

5.6. Výzkum ve výuce analytické chemie na PdF MU v Brně

K výzkumu účinnosti výuky problematiky kvalitativní analýzy bylo použito 6 souborů interaktivních testů z následujících vybraných tematických celků:

- 1) Skupinové reakce kyseliny chlorovodíkové (HCl)
- 2) Skupinové reakce sulfanu (H₂S)
- 3) Selektivní reakce kationtů (SeKa)
- 4) Selektivní reakce kationtů 2 (SeK2)
- 5) Skupinové reakce aniontů (SkAn)
- 6) Selektivní reakce aniontů (SeAn).

Z přehledu plyne, že 3 testy jsou z oblasti skupinových reakcí a 3 testy z oblasti selektivních reakcí, 4 testy se pak týkají problematiky reakcí kationtů a 2 testy reakcí aniontů.

Všechny testy znalostí jsou tvořeny posloupností otázek (10 otázek v testu), každá se 4 výběrovými odpověďmi, z nichž pouze 1 je správná. Jednotlivé testy byly navíc tvořeny tak, aby byl celkově stejný počet variant odpovědí a, b, c, d (v našem případě tedy 15, tj. 25,00 %). Časová dotace na testování byla 60 minut (tj. 1 minuta na 1 otázku) a ukázala se pro všechny respondenty jako dostačující.

5.6.1. Metodika výzkumu

Metoda didaktických testů byla aplikována vždy na skupině 8 respondentů – studentů Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně v bakalářském studijním programu Pedagogické asistentství chemie pro ZŠ (B-SPE CH3) studijních kombinací chemie-matematika (Ch-Ma), chemie-přírodopis (Ch-Př) a chemie-rodinná výchova (Ch-RV).

Testy (1. Test a 2. Test) byly součástí zkoušky z předmětu *Analytická chemie* (2. ročník, 4. semestr), nebo respondenti již tento předmět úspěšně absolvovali a testování (3. Test – 7. Test) bylo součástí předmětu *Laboratorní cvičení z analytické chemie* (3. ročník, 5. semestr).

Cílem analýzy výsledků didaktických testů bylo porovnání úspěšnosti nejen jednotlivých respondentů, ale i porovnání obtížnosti jednotlivých tematických celků, skupinových a selektivních reakcí, kationtů a aniontů a v neposlední řadě i porovnání úspěšnosti jednotlivých studijních kombinací respondentů. Nedílnou součástí analýzy testů bylo stanovení obtížnosti otázek hodnocených testů, a to nejen otázek nejobtížnějších, ale i otázek nejjednodušších a případné preference variant odpovědí a, b, c, d.

Testování bylo prováděno v následujících termínech a podmínkách (viz obrázek č. 8):

1. Test

- Analytická chemie
- před zkouškou z analytické chemie
- květen 2006/2007
- bez předchozího využívání výukového systému *Kvalitativní analýza*

2. Test

- Analytická chemie
- před zkouškou z analytické chemie
- květen 2007/2008
- s předchozím využíváním výukového systému *Kvalitativní analýza*

3. Test

- Laboratorní cvičení z analytické chemie
- po úspěšně zvládnuté zkoušce z analytické chemie
- říjen 2009/2010
- před laboratorním cvičení z analytické chemie bez předchozího využívání výukového systému **Kvalitativní analýza**

4. Test

- Laboratorní cvičení z analytické chemie
- po úspěšně zvládnuté zkoušce z analytické chemie
- říjen 2010/2011
- před laboratorním cvičení z analytické chemie s předchozím využíváním výukového systému **Kvalitativní analýza**

5. Test

- Laboratorní cvičení z analytické chemie
- po úspěšně zvládnuté zkoušce z analytické chemie
- říjen 2011/2012
- před laboratorním cvičení z analytické chemie bez předchozího využívání výukového systému **Kvalitativní analýza**

6. Test

- Laboratorní cvičení z analytické chemie
- po úspěšně zvládnuté zkoušce z analytické chemie
- prosinec 2011/2012
- po absolvování laboratorního cvičení z analytické chemie s využíváním výukového systému **Kvalitativní analýza**

7. Test

- Laboratorní cvičení z analytické chemie
- po úspěšně zvládnuté zkoušce z analytické chemie
- prosinec 2009/2010
- po absolvování laboratorního cvičení z analytické chemie bez využívání výukového systému **Kvalitativní analýza**

Vyhodnocení účinnosti výuky s použitím výukového systému **Kvalitativní analýza** bylo prováděno pro vzájemné porovnání následujících testování:

1) 1. Test ↔ 2. Test

Testy absolvovali respondenti na konci 4. semestru (oznámeno 14 dní předem), před zkouškou z předmětu *Analytická chemie* (CH2BP_4P1P). Po celou dobu výuky (4. semestr) respondenti:

- **neměli** (1. Test)
- **měli** (2. Test)

neustále k dispozici výukový multimediální systém **Kvalitativní analýza**.

2) 3. Test ↔ 4. Test

Testy absolvovali respondenti na začátku 5. semestru (oznámeno 14 dní předem), před absolvováním *Laboratorního cvičení z analytické chemie* (CH2BP_5P7L). Po celou dobu přípravy na test respondenti:

- **neměli** (3. Test)
- **měli** (4. Test)

neustále k dispozici výukový multimediální systém **Kvalitativní analýza**.

3) 3. Test ↔ 7. Test

Testy absolvovali respondenti 2krát, a to na začátku 5. semestru (oznámeno 14 dní předem), před absolvováním *Laboratorního cvičení z analytické chemie (CH2BP_5P7L)*, a na konci 5. semestru, po absolvování cvičení (oznámeno opět až 14 dní předem). Po celou dobu průběhu laboratorních cvičení z analytické chemie **neměli** respondenti k dispozici výukový multimediální systém **Kvalitativní analýza**.

4) 5. Test ↔ 6. Test

Testy absolvovali respondenti 2krát, a to na začátku 5. semestru (oznámeno 14 dní předem), před absolvováním *Laboratorního cvičení z analytické chemie (CH2BP_5P7L)*, a na konci 5. semestru, po absolvování cvičení (oznámeno opět až 14 dní předem). Po celou dobu průběhu laboratorních cvičení z analytické chemie **měli** respondenti neustále k dispozici výukový multimediální systém **Kvalitativní analýza**.

Přehledné schéma testování je uvedeno na obrázku č. 25.

	ANCH květen – červen	LACH říjen – prosinec
2007	1. Test Zk	
2008	Kvalita 2. Test Zk	
2009	Zk +	3. Test 7. Test
2010	Zk +	Kvalita 4. Test
2011	Zk +	5. Test Kvalita 6. Test

Obrázek 25
Schéma testování

5.6.2. Výsledky výzkumu

Podrobné zpracování, včetně základní přehledné tabulky, dalších příslušných tabulek a obrázků (grafů), je uvedeno ve vyhodnocení 5. Test ↔ 6. Test v kap. 5.6.2.4. Kapitoly 5.6.2.1. – 5.6.2.3. obsahují pouze slovní závěry (ostatní podklady – tabulky, grafy atd. jsou na příloženém CD).

5.6.2.1. Vyhodnocení 1. Test ↔ 2. Test

Předpoklad

Studenti, kteří mají k dispozici a využívají multimediální výukový systém *Kvalitativní analýza* (2. testování), budou dosahovat lepších výsledků oproti studentům, kteří tento systém k dispozici nemají.

Úspěšnost respondentů

Největší průměrné úspěšnosti v 1. testování (58,33 %) dosáhl respondent *Poke* se studijní kombinací chemie-matematika, což znamená, že odpověděl na 35 otázek z 60. Největší průměrné úspěšnosti v 2. testování (70,00 %) dosáhl respondent *Cvel* se studijní kombinací chemie-matematika, který odpověděl správně na 42 otázek z 60. Nejmenší průměrná úspěšnost (26,67 %) v 1. testování byla zaznamenána u respondenta *Beme* se studijní kombinací chemie-rodinná výchova, který odpověděl správně pouze 16 otázek. Nejmenší průměrná úspěšnost (41,67 %) ve 2. testování byla zaznamenána u respondenta *Zej* se studijní kombinací chemie-přírodopis, který odpověděl správně 25 otázek.

Úspěšnost respondentů podle tematických celků

Nejobtížnějším tematickým celkem se ukázaly v 1. testování selektivní reakce kationtů 2 (SeK2) s pouze 32,50% úspěšností, v 2. testování pak selektivní reakce aniontů (SeAn) s 43,75% úspěšností. Příčinou je zřejmě možnost vzájemné záměny jednotlivých reakcí mezi selektivními reakcemi kationtů a aniontů. Nejobtížnějším tematickým celkem z obou testování byly celky H2S a SeAn s průměrnou úspěšností 40,63 %.

Nejjednodušším tematickým celkem pro respondenty v obou testováních byly skupinové reakce kyseliny chlorovodíkové (HCl) s průměrnou úspěšností 61,88 %, v 1. testování 57,50 % a 66,25 % ve 2. testování. Příčinou je zřejmě menší počet těchto reakcí a jejich malá barevná rozmanitost.

Ve 2. testování (úspěšnost 52,50 %) bylo zaznamenáno oproti 1. testování (úspěšnost 40,21 %) celkové zlepšení o 12,29 %.

Úspěšnost respondentů podle reakcí a iontů

Průměrná úspěšnost v 1. i 2. testování je vyšší u skupinových reakcí (45,42 % a 55,83 %) než u reakcí selektivních (35,00 % a 49,17 %). Většího zlepšení v 2. testování bylo dosaženo u selektivních reakcí (o 14,17 %) než u skupinových reakcí (o 10,42 %).

Srovnáním výsledků kationtů (40,31 % a 53,75 %) a aniontů (40,00 % a 50,00 %) v 1. a 2. testování bylo nalezeno větší úspěšnosti u kationtů, a to i přesto, že reakce aniontů zahrnují nezanedbatelně menší počet reakcí i podstatně menší barevnou různorodost. Většího zlepšení úspěšnosti v 2. testování bylo také dosaženo u kationtů (o 13,44 %) než u aniontů (o 10,00 %).

U všech sledovaných kategorií (skupinové reakce, selektivní reakce, kationty, anionty) došlo při 2. testování ke zlepšení.

Úspěšnost respondentů podle studijních kombinací

Největší průměrné úspěšnosti (54,17 %), i úspěšnosti v 1. testování (50,00 %) i v 2. testování (58,33 %), dosáhla studijní kombinace chemie-matematika. Naopak nejmenší průměrná úspěšnost (42,08 %), byla zaznamenána u kombinace chemie-rodinná výchova, přičemž v 1. testování nejnižší úspěšnosti (27,50 %) dosáhla také kombinace chemie-rodinná výchova, naproti tomu v 2. testování (47,50 %) to byla kombinace chemie-přírodopis.

Všechny studijní kombinace dosáhly celkového zlepšení ve 2. testování. Největší bylo zaznamenáno u studijní kombinace chemie-rodinná výchova, kde rozdíl mezi 1. testováním a 2. testováním představuje 29,17 %. Jednou z možných příčin vyššího zlepšení úspěšnosti studijní kombinace chemie-rodinná výchova je typ testovaného učiva, který nevyžaduje logické myšlení, ale zejména schopnost zapamatování.

Obtížnost otázek

Některé otázky, resp. varianty odpovědí, se ukázaly poněkud obtížné (např. otázka č. 7, 8, a 10 v celku HCl nebo 9. otázka v celku SeAn s průměrnou úspěšností 12,50 %), některé naopak příliš jednoduché (např. 6. otázka v celku HCl s průměrnou úspěšností 100,00 %).

Varianty nabídek odpovědí

Četnost jednotlivých variant odpovědí nevykazuje velké odchylky (a – 26,77 %, b – 26,67 %, c – 24,58 %, d – 21,98 %), a je možné konstatovat, že studenti preferovali nejvíce variantu a) a b), nejméně pak variantu d). Rozložení správných odpovědí bylo přesně 25,00 %.

Závěr

Vyhodnocením didaktických testů bylo zjištěno, že průměrný dosažený výsledek z 1. testování byl 40,21 %, průměrný dosažený výsledek z 2. testování byl 52,50 %, tj. že při 2. testování bylo dosaženo zlepšení, a to 12,29 %, čímž byl potvrzen předpoklad. Největší zlepšení bylo zaznamenáno u studijní kombinace chemie-rodinná výchova, kde rozdíl mezi 1. testováním a 2. testováním představoval 29,17 %.

Jako nejobtížnější byl vyhodnocen tematický celek *Selektivní reakce aniontů* (SeAn), resp. tematický celek *Skupinové reakce sulfanu* (H₂S) s průměrnou úspěšností 40,63 % (SeAn – 1. testování 37,50 %, 2. testování 43,75 %, resp. H₂S – 1. testování 36,25 %, 2. testování 45,00 %). Naopak nejjednodušším tematickým celkem se ukázal celek *Skupinové reakce kyseliny chlorovodíkové* (HCl) s průměrnou úspěšností 61,88 % (1. testování 57,50 %, 2. testování 66,25 %). Nejvíce se respondenti v 2. testování zlepšili při vyplňování testu z tematického celku *Skupinové reakce kationtů* (SKK2) a to o 18,75 %.

U všech tematických celků bylo zaznamenáno v 2. testování zlepšení.

5.6.2.2. Vyhodnocení 3. Test ↔ 4. Test

Předpoklad

Studenti, kteří mají k dispozici a využívají multimediální výukový systém *Kvalitativní analýza* (4. testování), budou dosahovat lepších výsledků oproti studentům, kteří tento systém k dispozici nemají.

Úspěšnost respondentů

Největší průměrné úspěšnosti ve 3. testování (53,33 %) dosáhl respondent *Brma* se studijní kombinací chemie-přírodopis, což znamená, že odpověděl na 32 otázek z 60. Největší průměrné úspěšnosti ve 4. testování (70,00 %) dosáhl respondent *Buma* se studijní kombinací chemie-matematika, který odpověděl správně na 42 otázek z 60. Nejmenší průměrná úspěšnost (25,00 %) v 3. testování byla zaznamenána u respondenta *Heba* se studijní kombinací chemie-rodinná výchova, který odpověděl správně pouze na 15 otázek. Nejmenší průměrná úspěšnost (41,67 %) ve 4. testování byla zaznamenána u respondenta *Vima* se studijní kombinací chemie-přírodopis, který odpověděl správně 19 otázek.

Úspěšnost respondentů podle tematických celků

Nejobtížnějším tematickým celkem se ukázaly ve 3. i 4. testování selektivní reakce aniontů (SeAn) s pouze 22,50% úspěšností v 3. testování, v 4. testování pak 40,00%. Příčinou je zřejmě možnost vzájemné záměny jednotlivých reakcí mezi selektivními reakcemi aniontů.

Nejjednodušším tematickým celkem pro respondenty byly skupinové reakce kyseliny chlorovodíkové (HCl) s průměrnou úspěšností 56,88 % (v 3. testování 52,50 % a ve 4. testování 61,25 %). Příčinou je zřejmě menší počet těchto reakcí a jejich malá barevná rozmanitost.

Ve 4. testování bylo zaznamenáno celkové zlepšení o 14,38 %.

Úspěšnost respondentů podle reakcí a iontů

Průměrná úspěšnost ve 3. i 4. testování je vyšší u skupinových reakcí 46,88 % (43,33 % – 3. testování a 50,42 % – 4. testování) než u reakcí selektivních 40,42 % (29,58 % a 51,25 %). Většího zlepšení ve 4. testování bylo dosaženo u selektivních reakcí (o 21,67 %) než u skupinových reakcí (o 7,08 %).

Srovnáním průměrných výsledků kationtů 46,56 % (38,75 % – 3. testování a 54,38 % – 4. testování) a aniontů 37,81 % (31,88 % a 43,75 %) bylo dosaženo větší úspěšnosti u kationtů, a to i přesto, že reakce aniontů zahrnují nezanedbatelně menší počet reakcí i podstatně menší barevnou různorodost. Většího zlepšení úspěšnosti ve 4. testování bylo dosaženo u kationtů (o 15,63 %) než u aniontů (o 11,88 %).

U všech sledovaných kategorií (skupinové reakce, selektivní reakce, kationty, anionty) došlo při 4. testování ke zlepšení.

Úspěšnost respondentů podle studijních kombinací

Největší průměrné úspěšnosti (44,58 %), dosáhla studijní kombinace chemie-přírodopis. V 3. testování dosáhla tato kombinace také největší úspěšnost a to 41,67 %, ve 4. testování však pouze 47,50 %, oproti nejlepšímu výsledku 56,67 % kombinace Ch-Ma. Naopak nejmenší průměrná úspěšnost (41,67 %) byla zaznamenána u kombinace chemie-rodinná výchova, přičemž ve 3. testování nejnižší úspěšnosti (30,83 %) dosáhla kombinace chemie-matematika a ve 4. testování kombinace Ch-Př s výsledkem 47,50 %.

Všechny studijní kombinace dosáhly celkového zlepšení ve 4. testování. Největší bylo zaznamenáno u studijní kombinace chemie-matematika, kde rozdíl mezi 3. a 4. testováním představuje 25,83 %. Jednou z možných příčin vyššího zlepšení úspěšnosti studijní kombinace chemie-matematika je zřejmě účinnější využití systému *Kvalitativní analýza*, neboť tematika nevyžaduje logické myšlení, ale zejména schopnost zapamatování.

Obtížnost otázek

Některé otázky, resp. varianty odpovědí, se ukázaly poněkud obtížné (např. 7. otázka v HCl – úspěšnost 0,00 %), některé naopak příliš jednoduché (např. 3. a 9. otázka v HCl – úspěšnost 93,75 %).

Varianty nabídek odpovědí

Četnost jednotlivých variant odpovědí vykazuje značné odchylky (a – 29,90 %, b – 25,42 %, c – 23,02 %, d – 21,67 %), a je možné konstatovat, že studenti preferovali nejvíce variantu a), nejméně pak variantu d). Rozložení správných odpovědí bylo přesně 25,00 %.

Závěr

Průměrný dosažený výsledek z 3. testování byl 36,46 %, průměrný dosažený výsledek ze 4. testování 50,83 %. Ve 4. testování bylo dosaženo zlepšení, a to o 14,38 %, a proto byl předpoklad splněn. Na zlepšení výsledku se tedy kladně podílel vliv multimediálního výukového systému *Kvalitativní analýza*.

Největší zlepšení bylo zaznamenáno u studijní kombinace chemie-matematika, kde rozdíl mezi 3. a 4. testováním představoval 25,83 %.

Jako nejobtížnější byl vyhodnocen tematický celek *Selektivní reakce aniontů* (SeAn) s průměrnou úspěšností 31,25 % (3. testování 22,50 %, 4. testování 40,00 %). Naopak nejjednodušším tematickým celkem se ukázal celek *Skupinové reakce kyseliny chlorovodíkové* (HCl) s průměrnou úspěšností 56,88 % (3. testování 52,50 %, 4. testování 61,25 %). Nejvíce se respondenti ve 4. testování zlepšili při vyplňování testu z tematického celku *Skupinové reakce kationtů* (SkKa) a to o 18,75 %. U všech tematických celků bylo zaznamenáno zlepšení.

5.6.2.3. Vyhodnocení 3. Test ↔ 7. Test

Předpoklad

Studenti budou dosahovat lepších výsledků v testu po absolvování předmětu Laboratorní cvičení z analytické chemie (7. Test) oproti testu, který titíž studenti řešili před absolvováním laboratorního cvičení (3. Test).

Úspěšnost respondentů

Největší průměrné úspěšnosti z obou testování (56,67 %) dosáhl respondent *Brma* se studijní kombinací chemie-přírodopis, u něhož byla při 3. testování zaznamenána úspěšnost 53,33 % a při 7. testování 60,00 %, což znamená, že při 3. testování odpověděl na 32 otázek z 60 a při 7. testování na 36 otázek z 60. Respondent se tedy zlepšil o 6,67 % (4 otázky) a byl nejúspěšnější při 3. i 7. testování. Nejmenší průměrná úspěšnost (29,17 %) byla zaznamenána u respondenta *Heba* se studijní kombinací chemie-rodinná výchova. Tento respondent měl

současně i nejmenší úspěšnost při 3. testování i 7. testování, kdy odpověděl správně pouze 15 (25,00 %), resp. 20 otázek (33,33 %).

Největšího zlepšení dosáhli respondenti *Bema, Driv, Heba a Pana* se studijní kombinací Ch-Ma, Ch-Př, Ch-Rv a Ch-Př. Shodně byl zaznamenán 8,33% rozdíl mezi úspěšností 3. a 7. testování. Naopak nejmenšího zlepšení dosáhl respondent *Jaal* se studijní kombinací chemie-matematika, s pouze 3,33% rozdílem. Žádný z respondentů se při 7. testování nezhoršil.

Celková úspěšnost respondentů při 3. testování byla 36,46 % a při 7. testování 43,33 %. Došlo tedy k 6,88% průměrnému zlepšení respondentů.

Úspěšnost respondentů podle tematických celků

Nejobtížnějším tematickým celkem se ukázaly selektivní reakce aniontů (SeAn) s pouze 26,88% průměrnou úspěšností (v 3. testování 22,50%, ve 7. testování 31,25%). Příčinou je zřejmě možnost záměn se selektivními reakcemi kationtů, případně mezi sebou. Největší zlepšení bylo zaznamenáno u skupinových reakcí anionů (SkAn), a to o 10,00 %.

Nejjednodušším tematickým celkem pro respondenty byly skupinové reakce kyseliny chlorovodíkové (HCl) s průměrnou úspěšností 55,00 % (v 3. testování 52,50 %, v 7. testování 57,50 %). Příčinou je zřejmě menší počet těchto reakcí a jejich malá barevná rozmanitost. U tohoto celku bylo zaznamenáno druhé nejmenší zlepšení, a to 5,00 %. K nejmenšímu zlepšení došlo u selektivních reakcí kationtů (SeK2 – zlepšení 3,75 %, SeKa 5,00 %).

U všech tematických celků došlo při 7. testování ke zlepšení.

Úspěšnost respondentů podle reakcí a iontů

Průměrná úspěšnost (stejně jako v 3. i 7. testování) je vyšší u skupinových reakcí (47,29 %) než u reakcí selektivních (32,50 %). Většího zlepšení v 7. testování bylo dosaženo rovněž u skupinových reakcí (o 7,92 %) než u selektivních reakcí (o 5,83 %).

Srovnáním průměrných výsledků kationtů (41,56 %) a aniontů (36,56 %) bylo dosaženo větší úspěšnosti u kationtů, a to i přesto, že reakce aniontů zahrnují nezanedbatelně menší počet reakcí i podstatně menší barevnou různorodost. Většího zlepšení úspěšnosti v 7. testování však bylo dosaženo u aniontů (o 9,38 %) než u kationtů (o 5,63 %).

U všech sledovaných kategorií (skupinové reakce, selektivní reakce, kationty, anionty) došlo při 7. testování ke zlepšení.

Úspěšnost respondentů podle studijních kombinací

Největší průměrné úspěšnosti (45,42 %), i úspěšnosti v 3. testování (41,67 %) i v 7. testování (49,17 %), dosáhla studijní kombinace chemie-přírodopis. Naopak nejmenší průměrná úspěšnost (33,75 %), i úspěšnost v 3. testování (30,83 %) i v 7. testování (36,67 %), byla zaznamenána u kombinace chemie-matematika. Jednou z možných příčin vyšší úspěšnosti studijní kombinace chemie-přírodopis je typ testovaného učiva, který nevyžaduje logické myšlení, ale zejména schopnost zapamatování.

Všechny studijní kombinace dosáhly v 7. testování celkového zlepšení. Největší bylo zaznamenáno rovněž u studijní kombinace chemie-přírodopis, kde rozdíl mezi 1. testováním a 2. testováním představuje 7,50 %.

Obtížnost otázek

Některé otázky, resp. varianty odpovědí, se ukázaly poněkud obtížné (např. 10. otázka v HCl, 7. a 9. otázka v SeAn – úspěšnost 0,00 %), některé naopak příliš jednoduché (např. 3. a 9. otázka v HCl – úspěšnost 100,00 %).

Variety nabídek odpovědí

Četnost jednotlivých variant odpovědí doznala značné nerovnoměrnosti (a – 33,75 %, b – 23,33 %, c – 23,13 %, d – 19,79 %), a je možné konstatovat, že studenti preferovali nejvíce variantu a), nejméně pak variantu d). Rozložení správných odpovědí bylo přesně 25,00 %.

Závěr

Průměrný dosažený výsledek z 3. testování byl 36,46 %, průměrný dosažený výsledek ze 7. testování byl 43,33 %. V 7. testování bylo dosaženo zlepšení, a to o 6,88 %, a tak byl předpoklad po vyhodnocení testů potvrzen. Na zlepšení výsledku se kladně podílel vliv praktické výuky předmětu Laboratorní cvičení z analytické chemie.

Všichni testovaní respondenti dosáhli zlepšení, a to od 3,33 % do 8,33 %.

Jako nejobtížnější byl vyhodnocen tematický celek *Selektivní reakce aniontů* (SeAn) s průměrnou úspěšností 26,88 % (3. testování 22,50 %, 7. testování 31,25 %). Naopak nejjednodušším tematickým celkem se ukázal celek *Skupinové reakce kyseliny chlorovodíkové* (HCl) s průměrnou úspěšností 55,00 % (3. testování 52,50 %, 7. testování 57,50 %). Nejvíce se respondenti v 7. testování zlepšili při vyplňování testu z tematického celku *Skupinové reakce aniontů* (SkAn) a to o 10,00 %. U všech tematických celků bylo zaznamenáno zlepšení.

5.6.2.4. Vyhodnocení 5. Test ↔ 6. Test

V tabulce č. 23 je přehledně uvedeno srovnání výsledků pro jednotlivé parametry při 5. Testu a 6. Testu.

4.11.2011

	Stud.	Komb.	1 HCl	2 H ₂ S	3 SeKa	4 SeK ₂	5 SkAn	6 SeAn	Σ	%	Klas.Ach
1	Brte	Ch-Ma	4	2	3	2	4	3	18	30,00	E
2	Hape	Ch-RV	7	4	6	6	5	7	35	58,33	B
3	Koba	Ch-Př	5	4	5	5	9	5	33	55,00	C
4	Krev	Ch-Ma	7	6	7	6	8	6	40	66,67	B
5	Křpe	Ch-RV	5	5	5	4	5	4	28	46,67	C
6	Mili	Ch-Př	4	1	4	2	6	2	19	31,67	E
7	Peka	Ch-Ma	4	3	3	3	5	5	23	38,33	D
8	Žele	Ch-Př	6	2	6	5	9	6	34	56,67	B
Σ			42	27	39	33	51	38	230	47,92	
%			52,50	33,75	48,75	41,25	63,75	47,50	47,92		2,125
			Sk	Se		Ka	An			%	
			50,00	45,83		44,06	55,63			47,92	
Ch-Ma			47,78	42,22		41,67	51,67			45,00	
Ch-Př			51,11	44,44		40,83	61,67			47,78	
Ch-RV			51,67	53,33		52,50	52,50			52,50	

9.12.2011

	Stud.	Komb.	1 HCl	2 H ₂ S	3 SeKa	4 SeK ₂	5 SkAn	6 SeAn	Σ	%	Zlepšení %
1	Brte	Ch-Ma	6	2	4	4	5	5	26	43,33	13,33
2	Hape	Ch-RV	8	8	7	7	10	8	48	80,00	21,67
3	Koba	Ch-Př	7	7	7	6	9	7	43	71,67	16,67
4	Krev	Ch-Ma	9	7	9	8	10	8	51	85,00	18,33
5	Křpe	Ch-RV	7	5	7	7	6	6	38	63,33	16,67
6	Mili	Ch-Př	6	4	4	3	6	5	28	46,67	15,00
7	Peka	Ch-Ma	6	5	6	5	6	6	34	56,67	18,33
8	Žele	Ch-Př	8	5	8	7	9	8	45	75,00	18,33
Σ			57	43	52	47	61	53	313	65,21	17,29
%			71,25	53,75	65,00	58,75	76,25	66,25	65,21		
Zlepšení			18,75	20,00	16,25	17,50	12,50	18,75	17,29		
			Sk	Se		Ka	An			%	%
			67,08	63,33		62,19	71,25			65,21	17,29
Zlepšení			17,08	17,50		18,13	15,63				
Ch-Ma			62,22	61,11		59,17	66,67			61,67	16,67
Ch-Př			67,78	61,11		60,00	73,33			64,44	16,67
Ch-RV			73,33	70,00		70,00	75,00			71,67	19,17
Zlepšení											
Ch-Ma			14,44	18,89		17,50	15,00				
Ch-Př			16,67	16,67		19,17	11,67				
Ch-RV			21,67	16,67		17,50	22,50				

Tabulka 23

Srovnání účinnosti výuky při a bez použití výukového systému (5. Test ↔ 6. Test)

Předpoklad

Studenti, kteří mají k dispozici a využívají multimediální výukový systém *Kvalitativní analýza* (6. testování), budou dosahovat lepších výsledků oproti tomu, když tento systém k dispozici neměli (5. testování). V případném zlepšení se však projeví i úspěšně absolvovaný předmět Laboratorní cvičení z analytické chemie, tudíž zlepšení lze očekávat podstatně větší.

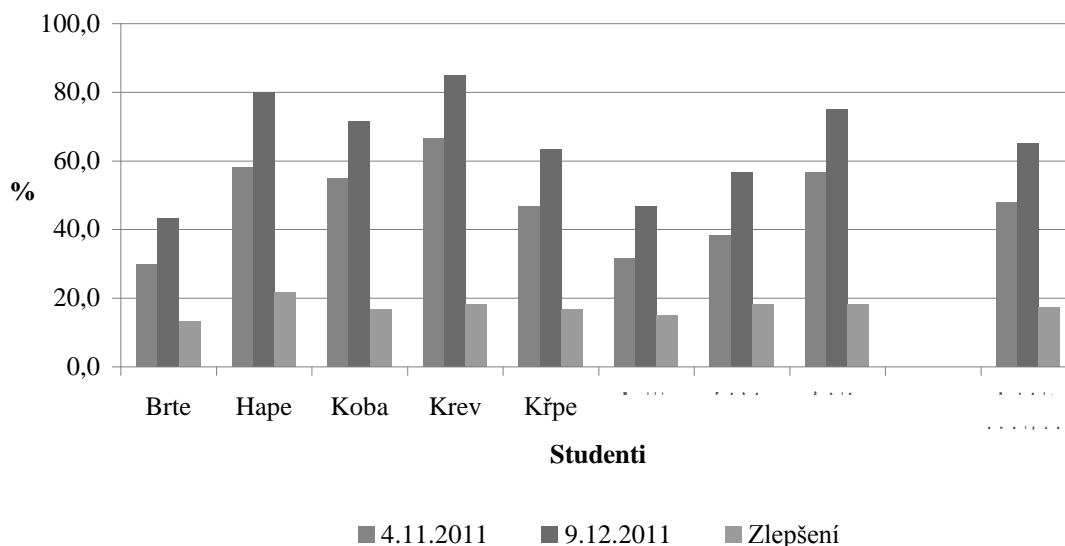
Úspěšnost respondentů

V tabulce č. 24 a na obrázku č. 26 je přehledně uvedena procentuální úspěšnost respondentů při 5. testování (4. 11. 2011) a 6. testování (9. 12. 2011).

Respondent	Stud. komb.	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
Brte	Ch-Ma	30,00	43,33	36,67	13,33
Hape	Ch-RV	58,33	80,00	69,17	21,67
Koba	Ch-Př	55,00	71,67	63,33	16,67
Krev	Ch-Ma	66,67	85,00	75,83	18,33
Křpe	Ch-RV	46,67	63,33	55,00	16,67
Mili	Ch-Př	31,67	46,67	39,17	15,00
Peka	Ch-Ma	38,33	56,67	47,50	18,33
Žele	Ch-Př	56,67	75,00	65,83	18,33
Kval. analýza	[%]	47,92	65,21	56,56	17,29

Tabulka 24

Srovnání úspěšnosti (v %) jednotlivých respondentů



Obrázek 26

Srovnání procentuální úspěšnosti respondentů

Největší průměrné úspěšnosti z obou testování (75,83 %) dosáhl respondent *Krev* se studijní kombinací chemie-matematika, u něhož byla při 5. testování zaznamenána úspěšnost 66,67 % a při 6. testování 85,00 %, což znamená, že při 5. testování odpověděl na 40 otázek z 60 a při 6. testování na 51 otázek z 60. Respondent se tedy zlepšil o 18,33 %

(11 otázek) a byl nejméně úspěšný při 5. i 6. testování. Nejmenší průměrná úspěšnost (36,67 %) byla zaznamenána u respondenta *Brte* se studijní kombinací chemie-matematika. Tento respondent měl současně i nejmenší úspěšnost při 5. i 6. testování, kdy odpověděl správně pouze 18 (30,00 %), resp. 26 otázek (43,33 %).

Největšího zlepšení dosáhl respondent *Hape* se studijní kombinací chemie-rodinná výchova, u něhož byl zaznamenán 21,67% rozdíl mezi úspěšností 5. testování a 6. testování. Naopak nejmenšího zlepšení dosáhl opět respondent *Brte* se studijní kombinací chemie-matematika, s pouze 13,33% rozdílem. Žádný z respondentů se při 6. testování nezhoršil.

Celková úspěšnost respondentů při 5. testování byla 47,92 % a při 6. testování 65,21 %. Došlo tedy k 17,29% průměrnému zlepšení respondentů.

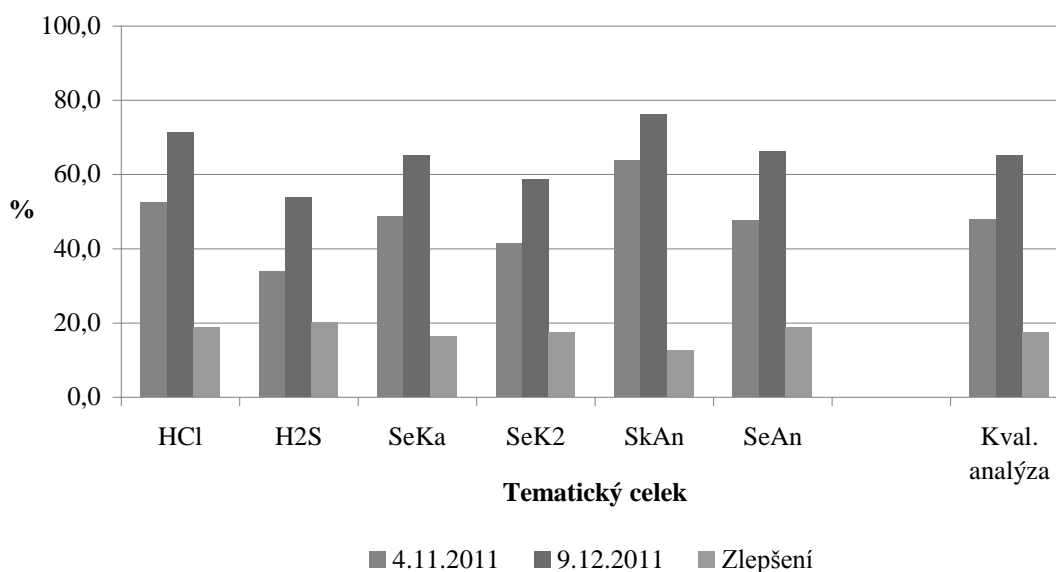
Úspěšnost respondentů podle tematických celků

V tabulce č. 25 a na obrázku č. 27 je přehledně uvedena procentuální úspěšnost respondentů v jednotlivých tematických celcích při 5. a 6. testování.

Tematický celek	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
HCl	52,50	71,25	61,88	18,75
H ₂ S	33,75	53,75	43,75	20,00
SeKa	48,75	65,00	56,88	16,25
SeK ₂	41,25	58,75	50,00	17,50
SkAn	63,75	76,25	70,00	12,50
SeAn	47,50	66,25	56,88	18,75
Kvalitativní analýza	47,92	65,21	56,56	17,29

Tabulka 25

Srovnání úspěšnosti (v %) respondentů v jednotlivých tematických celcích



Obrázek 27

Srovnání úspěšnosti respondentů v jednotlivých tematických celcích

Nejobtížnějším tematickým celkem se mírně překvapivě ukázaly skupinové reakce sulfanu (H₂S) s pouze 43,75% průměrnou úspěšností (v 5. testování 33,75%, v 6. testování 53,75%). Příčinou je zřejmě značná detailnost otázek a možnost záměn se skupinovými reakcemi sulfidu amonného. U této metody bylo však zaznamenáno také největší zlepšení v 6. testování, a to o 20,00 %.

Nejjednodušším tematickým celkem pro respondenty byly opět mírně překvapivě skupinové reakce aniontů s průměrnou úspěšností 70,00 % (v 5. testování 63,75 %, v 6. testování 76,25 %). Příčinou je zřejmě ne tak velký počet těchto reakcí a jejich malá barevná rozmanitost. U této metody bylo však zaznamenáno nejmenší zlepšení, a to o 12,50 %.

U všech tematických celků došlo při 6. testování ke zlepšení.

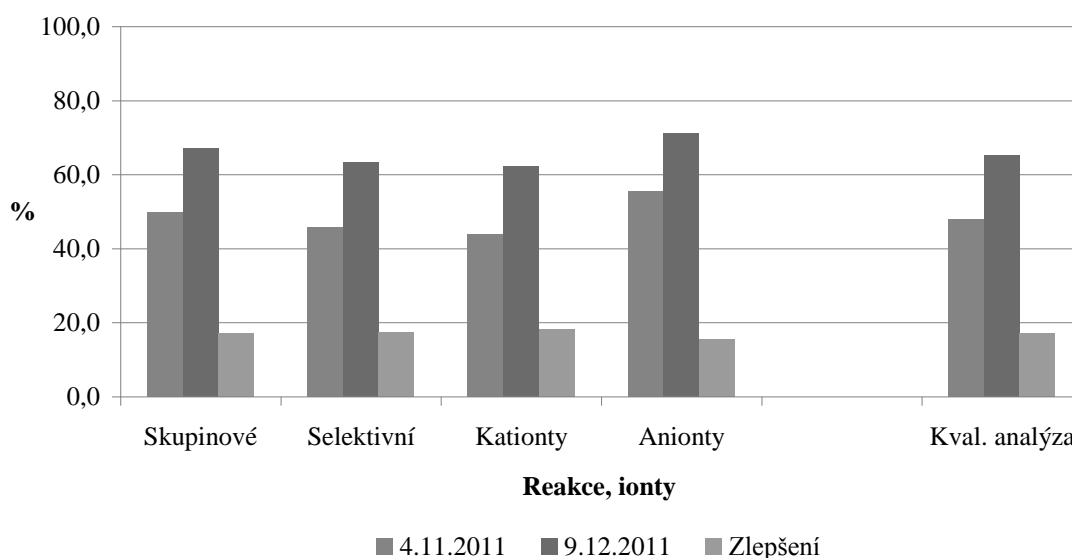
Úspěšnost respondentů podle reakcí a iontů

V tabulce č. 26 a na obrázku č. 28 je přehledně uvedena procentuální úspěšnost respondentů v 5. a 6. testování z hlediska typu reakcí a iontů.

Reakce, ionty	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
Skupinové	50,00	67,08	58,54	17,08
Selektivní	45,83	63,33	54,58	17,50
Kationty	44,06	62,19	53,13	18,13
Anionty	55,63	71,25	63,44	15,63
Kvalitativní analýza	47,92	65,21	56,56	17,29

Tabulka 26

Srovnání úspěšnosti (v %) respondentů z hlediska typu reakcí a iontů



Obrázek 28

Srovnání úspěšnosti respondentů z hlediska typu reakcí a iontů

Průměrná úspěšnost (stejně jako v 5. i 6. testování) je mírně vyšší u skupinových reakcí (58,54 %) než u reakcí selektivních (54,58 %). Nepatrně většího zlepšení v 6. testování však bylo dosaženo u selektivních reakcí (o 17,50 %) než u skupinových reakcí (o 17,08 %).

Větších rozdílů v průměrné úspěšnosti ve prospěch aniontů bylo dosaženo při porovnání úspěšnosti u kationtů (53,13 %) a aniontů (63,44 %), stejně jako v 5. testování (kationty 44,06 % a anionty 55,63 %) i 6. testování (kationty 44,06 % a anionty 55,63 %). To může být způsobeno nezanedbatelně menším počtem reakcí aniontů i jejich podstatně menší barevné různorodosti. Většího zlepšení úspěšnosti v 6. testování však bylo dosaženo u kationtů (o 18,13 %) než u aniontů (o 15,63 %).

U všech sledovaných kategorií (skupinové reakce, selektivní reakce, kationty, anionty) došlo při 6. testování ke zlepšení.

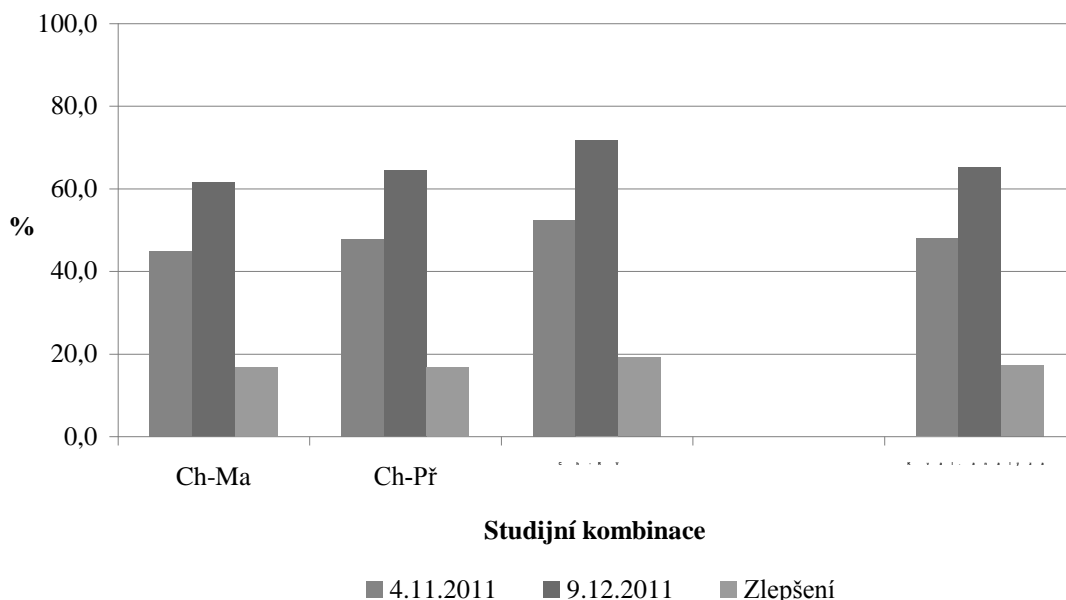
Úspěšnost respondentů podle studijních kombinací

V tabulce č. 27 a na obrázku č. 29 je přehledně uvedena procentuální úspěšnost respondentů v 5. a 6. testování podle jednotlivých studijních kombinací.

Studijní kombinace	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
Ch-Ma	45,00	61,67	53,33	16,67
Ch-Př	47,78	64,44	56,11	16,67
Ch-RV	52,50	71,67	62,08	19,17
Kvalitativní analýza	47,92	65,21	56,56	17,29

Tabulka 27

Srovnání úspěšnosti (v %) respondentů podle jednotlivých studijních kombinací



Obrázek 29

Srovnání úspěšnosti respondentů podle jednotlivých studijních kombinací

Největší průměrné úspěšnosti (62,08 %), i úspěšnosti v 5. (52,50 %) i v 6. testování (71,67 %), dosáhla studijní kombinace chemie-rodinná výchova. Naopak nejmenší průměrná úspěšnost (53,33 %), i úspěšnost v 5. testování (45,00 %) i v 6. testování (61,67 %), byla zaznamenána u kombinace chemie-matematika. Jednou z možných příčin vyšší úspěšnosti

studijní kombinace chemie-rodinná výchova je typ testovaného učiva, který nevyžaduje logické myšlení, ale zejména schopnost zapamatování.

Všechny studijní kombinace dosáhly celkového zlepšení v 6. testování. Největší však bylo zaznamenáno u studijní kombinace chemie-rodinná výchova, kde rozdíl mezi 5. testováním a 6. testováním představuje 19,17 %.

Z tabulky č. 28 – č. 31 je možné také zjistit úspěšnost jednotlivých studijních kombinací v skupinových či selektivních reakcích (obrázek č. 30), v kationech či anionech (obrázek č. 31).

Studijní kombinace	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
Ch-Ma	47,78	62,22	55,00	14,44
Ch-Př	51,11	67,78	59,44	16,67
Ch-RV	51,67	73,33	62,50	21,67
Kvalitativní analýza	47,29	65,21	56,56	17,29

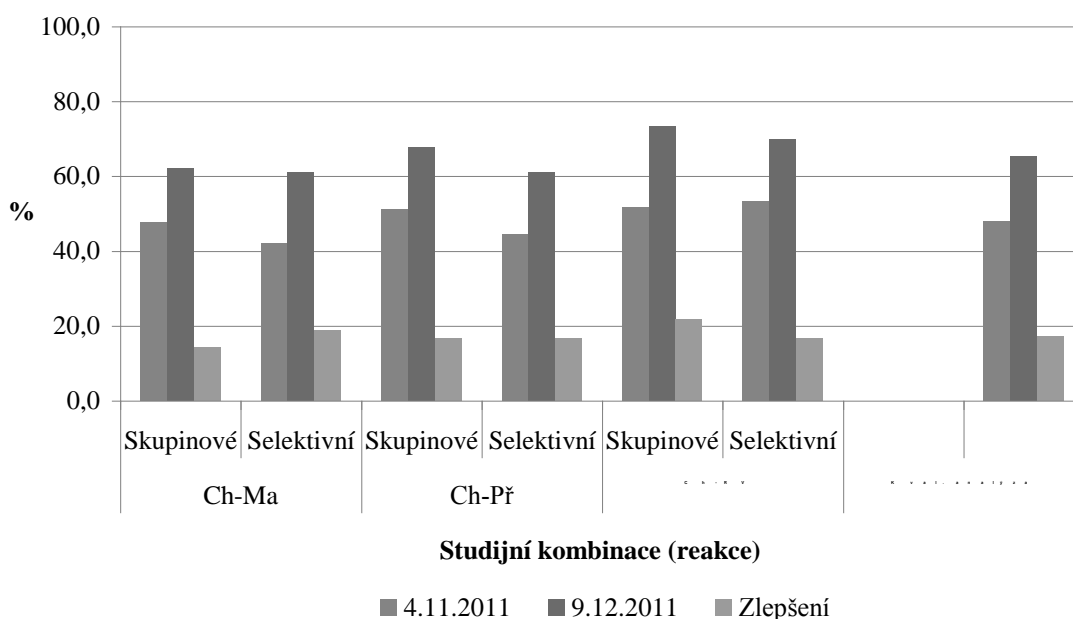
Tabulka 28

Srovnání úspěšnosti (v %) respondentů podle jednotlivých studijních kombinací v skupinových reakcích

Studijní kombinace	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
Ch-Ma	42,22	61,11	51,67	18,89
Ch-Př	44,44	61,11	52,78	16,67
Ch-RV	53,33	70,00	61,67	16,67
Kvalitativní analýza	47,29	65,21	56,56	17,29

Tabulka 29

Srovnání úspěšnosti (v %) respondentů podle jednotlivých studijních kombinací v selektivních reakcích



Obrázek 30

Srovnání úspěšnosti respondentů podle jednotlivých studijních kombinací v skupinových a selektivních reakcích

Studijní kombinace	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
Ch-Ma	41,67	59,17	50,42	17,50
Ch-Př	40,83	60,00	50,42	19,17
Ch-RV	52,50	70,00	61,25	17,50
Kvalitativní analýza	47,92	65,21	56,56	17,29

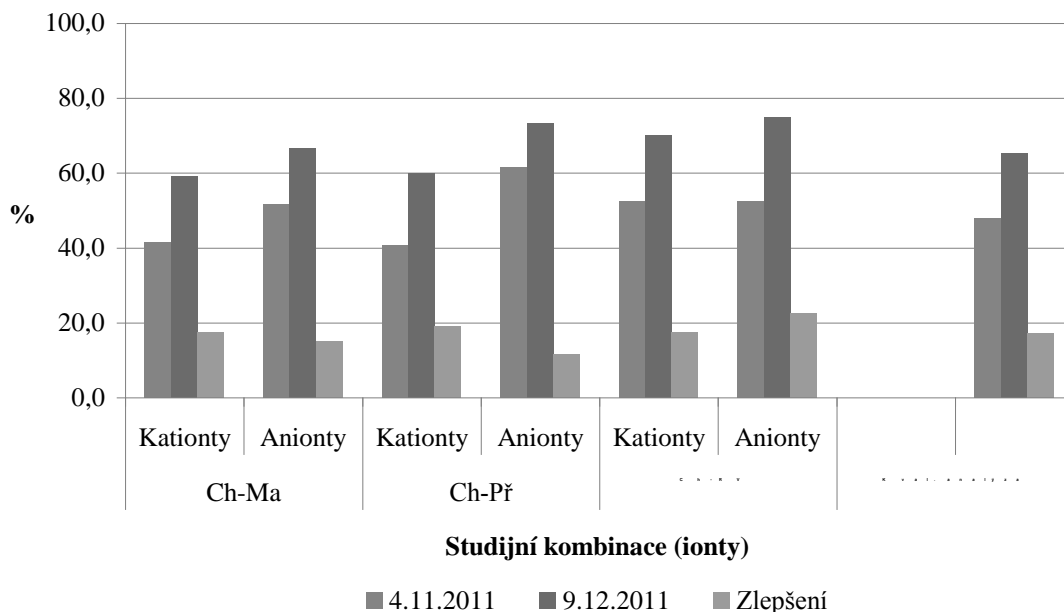
Tabulka 30

Srovnání úspěšnosti (v %) respondentů podle jednotlivých studijních kombinací v kationtech

Studijní kombinace	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
Ch-Ma	51,67	66,67	59,17	15,00
Ch-Př	61,67	73,33	67,50	11,67
Ch-RV	52,50	75,00	63,75	22,50
Kvalitativní analýza	47,92	65,21	56,56	17,29

Tabulka 31

Srovnání úspěšnosti (v %) respondentů podle jednotlivých studijních kombinací v aniontech



Obrázek 31

Srovnání úspěšnosti respondentů podle jednotlivých studijních kombinací v kationech a anionech

Z tabulek č. 28 – č. 31 a obrázků č. 30 a č. 31 je vidět pestrou různorodost rozdílů mezi úspěšností jednotlivých studijních kombinací a to jednak ve skupinových a selektivních reakcích a jednak v reakcích kationů a aniontů.

Obtížnost otázek

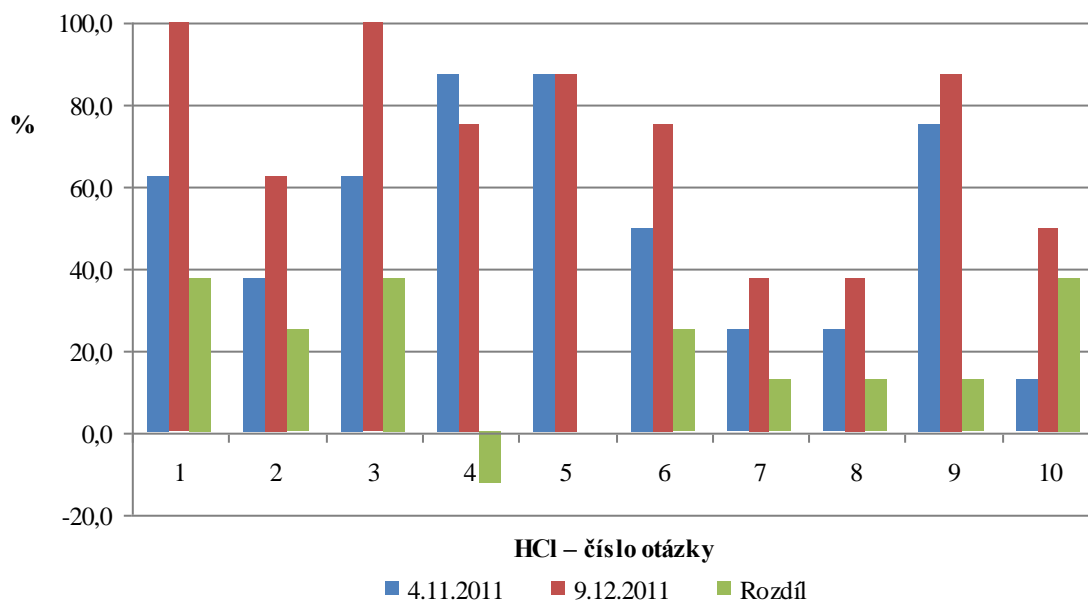
Analýza obtížnosti otázek je důležitá především pro učitele pro zpětnou vazbu. Učitel potom může na základě výsledků analýzy např. hlouběji probírat složitější problematiku.

V tabulkách č. 32 – č. 37 a na obrázcích č. 32 – č. 37 je uveden přehled nejjednodušších otázek, nejobtížnějších otázek a otázek s největším zlepšením v jednotlivých tematických celcích z obou testování.

Otázka č.	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
1	62,50	100,00	81,25	37,50
2	37,50	62,50	50,00	25,00
3	62,50	100,00	81,25	37,50
4	87,50	75,00	81,25	-12,50
5	87,50	87,50	87,50	0,00
6	50,00	75,00	62,50	25,00
7	25,00	37,50	31,25	12,50
8	25,00	37,50	31,25	12,50
9	75,00	87,50	81,25	12,50
10	12,50	50,00	31,25	37,50
Ø HCl	52,50	71,25	61,88	18,75

Tabulka 32

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku HCl (úspěšnost v %)



Obrázek 32

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku HCl

Jako nejtěžší se u tematického celku HCl ukázala v 5. testování otázka č. 10 (12,50 %), v 6. testování otázka č. 7 a 8 (37,50 %).

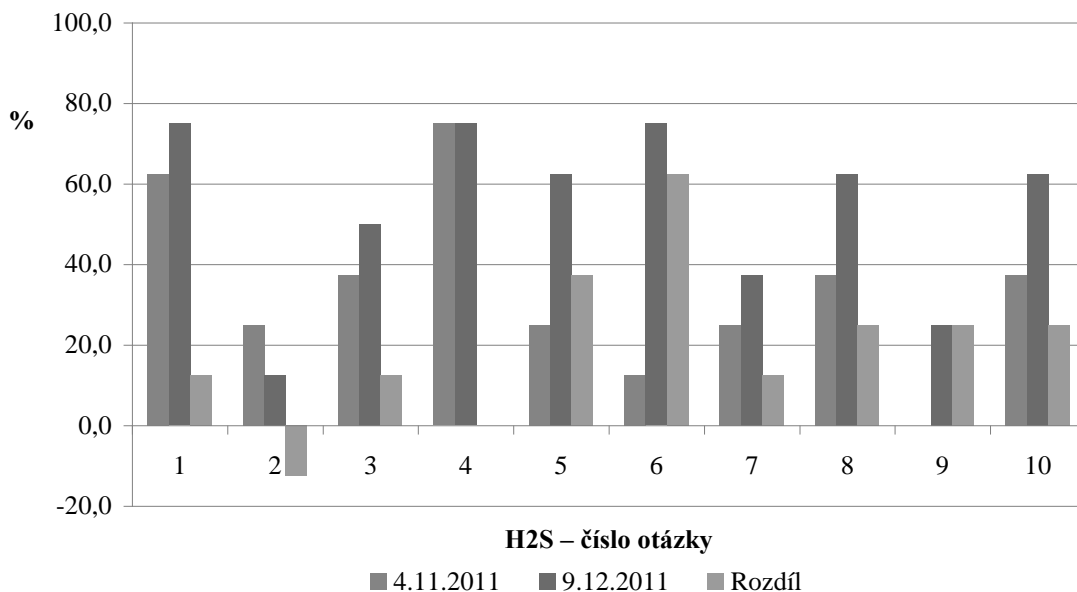
Jako nejlehčí se u tematického celku HCl ukázala v 5. testování otázka č. 4 a 5 (87,50 %), v 6. testování otázka č. 1 a 3 (100,00 %).

Jak plyne z tabulky č. 32 a obrázku č. 32, u tematického celku HCl došlo při 6. testování ke zlepšení u 8 otázek a to až o 37,50 % (otázka č. 1, 3 a 10).

Otázka č.	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
1	62,50	75,00	68,75	12,50
2	25,00	12,50	18,75	-12,50
3	37,50	50,00	43,75	12,50
4	75,00	75,00	75,00	0,00
5	25,00	62,50	43,75	37,50
6	12,50	75,00	43,75	62,50
7	25,00	37,50	31,25	12,50
8	37,50	62,50	50,00	25,00
9	0,00	25,00	12,50	25,00
10	37,50	62,50	50,00	25,00
Ø H2S	33,75	53,75	43,75	20,00

Tabulka 33

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku H2S (úspěšnost v %)



Obrázek 33

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku H2S

Jako nejtěžší se u tematického celku H2S ukázala v 5. testování otázka č. 9 (0,00 %), v 6. testování otázka č. 2 (12,50 %).

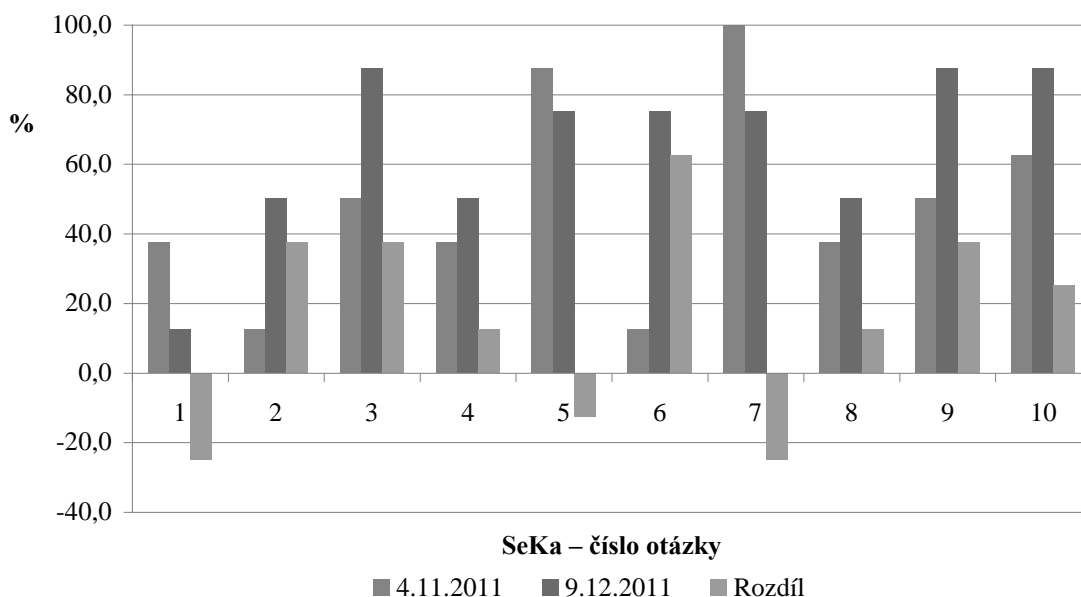
Jako nejlehčí se u tematického celku H2S ukázala v 5. testování otázka č. 4 (75,00 %), v 6. testování otázka č. 1, 4 a 6 (75,00 %).

Jak plyne z tabulky č. 33 a obrázku č. 33, u tematického celku H2S došlo při 6. testování ke zlepšení u 8 otázek a to až o 62,50 % (otázka č. 6).

Otázka č.	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
1	37,50	12,50	25,00	-25,00
2	12,50	50,00	31,25	37,50
3	50,00	87,50	68,75	37,50
4	37,50	50,00	43,75	12,50
5	87,50	75,00	81,25	-12,50
6	12,50	75,00	43,75	62,50
7	100,00	75,00	87,50	-25,00
8	37,50	50,00	43,75	12,50
9	50,00	87,50	68,75	37,50
10	62,50	87,50	75,00	25,00
Ø SeKa	48,75	65,00	56,88	16,25

Tabulka 34

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SeKa (úspěšnost v %)



Obrázek 34

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SeKa

Jako nejtěžší se u tematického celku SeKa ukázala v 5. testování otázka č. 2 a 6 (12,50 %), v 6. testování otázka č. 1 (12,50 %).

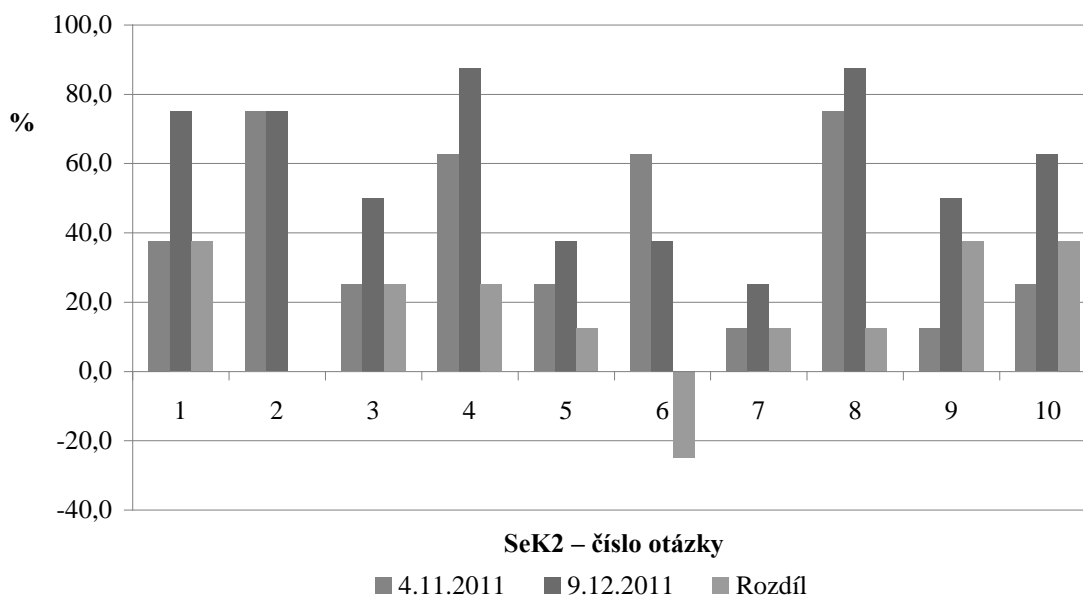
Jako nejlehčí se u tematického celku SeKa ukázala v 5. testování otázka č. 7 (100,00 %), v 6. testování otázka č. 3, 9 a 10 (87,50 %).

Jak plyne z tabulky č. 34 a obrázku č. 34, u tematického celku SeKa došlo při 6. testování ke zlepšení u 7 otázek a to až o 62,50 % (otázka č. 6).

Otázka č.	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
1	37,50	75,00	56,25	37,50
2	75,00	75,00	75,00	0,00
3	25,00	50,00	37,50	25,00
4	62,50	87,50	75,00	25,00
5	25,00	37,50	31,25	12,50
6	62,50	37,50	50,00	-25,00
7	12,50	25,00	18,75	12,50
8	75,00	87,50	81,25	12,50
9	12,50	50,00	31,25	37,50
10	25,00	62,50	43,75	37,50
Ø SeK2	41,25	58,75	50,00	17,50

Tabulka 35

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SeK2 (úspěšnost v %)



Obrázek 35

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SeK2

Jako nejtěžší se u tematického celku SeK2 ukázala v 5. testování otázka č. 7 a 9 (12,50 %), v 6. testování otázka č. 7 (25,00 %).

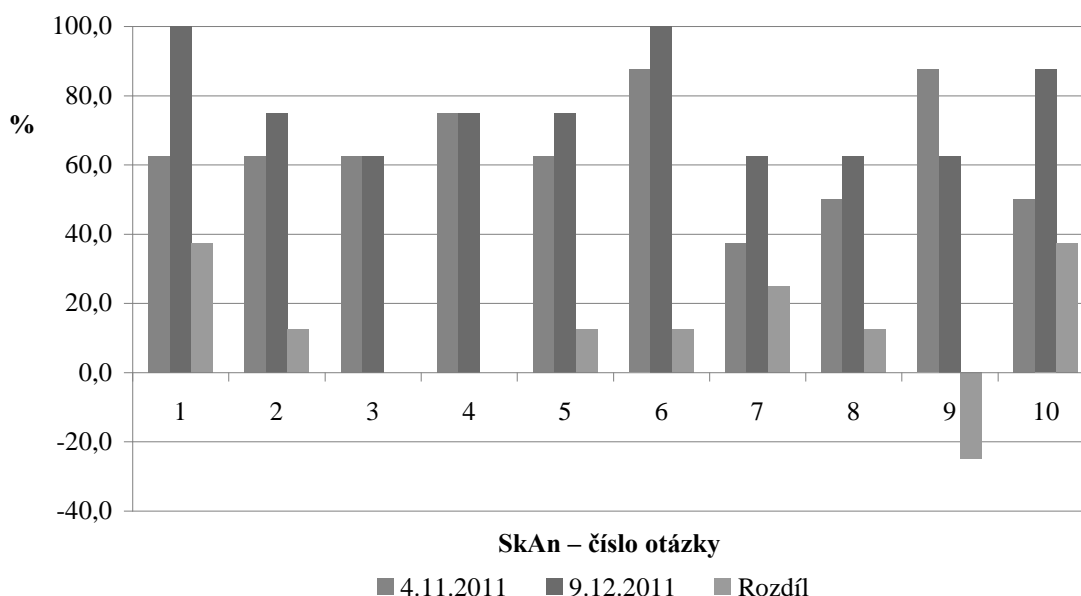
Jako nejlehčí se u tematického celku SeK2 ukázala v 5. testování otázka č. 2 a 8 (75,00 %), v 6. testování otázka č. 4 a 8 (87,50 %).

Jak plyne z tabulky č. 35 a obrázku č. 35, u tematického celku SeK2 došlo při 6. testování ke zlepšení u 8 otázek a to až o 37,50 % (otázka č. 1, 9 a 10).

Otázka č.	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
1	62,50	100,00	81,25	37,50
2	62,50	75,00	68,75	12,50
3	62,50	62,50	62,50	0,00
4	75,00	75,00	75,00	0,00
5	62,50	75,00	68,75	12,50
6	87,50	100,00	93,75	12,50
7	37,50	62,50	50,00	25,00
8	50,00	62,50	56,25	12,50
9	87,50	62,50	75,00	-25,00
10	50,00	87,50	68,75	37,50
Ø SkAn	63,75	76,25	70,00	12,50

Tabulka 36

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SkAn (úspěšnost v %)



Obrázek 36

Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SkAn

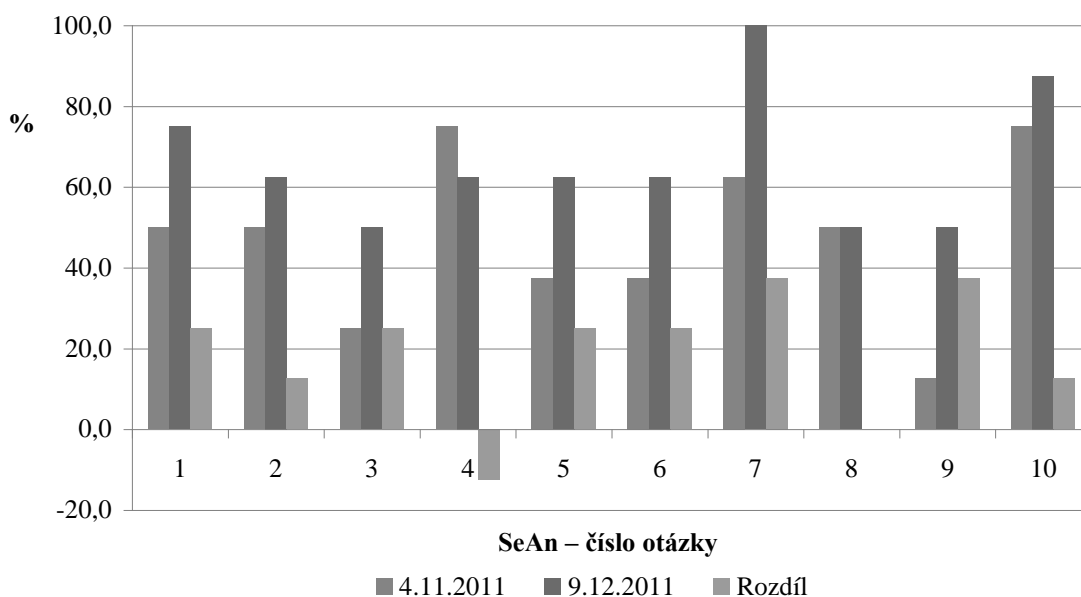
Jako nejtěžší se u tematického celku SkAn ukázala v 5. testování otázka č. 7 (37,50 %), v 6. testování otázka č. 3, 7, 8 a 9 (62,50 %).

Jako nejlehčí se u tematického celku SkAn ukázala v 5. testování otázka č. 6 a 9 (87,50 %), v 6. testování otázka č. 1 a 6 (100,00 %).

Jak plyne z tabulky č. 36 a obrázku č. 36, u tematického celku SkAn došlo při 6. testování ke zlepšení u 7 otázek a to až o 37,50 % (otázka č. 1 a 10).

Otázka č.	5. testování	6. testování	Průměr	Zlepšení
1	50,00	75,00	62,50	25,00
2	50,00	62,50	56,25	12,50
3	25,00	50,00	37,50	25,00
4	75,00	62,50	68,75	-12,50
5	37,50	62,50	50,00	25,00
6	37,50	62,50	50,00	25,00
7	62,50	100,00	81,25	37,50
8	50,00	50,00	50,00	0,00
9	12,50	50,00	31,25	37,50
10	75,00	87,50	81,25	12,50
Ø SeAn	47,50	66,25	56,88	18,75

Tabulka 37
Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SeAn



Obrázek 37
Přehled obtížnosti otázek v tematickém celku SeAn (úspěšnost v %)

Jako nejtěžší se u tematického celku SeAn ukázala v 5. testování otázka č. 9 (12,50 %), v 6. testování otázka č. 3, 8 a 9 (50,00 %).

Jako nejlehčí se u tematického celku SeAn ukázala v 5. testování otázka č. 4 a 10 (75,00 %), v 6. testování otázka č. 7 (100,00 %).

Jak plyne z tabulky č. 37 a obrázku č. 37, u tematického celku SeAn došlo při 6. testování ke zlepšení u 8 otázek a to až o 37,50 % (otázka č. 7 a 9).

Z tabulek č. 32 – č. 37 a obrázků č. 32 – č. 37 vyplývá, že při 6. testování dochází ve velké většině všech otázek u všech tematických celků ke zlepšení a to až o 62,50 %.

V tabulce č. 38 je podrobně ukázán přehled nejtěžších a nejjednodušších otázek v jednotlivých tematických celcích a otázek, u kterých došlo v následném testování k největšímu zlepšení.

Tem. celek	Nejjednodušší otázka		Nejobtížnější otázka		Největší zlepšení	
	č.	[%]	č.	[%]	č.	o [%]
HCl	5.	87,50	7., 8., 10.	31,25	1., 3., 10.	37,50
H ₂ S	4.	75,00	9.	12,50	6.	62,50
SeKa	7.	87,50	1.	25,00	6.	62,50
SeK ₂	8.	81,25	7.	18,75	1., 9., 10.	37,50
SkAn	6.	93,75	7.	50,00	1., 10.	37,50
SeAn	7., 10.	81,25	9.	31,25	7., 9.	37,50

Tabulka 38

Přehled obtížnosti otázek (úspěšnost v %)

Jak plyne z tabulky č. 38, některé otázky, resp. varianty odpovědí, se ukázaly poněkud obtížné (např. 9. otázka v H₂S), některé naopak příliš jednoduché (např. 6. otázka v SkAn).

Variety nabídek odpovědí

Současně byla provedena také analýza preference jednotlivých variant odpovědí – a, b, c, d. Výsledky analýzy v jednotlivých tematických celcích z obou testování jsou v tabulce č. 39.

Tematický celek	a)	b)	c)	d)
HCl	45	52	50	13
H ₂ S	35	33	41	51
SeKa	59	31	28	42
SeK ₂	24	43	33	60
SkAn	42	55	29	34
SeAn	31	46	58	25
Kvalitativní analýza	236	260	239	225
%	24,58	27,08	24,90	23,44

Tabulka 39

Srovnání preference jednotlivých variant odpovědí

Vzhledem k tomu, že četnost jednotlivých variant odpovědí se příliš nelišila (a – 24,58 %, b – 27,08 %, c – 24,90 %, d – 23,44 %), je možné konstatovat, že studenti žádnou z variant odpovědí výrazněji nepreferovali. Rozložení správných odpovědí bylo přesně 25,00 %.

Závěr

Průměrný dosažený výsledek z 5. testování byl 47,92 %, průměrný dosažený výsledek ze 6. testování 65,21 %. V 6. testování bylo dosaženo zlepšení, a to o 17,29 %. Předpoklad byl tedy po vyhodnocení testů potvrzen.

Při srovnání 3. a 7. testování (viz kap. 5.6.2.3., obě bez využití výukového systému) došlo ke zlepšení úspěšnosti o 6,88 %. Toto zlepšení lze přičítat praktické výuce v laboratoři (předmět Laboratorní cvičení z analytické chemie). Ve vzájemné synergii tak na výrazně lepší výsledek v 6. testování (o 17,29 % než v 5. testování) působí dva jevy, a to využívání multimediálního výukového systému *Kvalitativní analýza* a praktická výuka předmětu Laboratorní cvičení z analytické chemie. Pokud bychom odečetli vliv Laboratorního cvičení, zlepšení by bylo o 10,41 %, což přibližně koresponduje s výsledkem srovnání 1. a 2. testování, tedy srovnání výsledků testů absolvovaných bez použití výukového systému a s využitím výukového systému, kdy bylo dosaženo zlepšení 12,29 % (viz kap. 5.6.2.1.).

Vyhodnocením didaktických testů bylo zjištěno, že všichni testovaní respondenti dosáhli zlepšení a to od 13,33 % do 21,67 %.

Jako nejobtížnější byl vyhodnocen tematický celek *Skupinové reakce sulfanu (H₂S)* s průměrnou úspěšností 43,75 % (5. testování 33,75 %, 6. testování 53,75 %). Naopak nejjednodušším tematickým celkem se ukázal celek *Skupinové reakce aniontů (SkAn)* s průměrnou úspěšností 70,00 % (5. testování 63,75 %, 6. testování 76,25 %). Nejvíce se respondenti v 2. testování zlepšili při vyplňování testu z tematického celku *Skupinové reakce sulfanu (H₂S)* a to o 20,00 %. Také u všech tematických celků bylo zaznamenáno zlepšení.

5.6.2.5. Souhrn testování

Celková úspěšnost respondentů

Celková průměrná úspěšnost respondentů z celého testování (1. – 7. testování), tj. z 3 360 otázek (13 440 variant odpovědí) byla 48,07 % (viz tabulka č. 40), což odpovídá správnému zodpovězení 1 615 otázek.

Celková průměrná úspěšnost respondentů bez využití výukového systému (1., 3., 5. a 7. testování) byla 41,98 %, zatímco s využíváním výukového systému (2., 4. a 6. testování) byla 56,18 %. Celkové průměrné zlepšení úspěšnosti s využitím výukového multimediálního systému *Kvalitativní analýza* tedy činilo 14,20 %.

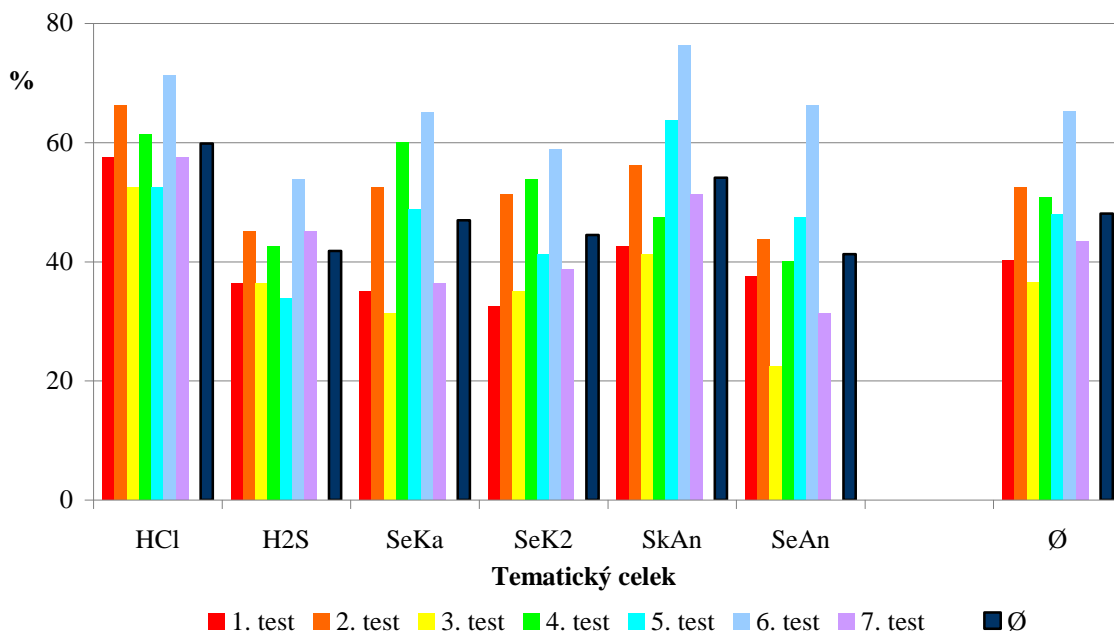
Obtížnost jednotlivých tematických celků

V tabulce č. 40 a na obrázku č. 38 je uveden přehled úspěšnosti respondentů v jednotlivých tematických celcích v 1. – 7. testování

Celek	1. Test	2. Test	3. Test	4. Test	5. Test	6. Test	7. Test	Ø
HCl	57,50	66,25	52,50	61,25	52,50	71,25	57,50	59,82
H ₂ S	36,25	45,00	36,25	42,50	33,75	53,75	45,00	41,79
SeKa	35,00	52,50	31,25	60,00	48,75	65,00	36,25	46,96
SeK ₂	32,50	51,25	35,00	53,75	41,25	58,75	38,75	44,46
SkAn	42,50	56,25	41,25	47,50	63,75	76,25	51,25	54,11
SeAn	37,50	43,75	22,50	40,00	47,50	66,25	31,25	41,25
Ø	40,21	52,50	36,46	50,83	47,92	65,21	43,33	48,07

Tabulka 40

Přehled úspěšnosti (v %) respondentů v jednotlivých tematických celcích v 1. – 7. testování



Obrázek 38

Přehled úspěšnosti respondentů v jednotlivých tematických celcích v 1. – 7. testování

Jak vyplývá z tabulky č. 40 a obrázku č. 38, nejobtížnějším tematickým celkem byl celek *Selektivní reakce aniontů* (SeAn) s průměrnou úspěšností 41,25 %, nejlehčím *Selektivní reakce kyseliny chlorovodíkové* (HCl) s průměrnou obtížností 59,82 % (rozdíl 18,57 %). Vzhledem k tomu, že průměrná úspěšnost ze všech tematických celků činila 48,07 %, jednotlivé tematické celky se svou obtížností nijak extrémně nelišily.

Analýza rozptylu otázek v tematických celcích

V rámci každého tematického celku byla provedena analýza rozptylu jednotlivých otázek vyjádřená relativní směrodatnou odchylkou s_r :

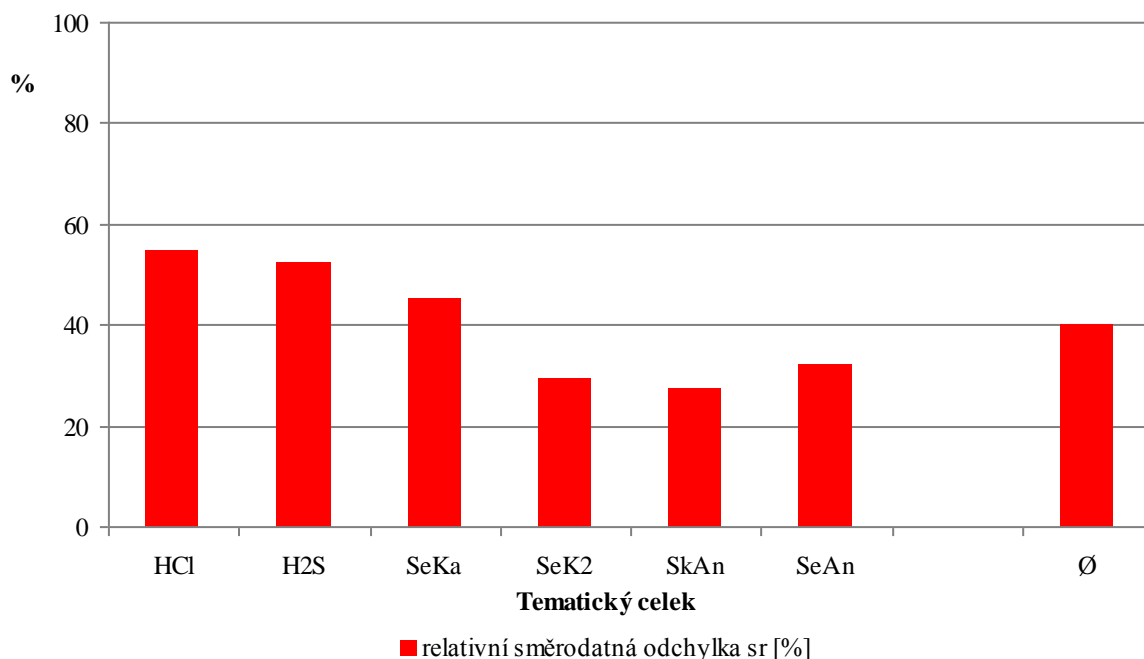
$$s_r = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%] \quad , \quad \text{kde } s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Čím větší je hodnota s_r , tím rozdílnější navzájem jsou otázky v daném tematickém celku, tj. v celku jsou otázky jak poměrně velmi těžké, tak i velmi lehké.

Výsledky pro jednotlivé tematické celky jsou sumarizovány v tabulce č. 41 a na obrázku č. 39.

Otázka	HCl	H ₂ S	SeKa	SeK ₂	SkAn	SeAn
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1	71,43	64,29	17,86	55,36	76,79	35,71
2	44,64	25,00	25,00	57,14	53,57	37,50
3	91,07	73,21	50,00	41,07	42,86	25,00
4	87,50	67,86	26,79	53,57	62,50	60,71
5	80,36	35,71	73,21	26,79	53,57	51,79
6	82,14	26,79	33,93	32,14	76,79	46,43
7	14,29	23,21	71,43	25,00	28,57	42,86
8	19,64	60,71	41,07	60,71	44,64	39,29
9	91,07	17,86	55,36	50,00	48,21	17,86
10	16,07	23,21	75,00	42,86	53,57	55,36
Ø (x)	59,82	41,79	46,96	44,46	54,11	41,25
s _r [%]	54,61	52,54	45,41	29,17	27,57	32,10

Tabulka 41
Analýza rozptylu otázek v jednotlivých tematických celcích



Obrázek 39
Analýza rozptylu otázek v jednotlivých tematických celcích

Nejméně vyváženým tematickým celkem je celek *Skupinové reakce HCl* (HCl) s největší hodnotou relativní směrodatné odchylky $s_r = 54,6 \%$ (interval úspěšnosti otázek 14,29 – 91,07 %) a nejvyváženějším tematickým celkem je celek *Skupinové reakce aniontů* (SkAn) s nejnižší hodnotou relativní směrodatné odchylky $s_r = 27,57 \%$ (interval úspěšnosti otázek 28,57 – 76,79 %), u něhož jsou jednotlivé otázky z hlediska obtížnosti nejméně od sebe odlišné.

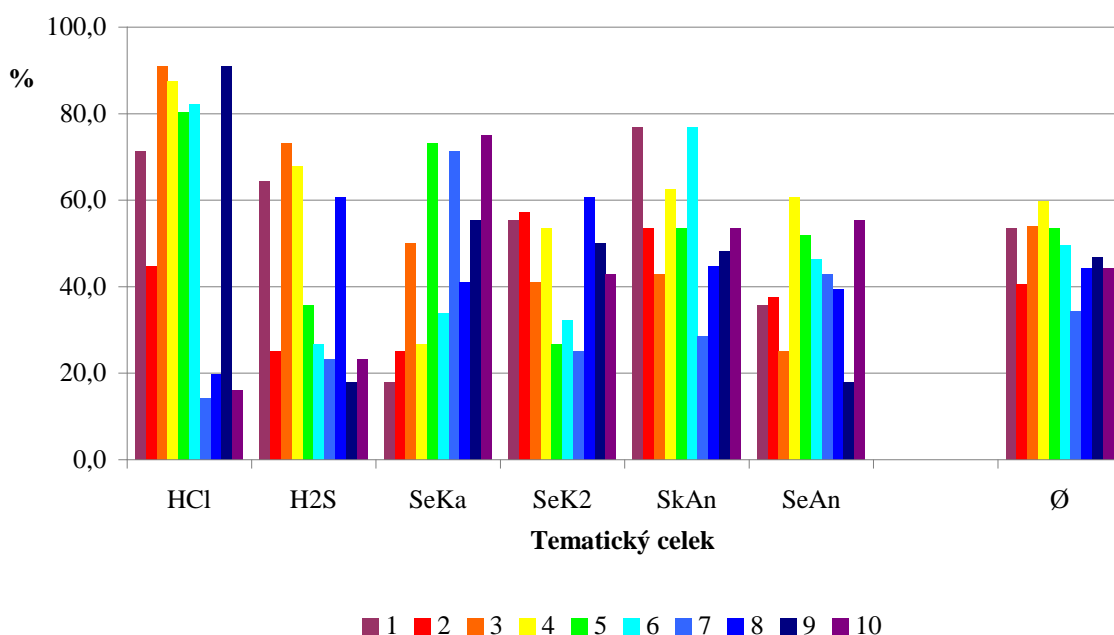
Obtížnost otázek

Přehled obtížnosti jednotlivých otázek v tematických celcích je uveden v tabulce č. 42 a na obrázku č. 40.

Celek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ø
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
HCl	71,43	44,64	91,07	87,50	80,36	82,14	14,29	19,64	91,07	16,07	59,82
H2S	64,29	25,00	73,21	67,86	35,71	26,79	23,21	60,71	17,86	23,21	41,79
SeKa	17,86	25,00	50,00	26,79	73,21	33,93	71,43	41,07	55,36	75,00	46,96
SeK2	55,36	57,14	41,07	53,57	26,79	32,14	25,00	60,71	50,00	42,86	44,46
SkAn	76,79	53,57	42,86	62,50	53,57	76,79	28,57	44,64	48,21	53,57	54,11
SeAn	35,71	37,50	25,00	60,71	51,79	46,43	42,86	39,29	17,86	55,36	41,25
Ø	53,57	40,48	53,87	59,82	53,57	49,70	34,23	44,35	46,73	44,35	48,07
	Ø 1 – 5		52,26			Ø 6 – 10		43,87			

Tabulka 42

Přehled obtížnosti jednotlivých otázek v tematických celcích



Obrázek 40

Přehled obtížnosti jednotlivých otázek v tematických celcích

Nejtěžší otázkou ze všech testování byla otázka č. 7 z tematického celku HCl (úspěšnost pouze 14,29 %). Nejlehčí pak otázky č. 3 a č. 9 (91,07 %) také z tematického celku HCl.

Průměr úspěšnosti prvních 5 otázek ze všech tematických celků (otázky č. 1 – č. 5) je znatelně vyšší (52,26 %) než u druhých (otázky č. 6 – 10) 5 otázek (43,87 %) a to o 8,39 %, což v podstatě odpovídá skutečnosti, že první otázky v každém tematickém celku jsou spíše obecnějšího rázu, naopak ty pozdější jsou dosti konkrétní a vyžadují hlubší znalosti a nejdou tak snadno odhadnout.

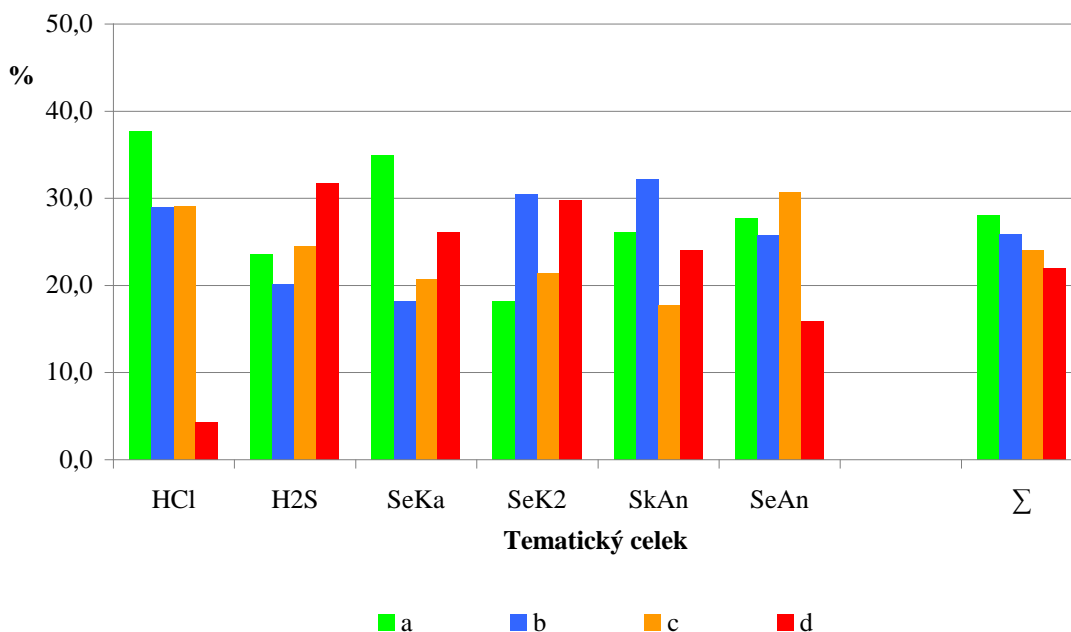
Analýza variant odpovědí

Současně byla u každého tematického celku provedena analýza preference variant odpovědí na jednotlivé otázky, z hlediska četnosti odpovědí – a, b, c, d.

Výsledky analýzy četnosti jednotlivých variant odpovědí v jednotlivých tematických celcích ze všech testování (1. – 7. testování) jsou v tabulce č. 43.

Celek	a	b	c	d	a	b	c	d	Počet variant
	[%]	[%]	[%]	[%]	počet	počet	počet	počet	
HCl	37,68	28,93	29,11	4,29	211	162	163	24	560
H ₂ S	23,57	20,18	24,46	31,79	132	113	137	178	560
SeKa	35,00	18,21	20,71	26,07	196	102	116	146	560
SeK ₂	18,21	30,54	21,43	29,82	102	171	120	167	560
SkAn	26,07	32,14	17,68	24,11	146	180	99	135	560
SeAn	27,68	25,71	30,71	15,89	155	144	172	89	560
Ø	28,04	25,95	24,02	21,99	942	872	807	739	3360

Tabulka 43
Analýza četnosti odpovědí a, b, c, d



Obrázek 41
Analýza četnosti odpovědí a, b, c, d

Z tabulky č. a obrázku č. 41 je vidět, že celkově respondenti zvolili variantu odpovědi a) 942x (28,04 %), b) 872x (25,95 %), c) 807x (24,02 %), d) 739x (21,99 %), což zcela zřetelně ukazuje na přednostní volbu varianty odpovědi a), potom b), následně c) a nakonec varianty d), neboť otázky byly tvořeny tak, aby počet všech variant odpovědí byl stejný, tj. 25,00 %.