

PROCESS FOR INTELLIGIBILITY EVALUATION OF TRANSMISSION OF THE SLOVAK SIGN LANGUAGE IN E-LEARNING HEARING IMPAIRED PEOPLE

Jana FILANOVÁ*, Ekonomická univerzita v Bratislave

Přijato: 7. 7. 2015 / Akceptováno: 26. 10. 2015

Typ článku: Výzkumný článek

DOI: 10.5507/jtie.2015.018

Abstract: The article deals with the use of videoconferencing in support of e-learning hearing impaired people. The combination of audio and image information serves for understanding the content of lectures or presentations in the form of videoconferencing. This does not apply for the hearing impaired people, who are only dependent on quality transmission of moving images, especially in a defined area of sign language. The contribution describes the proposal of evaluation process sentential intelligibility, which we can determine at what degradation of moving picture is a video sequence of sentences understood for deaf people yet.

Key words: e-learning, videoconferencing, hearing disability, process modeling.

PROCES HODNOTENIA ZROZUMITEĽNOSTI PRENOSU SLOVENSKEHO POSUNKOVÉHO JAZYKA V E-VZDELÁVANÍ SLUCHOVO POSTIHNUÝCH

Resumé: Článok sa zaoberá využitím videokonferencie na podporu e-vzdelávania sluchovo postihnutých. Na pochopenie obsahu prednášky, či prezentácie vo forme videokonferencie slúži kombinácia zvukovej aj obrazovej informácie. To neplatí pre sluchovo postihnutých občanov, ktorí sú odkázaní len na kvalitný prenos pohyblivého obrazu, a to hlavne v definovanom priestore znakového jazyka. Príspevok predstavuje návrh procesu hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti, pomocou ktorého môžeme zistiť, pri akej degradácii pohyblivého obrazu je video sekvencia naposunkovanej vety pre nepočujúceho ešte zrozumiteľná.

Klíčová slova: e-vzdelávanie, videokonferencia, sluchové postihnutie, modelovanie procesov.



This journal was approved on 2015-04-23 according to ERIH PLUS criteria for inclusion.

*Autor pro korespondenci: jana.filanova@euba.sk

1 Úvod

Všeobecná deklarácia ľudských práv OSN i Deklarácia základných práv mentálne postihnutých s aplikáciou na všetkých invalidných ľudí OSN zdôrazňujú aj právo na vzdelanie a získavanie informácií prostredníctvom sprístupnenia prostredia, bezbariérovosti a opatrení na stály prístup k informačným zdrojom a ľahšie dorozumenie sa. Jedným z možných riešení tohto problému je práve sprístupnenie video telefónie a videokonferencie ľuďom s rôznou formou postihnutia (Filanová, 2011).

Jednou z kategórií postihnutých ľudí, pre ktorú znamená využitie videokonferencie obrovský skok vpred, sú práve sluchovo postihnutí. Komunikácia sluchovo postihnutých sa od komunikácie počujúcich odlišuje predovšetkým pohybmi rúk a mimických svalov, taktiež ešte zmenou polohy hlavy a hornej časti trupu. Pre sluchovo postihnutých je osvojenie či uchovanie schopnosti komunikovať orálnym spôsobom veľmi ťažké. Závisí to aj od typu poruchy sluchu v závislosti od postihnutia sluchového aparátu (Tomasco, 2010).

Skupiny s perцепnou poruchou a koritikálnym postihnutím sluchových funkcií využívajú na komunikáciu posunkový jazyk. Je to pre nich najprirrodzenejšia forma komunikácie a preto je pre nich využívanie videokonferencií optimálnym spôsobom komunikácie a vzdelávania sa „na diaľku“.

V súčasnosti sa sluchovo postihnutí na Slovensku majú možnosť vzdelávať po úroveň stredných škôl, a to na špeciálnych odborných učilištiach v Bratislave, Kremnici, Prešove a Lučenci, na ktorých prevláda príprava nepočujúcich na výkon pracovných pozícií s prevahou fyzickej činnosti.

Európska kultúrna spoločnosť (EKS) a Slovenský zväz sluchovo postihnutých (SZPB) už niekoľko rokov spolupracujú na projektoch, ktoré sú zamerané na vzdelávanie sluchovo postihnutých a ich lepšie začlenenie do pracovného života. Jedným z cieľov ich spoločného projektu je zvyšovanie digitálnej gramotnosti sluchovo postihnutých formou kombinovaného vzdelávania, ktoré využíva e-learning.

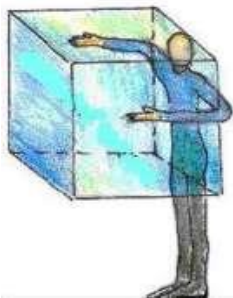
Úspech e-vzdelávania veľmi závisí od schopnosti využívať a kombinovať najvhodnejšie a najľahšie dostupné metódy a prístupy tak, aby bola oslovená čo najširšia skupina študentov a pritom boli využité ich schopnosti, možnosti a požiadavky. U nepočujúcich sú tieto schopnosti a možnosti obmedzené a jednou z ich hlavných požiadaviek je využitie slovenského posunkového jazyka a odčítania z pier pri e-vzdelávaní. Jednou zo súčastí e-vzdelávania pre sluchovo postihnutých je prístup k databáze prednášok a prezentácií v posunkovom jazyku vo forme videozáznamu. Druhou súčasťou je možnosť zúčastniť sa prednášok a prezentácií v reálnom čase prostredníctvom videokonferencie.

Na pochopenie obsahu prezentácie vo forme videokonferencie slúži kombinácia zvukovej aj obrazovej informácie. To neplatí pre sluchovo postihnutých občanov, ktorí sú odkázaní len na kvalitný prenos pohyblivého obrazu, a to hlavne v definovanom priestore znakového jazyka.

2 Použité výskumné metódy

Posunkový jazyk sa od hovoreného jazyka odlišuje hlavne typom komunikačného kanála. Hovorený jazyk sa vníma sluchom a produkuje slovami a posunkový jazyk sa vníma zrakom a produkuje posunkami. Inými slovami, na rozdiel od hovoreného jazyka, ktorý využíva audio-orálny kanál, sa komunikácia nepočujúcich odohráva primárne vo vizuálno-motorickom kanáli (Vojtechovský & Holubová, 2009).

Pri produkcii posunkového jazyka sa využíva trojrozmerný priestor - posunkový priestor, ktorý je ohraničený zhruba rozpaženými laktami, temenom hlavy a pásom, ako je znázornené na obrázku 1. Takže pri videokonferencii je veľmi dôležité, aby nepočujúci videl celý tento priestor, aby mohol správne pochopiť podstatu prezentácie.



Obr 1: Posunkový priestor

Tak, ako v akustike (Makáň, 1995), aj pri posunkovom jazyku môžeme skúmať dva typy zrozumiteľnosti a to hláskovú a vetnú. Hláskovú samozrejme len v prenesenom slova zmysle, keďže u sluchovo postihnutých ide skôr o znakovú zrozumiteľnosť.

V našom výskume sme sa zaoberali vetnou zrozumiteľnosťou. Hlavným cieľom nášho výskumu bolo navrhnuť a otestovať proces hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti, pomocou ktorého môžeme zistiť, pri akej degradácii pohyblivého obrazu je video sekvencia naposunkovanej vety pre nepočujúceho ešte zrozumiteľná, respektíve ako musí respondent prispôsobiť rýchlosť svojho posunkovania, aby pri danom rozlíšení obrazu bolo jeho posunkovanie pre druhú stranu zrozumiteľné. Testovanie vetnej zrozumiteľnosti je závislé od dvoch základných kritérií, a to zrozumiteľnosti podľa premenlivej prenosovej kapacity kanála a zároveň od rýchlosti posunkovania.

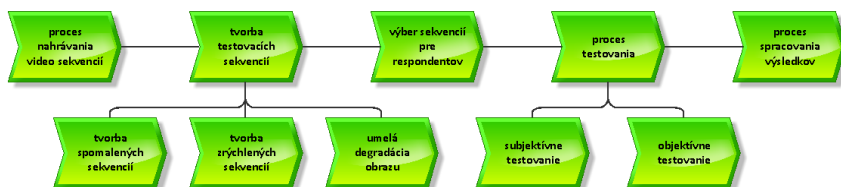
Návrh procesu hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti pozostáva z piatich základných postupných krokov, ktoré sú zobrazené na obrázku 2.:

1. Proces nahrávania video sekvencií
2. Tvorba testovacích sekvencií
3. Výber sekvencií pre respondentov
4. Proces testovania
5. Proces spracovania výsledkov

Prvým dôležitým krokom pri testovaní vetnej zrozumiteľnosti je proces nahrávania referenčných video sekvencií. Za referenčné video sekvencie považujeme sekvencie s najvyššou kvalitou obrazu (napr. podľa odporúčania H.264), preto je potrebné prispôsobiť tomu nie len celú prípravu nahrávania, ale aj vhodný výber kvalitnej kamery (Morris & Elshehry, 2002). Video sekvencia by nemala presiahnuť maximálny čas 50 sekúnd, aby bol respondent schopný vetu zachytiť a následne ju prepísať (Richardson, 2010).

Proces tvorby testovacích sekvencií pozostáva z ďalších podprocesov (obrázok 2). Najprv sú vety z referenčných video sekvencií nahrať ešte raz pomocou pomalého a zrýchleného posunkovania. V ďalšom kroku sú video sekvencie degradované kódovaním

s rôznou bitovou rýchlosťou. Pri tomto degradovaní a následnom testovaní môžeme nastaviť hranicu zrozumiteľnosti. To znamená, že určíme, pri akom zhoršení kvality video sekvencie (znížení prenosovej kapacity kanála), je naposunkovaná veta ešte zrozumiteľná.



Obr 2: Návrh procesu hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti

Je dôležité, aby respondent dostal na testovanie také sekvencie, aby si na základe predchádzajúcej nemohol domyslieť význam nasledujúcej. Zisťovanie vetnej konštrukcie prebieha tak, že testujúci si pustí video sekvenciu, ktorá obsahuje jednu vetu v slovenskom posunkovom jazyku. Respondenti hodnotia kvalitu každej sekvencie ihneď po jej prezentácii. Táto metóda testovania kvality sekvencií bola navrhnutá podľa vzoru metódy ACR (Absolute Category Rating – úplné kategorické hodnotenie) (Winkler, 2005). Na hodnotenie zrozumiteľnosti jednotlivých ukážok boli navrhnuté body hodnotenia znázornené v tabuľke 1. Testovaný subjekt na základe subjektívneho pocitu zakrúžkuje odpoveď, čo predstavuje prvý krok testovania. Pri tejto odpovedi zohráva úlohu celkový pocit testovaného, akým dojmom naňho vplýva video sekvencia.

body	vetná zrozumiteľnosť
1	Úplne zrozumiteľné
2	Čiastočne zrozumiteľné, pochopená podstata vety
3	Čiastočne zrozumiteľné, ale nepochopená podstata vety
4	Nezrozumiteľné

Tab 1: Bodové hodnotenie vetnej zrozumiteľnosti

V druhej časti testu prepíše respondent vetu, ktorú uvidí v posunkovom jazyku, do písomnej formy v slovenskom jazyku. Urobí to hneď po zakrúžkovaní určitého bodu hodnotenia.

Proces spracovania výsledkov spočíva v tom, že nezávislý subjekt porovná vetu napísanú respondentom s referenčnou vetou a ohodnotí ju tiež podľa navrhnutej tabuľky na hodnotenie zrozumiteľnosti. Bodom jeden „Úplne zrozumiteľné“ ohodnotí vetu vtedy, ak testovaný preložil každé slovo z vety a celkovo je táto veta významovo správne. Druhým bodom „Čiastočne zrozumiteľné, ale pochopená podstata“ označí vetu vtedy, ak testujúci nezachytil všetky slová, respektíve im nerozumel, ale podstata vety je významovo zachytená správne. Bodom tri „Čiastočne zrozumiteľné, ale nepochopená podstata“ ohodnotí vetu, ak niektoré slová vo vete sú pochopené správne, no nie je medzi nimi súvislosť, čiže podstata je v celku nepochopená. A nakoniec bod štyri „Nezrozumiteľné“ je určený pre taký prepis vety, kde testovaný subjekt napíše minimum správne prepísaných slov a veta nie je vôbec významovo správne. Následne je možné porovnať výsledky testujúceho (subjektívne hodnotenie) a hodnotiaceho subjektu (objektívne hodnotenie). Podľa vyhodnotených výsledkov je možné určiť, pri akom zhoršení video sekvencie je ešte

podstata zrozumiteľná, respektíve ako je nutné upraviť posunkovanie, aby bola daná video sekvencia zrozumiteľná aj pri značnom zhoršení obrazu (Polec, Ondrušová, Mordelová & Filanová, 2010).

3 Priebeh výskumu

V rámci procesu nahrávania video sekvencií boli nahraté dve video sekvencie, ktoré sme definovali ako východiskové s najvyššou kvalitou obrazu. V prvej referenčnej video sekvencii bol nasnímaný muž a obsahom sekvencie bola veta v slovanskom posunkovom jazyku s nasledujúcim textom: „Vítam Vás. Rád by som Vás informoval o aktivite Foto maratón nepočujúcich. Je to výhradne pre nepočujúcich, nie pre počujúcich. Ak sa chcete prihlásiť, vstupný poplatok je 5 Eur.“ Ukážka prvej referenčnej video sekvencie je znázornená na obrázku 3.



Obr 3: Ukážka prvej referenčnej video sekvencie naposunkovanej mužom

V slovenskom jazyku sa vybraný text skladá zo štyroch viet. V slovenskom posunkovom jazyku je to akoby jedna veta, kde za sebou posunkujúci heslovite vyjadruje základné informácie. Pre porovnanie veta v slovenskom jazyku sa skladá z 29 slov, pričom v slovenskom posunkovom jazyku v tomto konkrétnom prípade nepočujúcemu stačilo 17 posunkov na vyjadrenie tej istej podstaty.



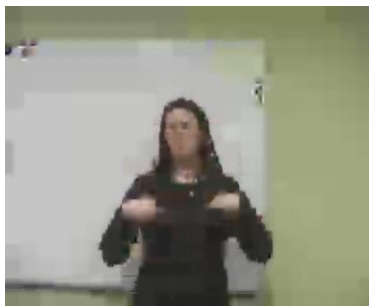
Obr 4: Ukážka druhej referenčnej video sekvencie naposunkovanej ženou

V druhej referenčnej video sekvencii bola nasnímaná žena a obsahom sekvencie bola veta v slovenskom posunkovom jazyku s nasledujúcim textom: „Ahoj. Každoročne sa koná festival k Medzinárodnému dňu nepočujúcich. Minulý rok sa konal v Lučenci a tento rok sa bude konať v Bratislave.“ Ukážka druhej referenčnej video sekvencie je znázornená na obrázku 4. V slovenskom jazyku text obsahuje 23 slov, čo je v posunkovom jazyku vyjadrené 13-timi posunkami.

Proces tvorby spomalených a zrýchlených sekvencií spočíval v tom, že okrem referenčnej sekvencie, ktorá bola nahratá ako sekvencia posunkového jazyka normálnou rýchlosťou posunkovania, bola ešte nahratá presne tá istá veta pomocou rýchlejšieho posunkovania a v ďalšom kroku pomocou posunkovania v spomalenom tempe. Na základe toho môžeme vyhodnotiť, či má význam pri zhoršenej kvalite obrazu úprava rýchlosti posunkovania na určitú rýchlosť, pri ktorej by bol kontext naposunkovanej vety pre prijímajúcu stranu zrozumiteľnejší.

V rámci podprocesu umelej degradácie obrazu boli všetky video sekvencie degradované kódovaním s rôznou bitovou rýchlosťou prostredníctvom programu VcDemo. VcDemo je zdarma poskytovaný softvér pre Windows, ktorý umožňuje interaktívnu kompresiu obrazu a videa. Nastavovaním kvantizačného parametra od 1 po 51 bola menená prenosová rýchlosť jednotlivých sekvencií. Výraznejšie zhoršenie kvality video sekvencií sa prejavilo až od nastavenia kvantizačného parametra Q na hodnotu 30, čiže v kroku, keď prenosová rýchlosť klesla pod 200 kbit/s a priemerný odstup signál – šum klesol pod 40 dB. Z toho dôvodu boli na testovanie použité len sekvencie degradované kvantizačným parametrom od 30 do 50.

Ukážka video sekvencie degradovanej kvantizačným parametrom $Q = 50$ je znázornená na obrázku 5.



Obr 5: Ukážka degradovanej video sekvencie

Testovanie prebehlo na skupine s počtom testujúcich 60 (počet testujúcich bol obmedzený znalosťou slovenského posunkového jazyka). Pri výbere a počte testovaných sekvencií bolo dôležité zabezpečiť, aby si testujúci nemohol domyslieť podstatu prezentovaného videa z predchádzajúcej testovanej sekvencie, takže jeden respondent testoval len dve a to rozdielne video sekvencie s rôznou hodnotou degradácie.

Proces testovania prebiehal nasledovne: Respondentovi bola prehratá jedna z video sekvencií určených na testovanie. Respondent označil v hodnotiacom hárku jeden z bodov zrozumiteľnosti podľa tabuľky 1. Tento krok bol súčasťou subjektívneho hodnotenia. Na účely objektívneho hodnotenia zrozumiteľnosti prepisal respondent vetu do slovenského

jazyka. Táto veta bola porovnaná s referenčnou vetou a následne ohodnotená taktiež podľa navrhutej tabuľky na hodnotenie zrozumiteľnosti (tabuľka 1). Testovanie prebehlo na jednom počítači na zabezpečenie rovnakých podmienok pre všetkých testujúcich.

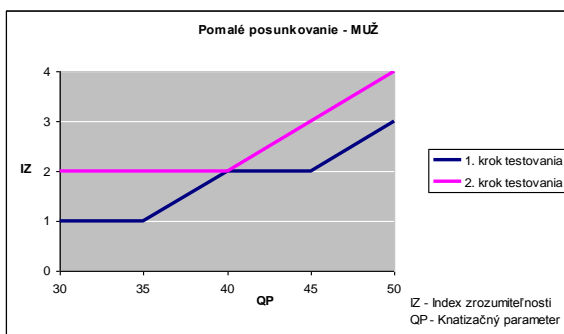
4 Výsledky výskumu

Cieľom nášho výskumu bolo navrhnúť a otestovať proces hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti, pomocou ktorého môžeme zistiť, pri akej degradácii pohyblivého obrazu je video sekvencia naposunkovanej vety pre nepočujúceho ešte zrozumiteľná, respektíve ako musí respondent prispôbiť rýchlosť svojho posunkovania, aby pri danom rozlíšení obrazu bolo jeho posunkovanie pre druhú stranu zrozumiteľné. Na dosiahnutie hlavného cieľa bolo potrebné vyhodnotiť percentuálnu zhodu subjektívneho a objektívneho testovania (tabuľka 2).

	muž	žena
pomalé posunkovanie	69,2 %	81,8 %
normálne posunkovanie	70,0 %	81,8 %
rýchle posunkovanie	84,6 %	72,7 %

Tab 2: Percentuálna zhoda subjektívneho a objektívneho testovania

Na základe výsledkov môžeme konštatovať, že subjektívne (1. krok testovania) a objektívne hodnotenie (2. krok testovania) je minimálne v 70%-tách odpovedí zhodné. Väčšiu výpovednú hodnotu pri ďalšom spracovaní majú výsledky objektívneho hodnotenia, no pri zhode viac ako 70 % môžeme brať do úvahy aj výsledky subjektívneho testovania.



Graf 6: Závislosť indexu zrozumiteľnosti IZ od kvantizačného parametra QP

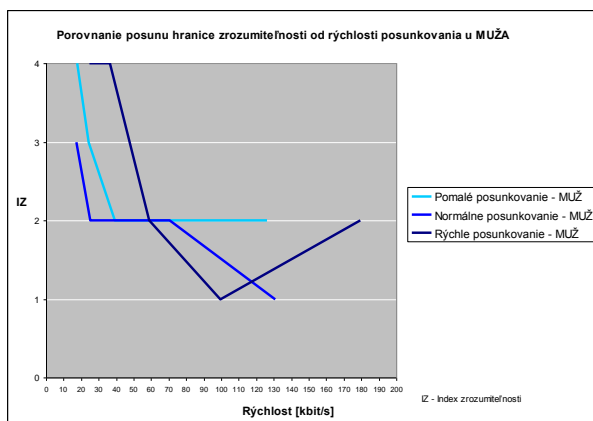
Na grafe 6 je ukážka spracovania výsledkov závislosti indexu zrozumiteľnosti IZ od kvantizačného parametra QP pre pomalé posunkovanie u muža. Na grafe 6 vidíme, že hranica zrozumiteľnosti pre subjektívne hodnotenie (1. krok testovania) sa pohybuje okolo hodnoty QP = 50 a pre objektívne hodnotenie (2.krok testovania) sa pohybuje okolo hodnoty QP=45.

Podobne boli spracované aj výsledky hranice zrozumiteľnosti v závislosti od prenosovej rýchlosti. Pre väčšiu zrozumiteľnosť boli celkové výsledky spracované do tabuľky (tabuľka 3).

Posun hranice zrozumiteľnosti			
video sekvencia		Hranica zrozumiteľnosti	
		QP	Prenosová rýchlosť [kbit/s]
MUŽ	pomalé posunkovanie	40	30
	normálne posunkovanie	45	20
	rýchle posunkovanie	43	50
ŽENA	pomalé posunkovanie	48	20
	normálne posunkovanie	40	25
	rýchle posunkovanie	40	25

Tab 3: Výsledky pre posun hranice zrozumiteľnosti

V ďalšej časti procesu spracovania výsledkov sme zisťovali, či môže rýchlosť posunkovania v značnej miere prispieť k posunu hranice zrozumiteľnosti. Na toto porovnanie boli použité už len výsledky z objektívneho hodnotenia, ktoré majú väčšiu výpovednú hodnotu.



Graf 7: Závislosť indexu zrozumiteľnosti IZ od rýchlosti posunkovania

Z grafu 7 vidieť, že hranica zrozumiteľnosti sa vyskytuje pri hodnote prenosovej rýchlosti 60 kbit/s pre rýchle posunkovanie a okolo 30 kbit/s pre normálne a pomalé posunkovanie u muža. Grafické znázornenie jasne ukazuje, že tento posun nie je až taký veľký ako sme na začiatku výskumu očakávali, ale platí, že pri značnom zhoršení obrazu musíme spomaliť posunkovanie, aby bola zrozumiteľnosť väčšia.

5 Diskusia

Zo spracovaných výsledkov je zrejmé, že zrozumiteľnosť slovenského posunkového jazyka je závislá na kvalite obrazu, ale nie až v takej miere ako sme predpokladali. V priemere stačí zabezpečiť pri prenose prezentácie prenosovú rýchlosť minimálne 70

kbit/s na to, aby nepočujúci zachytil podstatu posunkovaného jazyka. Oveľa dôležitejšie je však zabezpečiť kvalitnú web kameru, jej dobré nastavenie na posunkujúceho a veľkú úlohu zohráva aj dobré nasvetlenie posunkujúceho. Ďalšie parametre ovplyvňujúce zrozumiteľnosť sa vzťahujú na samotné posunkovanie, ktoré by malo byť výrazné a mal by byť využitý celý posunkový priestor, nie len jeho časť.

Kritériá hodnotenia kvality videokonferencie sú úzko prepojené s kódovaním a kompresiou, pretože sú prostriedkom pre určenie hranice, nakoľko je možné znižovať veľkosť dátového toku videa. Tieto kritériá však nezohľadňujú potrebu zrozumiteľnosti posunkov, znakov alebo gest. Neexistuje žiadne odporúčanie ITU (International Telecommunication Union) pre hodnotenie kvality a zrozumiteľnosti videa obsahujúceho alternatívne a augmentatívne spôsoby komunikácie (Heribanová, P., Polec, J., Ondrušová, S. & Hostovecký, M., 2011).

Výskum zaoberajúci sa vetnou zrozumiteľnosťou znakovkej reči je na Slovensku ojedinelý, no výsledky nášho výskumu môžeme porovnať s výsledkami výskumu zaoberajúceho sa zrozumiteľnosťou prenosu „logatômov“ a znakov prstovej abecedy. Podobne, ako v našom výskume, bola na základe výsledkov objektívneho hodnotenia zrozumiteľnosti navrhnutá metóda, ktorá by najlepšie korelovala so zrozumiteľnosťou, a teda by mohla predstavovať metódu na automatické hodnotenie zrozumiteľnosti videa s posunkovou rečou a prstovou abecedou (Heribanová, P., Polec, J. & Krulikovská, L., 2011).

Na rozdiel od Slovenska, výskum v zahraničí už vedie ku konkrétnym projektom, ktoré sa zaoberajú pomocou sluchovo postihnutým v podobe rôznych rozpoznávačov a prekladačov znakovkej reči. Napríklad spoločnosť IBM vyvinula dômyselný systém nazvaný SiSi (Say It Sign It), ktorá automaticky prekladá hovorené slovo do britského posunkového jazyka (BSL), ktorý je potom zobrazovaný animovanými digitálnymi znakmi alebo avatarom (Tomasco, S., 2010).

Japonskí nepočujúci používajú na komunikáciu japonskú znakovú reč (JSL - Japanese sign language), ktorá je foneticky rozdielna od japonského jazyka. Japonskí vedci úspešne predviedli prototyp prekladového systému nazvaný SYUWAN, ktorý prekladá z japonskej znakovkej reči do japončiny (Tokuda, M. & Okumura, M., 2010).

6 Záver

V príspevku je predstavený návrh procesu hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti, pomocou ktorého môžeme zistiť, pri akej degradácii pohyblivého obrazu je video sekvencia naposunkovanej vety pre nepočujúceho ešte zrozumiteľná. Proces hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti pozostáva z piatich podprocesov, ktoré sú v článku podrobne rozobrané a podložené príkladom.

Na základe navrhnutého procesu hodnotenia vetnej zrozumiteľnosti bola vypracovaná metóda, ktorú môžeme ďalej využiť na hodnotenie vetnej zrozumiteľnosti prenosu prezentácie v slovenskom posunkovom jazyku prostredníctvom videokonferencie. Metóda vychádza zo subjektívnej metódy ACR, ktorá je prispôbená pre hodnotenie kvality videokonferencie pre sluchovo postihnutých. Je to subjektívna metóda, kde ihneď po prezentácii sekvencie nastáva hodnotenie jej kvality respondentom. Pribeh testovania závisí nie len od kvalitnej prípravy video sekvencií a samotných testov, ale aj od výberu vhodnej vzorky respondentov z radov sluchovo postihnutých občanov.

Táto práca bola podporená Vedeckou agentúrou VEGA prostredníctvom finančnej podpory projektu č. 1/0336/14.

7 Literatúra

Filanová, J. (2011) Nová metóda na hodnotenie kvality videokonferencie v e-vzdelávaní sluchovo postihnutých. *Inovačný proces v e-learningu: recenzovaný zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie*, Bratislava, 10. marec 2011. Vydavateľstvo EKONÓM.

Heribanová, P., Polec, J., Ondrušová, S. & Hostovecký, M. (2011) Intelligibility of Cued Speech on Video. In: *World Academy of Science, Engineering and Technology*

Heribanová, P., Polec, J. & Krulíková, L. (2011) Logatom Intelligibility of Single-Handed Finger Alphabet. In: *Proceedings ELMAR-2011 : 53rd International Symposium ELMAR-2011, 14-16 September 2011, Zadar, Croatia*. - Zadar : Croatian Society Electronics in Marine

Makáň, F. (1995) *Elektroakustika*. Vydavateľstvo STU Bratislava

Morris, T. & Elshehry, O. S. (2002) Hand segmentation from live video. In *The 2002 Intl. Conference on Imaging Science, Systems and Technology*, UMIST, Manchester, UK.

Občianske združenie Európska kultúrna spoločnosť, Dostupné z: <http://www.eiria.eu/>

Polec, J., Ondrušová, S., Mordelová, A. & Filanová, J. (2010) New Objective Method of Evaluation Cued Speech Recognition in Videoconferences. In: *Proceeding Redžúr, 4th International Workshop on Speech and Signal Processing*. Bratislava, Slovak Republic.

Richardson, I. E. G. (2010) *H.264 and MPEG-4 Video Compression, Video Coding for Next-generation Multimedia*. John Wiley & Sons Ltd.

Tokuda, M. & Okumura, M. (2010) *Automatic Translation from Japanese into Japanese Sign Language*.

Dostupné z: <http://www.springerlink.com/content/mc9wxaxjd37yabur/fulltext.pdf>

Tomasco, S. (2010) *IBM Research Demonstrates Innovative 'Speech to Sign Language' Translation System* (online). [cit. 2015-06-25]. Dostupné z: <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/22316.wss>

Vojtechovský, R. & Holubová, V. (2009) *Nepriame pomenovania v slovenskom posunkovom jazyku*. SPENEDA.

Winkler, S. (2005) *Digital video quality vision model and metrics*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.