupu studenata gde se uspešnost kreće od 17 do 66%. Uspešnost u rešavanju ovih zadataka je bila približno ista jer studenti kontrolne grupe imaju nižu donju granicu uspešnosti (17%), a višu gornju granicu uspešnosti (66%) što ukazuje na manju homogenost odgovora na postavljena pitanja kod kontrolne grupe.

Ovakvi rezultati ukazuju i na to da ovaj model aktivizacije može značajno uticati na uspešnost u usvajanju hemijskih sadržaj za oblast Hemijska kinetika, ali ga treba doraditi.

## LITERATURA

[1] V. Šmidt, Visokoškolska didaktika, PKZ, Zagreb, (1972).

[2] T.T. Prodanović, Đ. Lekić, V. Damjanović, V. Stefanović, Istraživanje u nastavi, Radnički univerzitet "Radivoj Ćirpanov", Novi Sad, (1975).

[3] I. Ivić, A. Pešikan, S. Antić, Aktivno učenje 2, Institut za psihologiju Filozofskog fakulteta, Beograd, (2001).

[4] M. Segedinac, Lj. Mijić, Procena učenicke kreativnosti u nastavi hemije, Zbornik radova filozofskog fakulteta–Odsek za pedagogiju, 14, Novi Sad, (1999).

## SUMMARY

APPLICATION OF THE ACTIVATION MODEL IN THE EDUCATION/TEACHING OF FUTURE FOOD ENGINEERS

(Professional paper)

Ljubica Mijić[1], Mirjana Segedinac[2], Milana Tomić[1]
[1]High School of Technology, Hajduk Veljkova 10, Šabac
[2]Faculty of Science and Mathematics, Dositeja Obradovića 3, Novi Sad

Some problems during the course of chemical education in junior colleges may arise due to the usage of prescribed text books and fixed education plans and programs. Considering that the goal of modern chemical education is the training of qualified, research-capable students, it appears necessary to carry out investigation in chemical education as a whole, starting with elementary and all the way to the university level. The purpose of such investigations is the increased efficiency and quality of student knowledge. Knowing that modern chemical teaching is independent student work, students should be active subjects in the teaching process. It is expected that students are capable to make decisions by themselves and to take full responsibility for them. So, in order for students to be active subjects in the teaching process, it is necessary to modernize teaching, which assumes active work techniques.

Key words: Chemical education • Activity • Activation model • Active teaching • Higher education •

Ključne reči: Nastava hemije • Aktivnost • Model aktivizacije • Aktivna nastava • Visokoškolska nastava •