

Záverečná správa projektu za rok 2012

Doba riešenia	jún 2012 – 15. január 2013
Registračné číslo projektu (vyplní IPA)	10 / 2012
Dátum prijatia správy na VVČ (vyplní IPA)	18. 1. 2013

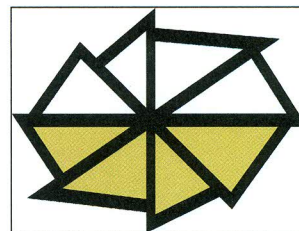
Názov projektu	Podiel kôry a popola v energetickej štiepke z plantážnicky pestovaných drevín <i>Salix viminalis</i> klon Inger, Sven, Tordis.
-----------------------	--

Vedúci projektu

Priezvisko, meno, tituly: Ridzik, Lukáš, Ing	Potvrdzujem správnosť údajov v správe
Telefónne číslo a e-mail: 0904 857 086, ridzik.lukas@gmail.com	<i>18. 1. 2013</i> <i>L. Ridzik</i> Dátum a podpis vedúceho projektu:

Spoluriešitelia

prof. Ing. Ladislav Dzurenda, PhD. Ing. Banski Adrián, PhD. Ing. Kminiak Richard, PhD. Ing. Adamcová Eva Ing. Argay Filip
--



- a.) **Výsledky riešenia projektu spôsob, metódy a priebeh riešenia**
b.) **dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu**
c.) **uplatnenie výsledkov a ich prínos v riešenej problematike**



Projekt IPA TUZVO 10/2012 bol zameraný na kvantifikovanie anorganického podielu (popola) z energetickej štiepky vyrobenej z porastu plantážnicky pestovanej rýchlorastúcej dreviny: *Salix viminalis* v lokalite východného Slovenska. Energetická štiepka vyrobená z dendromasy plantážnicky pestovaných porastov je dvojzložkové biopalivo, pozostávajúce z juvenilného dreva a juvenilnej kôry.

Vzorky energetickej štiepky boli odobrané počas ťažby drevnej hmoty z 5 ročného porastu klonov: Inger, Sven a Tordis dreviny *Salix viminalis* z plantáže: Inštitútu Krista Veľkňaza pri obci Lubica. Zber bol vykonaný v januári roku 2012 prostredníctvom mobilnej diskovej sekačky typ: JUNKKARI HJ 10. Pracovný postup pre stanovenie energetickej vlastnosti – podiel popola z energetickej štiepky pozostával z analýz stanovujúcich: vlhkosť biopaliva, podiel kôry v energetickej štiepke, podiel popola v juvenilnom dreve, juvenilnej kôre a technickým výpočtom stanovený podiel popola v samotnej štiepke.

a.) **spôsob, metódy a priebeh riešenia:**

1) Stanovenie relatívnej vlhkosti energetickej štiepky.

Stanovenie relatívnej vlhkosti jednotlivých klonov analyzovanej štiepky sa vykonávalo v laboratóriu Katedry obrábania dreva (DF, TU vo Zvolene) podľa IMP - 7-2010 (Interný postup pre stanovenie relatívnej vlhkosti biopaliva), ktorý je v súlade s STN EN 14774-2 Tuhé biopalivá – Stanovenie obsahu vlhkosti. Vlhkosť bola vypočítaná podľa vzorca:

$$W_r = \frac{M_w - M_0}{M_w} \quad [\%] \quad (1)$$

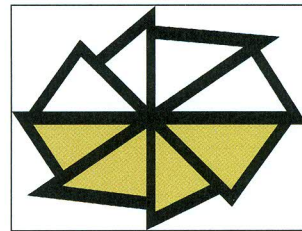
kde: W_r – relatívna vlhkosť paliva [%]
 M_w – hmotnosť vlhkej vzorky paliva [g]
 M_0 – hmotnosť vzorky paliva po vysušení [g]

2) Stanovenie podielu kôry v energetickej štiepke.

Podiel kôry v energetickej štiepke bol laboratórne stanovený v laboratóriu Katedry obrábania dreva (DF, TU vo Zvolene), na základe IMP-8-2010 (Interný postup pre stanovenie podielu kôry v energetickej štiepke) podľa platnej normy STN 48 0058 Sortimenty dreva - Listnaté štiepky a piliny. Zastúpenie kôry v energetickej štiepke bolo vypočítané prostredníctvom vzťahu:

$$X_k = \frac{m_k}{m_s} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

kde: m_k – hmotnosť kôry vo vzorke štiepky [g]
 m_s – hmotnosť vzorky štiepky [g]



3) Stanovenie podielu popola z jednotlivých komponentov energetickej štiepky a z energetickej štiepky klonov Inger, Sven a Tordis drevinu Salix viminalis.

Stanovenie podielu popola vo vzorkách juvenilného dreva a juvenilnej kôry sa vykonávalo podľa: STN ISO 1171 Tuhé palivá - Stanovenie popola. Laboratórne práce boli vykonané v Laboratóriu drevných materiálov na Katedre lesnej ťažby, logistiky a meliorácií (LF, TU vo Zvolene). Celkový obsah popola v energetickej štiepke z jednotlivých klonov drevinu Salix viminalis, je stanovený váženým priemerom na základe podielu popola v dreve (A_{dreva}^d), podielu popola v kôre ($A_{kôry}^d$) a podielu kôry v štiepke (X_K). Matematicky danú závislosť popisuje vzťah:

$$A_{štiepky}^d = \left[\frac{100 - X_K}{100} \right] \cdot A_{dreva}^d + \frac{X_K}{100} \cdot A_{kôry}^d \quad (3)$$

kde: $A_{štiepky}^d$ - obsah popola v štiepke [%]
 A_{dreva}^d - obsah popola v dreve [%]
 $A_{kôry}^d$ - obsah popola v kôre [%]
 X_K - podiel kôry v štiepke [%]

4) Stanovenie vplyvu popola na výhrevnosť biopaliva

Nad rámec daného projektu, na základe nadobudnutých výsledkov o podiele popola v energetickej štiepke a chemickom zložení horľaviny energetickej štiepky drevinu Salix viminalis v rámci riešenia projektu VEGA SR č. 1/0334/11, bola technickým výpočtom stanovená výhrevnosť energetickej štiepky prostredníctvom rovnice M. I. Mendelejeva:

$$Q_n^d = [33\,906 \cdot C^{daf} + 102\,975 \cdot H^{daf} - 10\,884 \cdot O^{daf}] \cdot [1 - A^d - W^r] - 2512 \cdot W^r \quad (4)$$

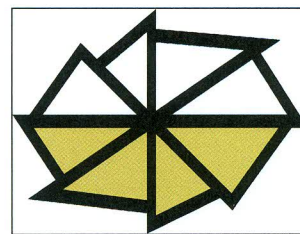
kde: $C^{daf}, H^{daf}, O^{daf}$ – podielové zastúpenie prvkov v štiepke [kg, kg^{-1}]
 W^r – relatívna vlhkosť štiepky [kg, kg^{-1}]
 A^d – obsah popola v štiepke [kg, kg^{-1}]

b.) dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu

Výsledky laboratórneho stanovenia vlhkosti biopaliva a podielu kôry vo vzorkách energetickej štiepky analyzovaného klonu Inger, Sven, Tordis drevinu Salix viminalis sú uvedené v tabuľke 1, 2 a grafe 1.

Tab. 1 Relatívna vlhkosť energetickej štiepky drevinu Salix viminalis klon Inger, Sven, Tordis

Relatívna vlhkosť [%]	Vzorka 1	Vzorka 2	Vzorka 3	Priemer
Salix viminalis klon Inger	50,48	50,50	49,57	50,18 ± 0,71%
Salix viminalis klon Sven	48,53	48,68	47,87	48,36 ± 0,83 %
Salix viminalis klon Tordis	52,89	52,11	51,96	52,32 ± 0,66 %

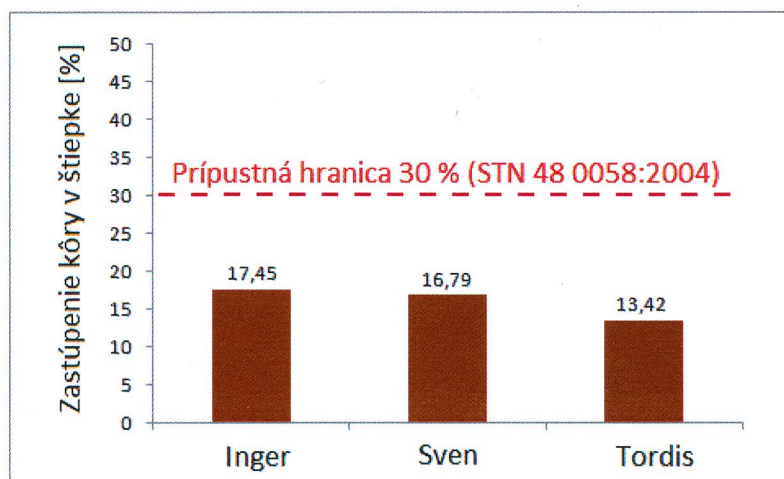


Tab. 2. Podiel kôry v energetickej štiepke dreveny *Salix viminalis* klon Inger, Sven, Tordis

Drevina	Zastúpenie dreva a kôry v štiepke [%]	Vzorka 1	Vzorka 2	Vzorka 3	Priemer
Salix viminalis klon Inger	Drevo	81,86	82,46	83,32	82,55 ± 0,97 %
	Kôra	18,14	17,54	16,68	17,45 ± 0,97 %
Salix viminalis klon Sven	Drevo	81,21	82,16	84,47	83,21 ± 1,63 %
	Kôra	18,79	17,84	15,53	16,79 ± 1,63 %
Salix viminalis klon Tordis	Drevo	84,70	88,23	86,81	86,58 ± 2,36 %
	Kôra	15,30	11,77	13,19	13,42 ± 2,36 %

Porovnanie podielu kôry v energetickej štiepke s prípustnou hodnotou podielu kôry v energetickej štiepke v zmysle STN 480058:2004 zobrazuje graf. 1

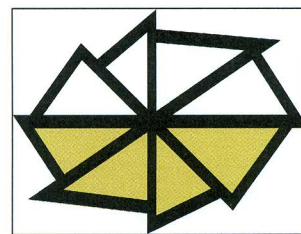
Graf 1 Zastúpenie kôry v energetickej štiepke rýchlorastúcej dreveny *Salix viminalis* klon Inger, Sven, Tordis pestovanej plantážnickým spôsobom



Výsledky laboratórneho stanovenia podielu popola vo vzorkách energetickej štiepky, a jej jednotlivých komponentov dreva a kôry, analyzovaného klonu Inger, Sven, Tordis dreveny *Salix viminalis* sú v tabuľke 3.

Tab. 3 Podiel popola v energetickej štiepke a jej jednotlivých komponentov, dreva a kôry, dreveny *Salix viminalis* klon Inger, Sven, Tordis

Drevina	Podiel popola [%]	Vzorka 1	Vzorka 2	Vzorka 3	Priemer
Salix viminalis klon Inger	Drevo	0,59	0,60	0,62	0,61
	Kôra	3,39	3,45	3,45	3,47
	Štiepka	1,09	1,10	1,09	1,10
Salix viminalis klon Sven	Drevo	0,68	0,71	0,67	0,69
	Kôra	3,32	3,45	3,05	3,29
	Štiepka	1,18	1,20	1,04	1,14
Salix viminalis klon Tordis	Drevo	0,67	0,67	0,69	0,68
	Kôra	3,22	3,26	3,24	3,24
	Štiepka	1,06	0,97	1,03	1,02



Z analýz chemického zloženia horľaviny juvenilného dreva a juvenilnej kôry plantážnicky pestovanej drevinu *Salix viminalis* v NLC vo Zvolení plynie, že chemické zloženie horľaviny energetickej štiepky je: $C^{daf} = 48,95 \%$, $H^{daf} = 6,27 \%$, $O^{daf} = 44,78 \%$. Hodnoty výhrevnosti energetickej štiepky klonov: Inger, Sven, Tordis drevinu *Salix viminalis* v suchom stave $W_r = 0 \%$, a pri vlhkosti zberu uvádza tabuľka 4.

Tab. 4 Výhrevnosť energetickej štiepky z klonov Inger, Sven, Tordis drevinu *Salix viminalis*

Drevina	Výhrevnosť [kJ.kg ⁻¹]	
	$W_r = 0 \%$	$W_r = 48,36 - 52,32 \%$
Salix viminalis klon Inger	17 980	7 957
Salix viminalis klon Sven	17 972	7 966
Salix viminalis klon Tordis	17 994	7 168

c.) uplatnenie výsledkov a ich prínos v riešenej problematike

Prínosom tejto práce je doplnenie databázy informácií o energetických vlastnostiach biopaliva – energetickej štiepky vyrobenej z porastov plantážnicky pestovaných rýchlorastúcich drevín s cyklom zberu do 5 rokov.

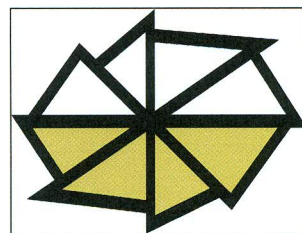
Výsledky experimentálnych prác uvádzajú, že podiel kôry v energetickej štiepke vyrobenej z 5 ročných porastov plantážnicky pestovaných klonov: Tordis, Sven a Inger drevinu *Salix viminalis* je v rozmedzí hodnôt $X_k = 13,42 - 17,39 \%$. Uvedené hodnoty nepresahujú prípustnú hranicu podielu kôry v energetickej štiepke v zmysle STN 48 0058:2004, ktorá je $X_k = 30 \%$ a energetická štiepka spĺňa kvalitatívne požiadavky dané uvedenou normou.

Pri porovnaní podielu kôry v energetickej štiepke z dendromasy drevinu *Salix viminalis* klonov Sven, Tordis a Inger s klonmi *ULV*, *ORM* a *RAPP* je možné konštatovať, že podiel kôry v energetickej štiepke je zrovnateľný. *Dzurenda – Zoliak - Kopnická (2010)*. Pri porovnaní s energetickou štiepkou iných drevín je podiel kôry o 5 % nižší než je podiel kôry v energetickej štiepke vyrobenej z dendromasy porastov plantážnicky pestovaných klonov : Oxford, Monviso, AF2 a Max 5 drevinu *Populus* s cyklom doby zberu 4 – 6 rokov *Dzurenda - Zoliak (2011)* a o 22 % nižší, než podiel kôry v zelenej štiepke vyrobenej z konároviny plantážnicky pestovanej drevinu *Populus alba cv. Palárikovo* s cyklom zberu 18 rokov *Dzurenda – Ridzik - Bartko (2012)* v našich zemepisných podmienkach.

Laboratórne stanovený podiel popola z analyzovaných klonov vrbu košíkárskej v rozmedzí $A^d = 1,02 - 1,14 \%$ radí energetickú štiepku medzi nízkopopolnaté biopalivá. Podiel kôry v biopalive a cca 10 x vyšší podiel popola v juvenilnej kôre než v juvenilnom dreve sa premieta do zvýšenia podielu popola o 60 % v energetickej štiepke vyrobenej z dendromasy plantážnicky pestovaných rýchlorastúcich drevín *Salix viminalis* v rubnej dobe 5 rokov v porovnaní s podielom popola v energetickej štiepke z palivového dreva listnatých drevín uvádzaný autormi: *Perehygin (1965)*, *Simanov (1995)*, *Bučko – Osvald (1997)*.

Z aspektu popolnatosti je analyzovaná energetická štiepka zrovnateľná s popolnatosťou energetickej štiepky vyrobenej z dendromasy porastov plantážnicky pestovanej drevinu *Salix viminalis* klonov: *RAPP*, *ULV*, *ORM* na Slovensku, *Dzurenda – Ridzik (2013)*, resp. a rýchlorastúcej drevinu *Populus* klon *Oxford* pestovanej na Morave, *Zoliak – Hecl (2010)*.

Výhrevnosti energetickej štiepky v suchom stave analyzovaných klonov drevinu *Salix viminalis* vypočítané podľa rovnice 4 sú v rozpätí hodnôt $Q_n = 17 972 - 17 994 \text{ kJ.kg}^{-1}$. Uvedené hodnoty, v porovnaní s výhrevnosťou dreva listnatých drevín uvádzaných v EN 14 961 Tuhé biopalivá – Špecifikácie a triedy palív, sú o 2,6 až 2,8 % nižšie. Príčinou danej skutočnosti je, tak zvýšený podiel anorganických látok (popolovín) energetickej štiepky vyrobenej z dendromasy rýchlorastúcich drevín pestovaných plantážnicky, ako i v zvýšení obsahu dusíka - endotermickej zložky horľaviny biopaliva.

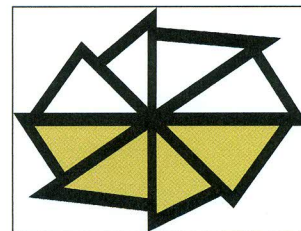


Z laboratórnych meraní relatívnej vlhkosti analyzovanej energetickej štiepky plynie, že relatívna vlhkosť daného biopaliva je v hodnotách $W_r = 48,36 - 52,33 \%$. Uvedená hodnota je adekvátna dendromase porastu a danému ročnému obdobiu. Z energetickeho hľadiska však je nutné konštatovať, že vysoký obsah vody v biopalive znižuje jeho výhrevnosť a zvyšuje spotrebu biopaliva na výrobu jednoty tepla. Preto je potrebné hľadať a využívať všetky možnosti na znižovanie vlhkosti – palivovej dendromasy. Jednou z alternatív čiastočného odstránenia vody v drevnej hmote je rozdelenie samotného zberu na dve etapy: Prvá fáza spilovanie stromčekov a druhá fáza štiepkovanie, po prirodzenom preschnutí dendromasy na vzduchosuchý stav.

Na základe vykonaných experimentálnych prác možno konštatovať, že energetická štiepka vyrobená z dendromasy 5 ročného porastu plantážnicky pestovanej dreveniny *Salix viminalis* klonov Inger, Sven a Tordis získaná z plantáže rýchlorastúcich drevín pri obci Ľubica (Východné Slovensko) je nízkopopulnatým obnoviteľným biopalivom s podielom kôry do 30 % a stredne vysokou výhrevnosťou.

Použitá literatúra:

1. Bučko – Osvald (1997). Rozklad dreva teplom a ohňom. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 100 s. ISBN 80-228-0639-0,
2. Dzurenda, L. – Ridzik, L. 2013. Populnatosť biopaliva - energetickej štiepky dendromasy porastov plantážnicky pestovaných vrúb a topoľov. In: Acta Facultatis Xylogiae (v tlači) ISSN 1336-3824
3. Dzurenda, L. – Ridzik, L. - Bartko, M. 2012. Energetické vlastnosti zelenej štiepky vyrobenej z konároviny plantážnicky pestovanej dreveniny *Populus x Euroamerikana* klon Koltay. In: Acta Facultatis xylogiae, 54 (2). Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s.115-122, (2012). ISSN 1336-3824
4. Dzurenda, L. - Zoliak, M. 2011. Chemické zloženie horľaviny energetickej štiepky z dendromasy plantážnický pestovanej dreveniny *Populus* klon *Max 5*. In: Acta Facultatis xylogiae, 53 (1). Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s.87-92. ISSN 1336-3824
5. Dzurenda – Zoliak - Kopnická (2010). Chemické zloženie horľaviny štiepky plantážnicky pestovanej dreveniny *Salix viminalis*. In: Integrovaná logistika pri produkcii a využití biomasy. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2010. s. 43-48. ISBN 978-80-228-2148-3
6. Pereľygin (1965), Nauka o dreve. Bratislava: SVTL, 448 s.
7. Šimanov (1995), Energetické využívání dříví. Olomouc: Terapolis, 98 s.
8. Zoliak – Hecl (2010). Obsah dusíka v horľavine štiepky plantážnicky pestovanej dreveniny *Populus* - klon Oxford. Zvolen. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2010, Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s.345-349. ISBN 978-80-228-2385-2



- a) publikované výstupy
- b) zoznam výstupov odovzdaných do tlače v roku 2012
- c) iné výstupy

Publikácie členit' podľa Organizačnej smernice č.13/2008 – R o bibliografickej registrácii a kategorizácii publikačnej činnosti, umeleckej činnosti a ohlasov na Technickej univerzite vo Zvolene



a) publikované výstupy

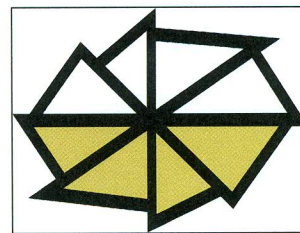
1. **DZURENDA, L. – RIDZIK, L.** [2012]: Chemical composition of combusttible, ash volume and calorific volume of energetic chips of *Salix viminalis* clone Inger tree growing in plantacions. In: Chip and chpless woodworking processes 2012. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene, 2012. s. 12. ISBN 978- 80-228-2386-9
2. **DZURENDA, L. – GOGLIA, V. – RIDZIK, L.** [2012]: [2012] Granularity and bulk density of energetic chip from *Salix viminalis* clone Inger fast growing tree. In: Chip and chpless woodworking processes 2012. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene, 2012. s. 12. ISBN 978- 80-228-2386-9
3. **DZURENDA, L. – RIDZIK, L. – DZURENDA, M.** [2012] Energetické vlastnosti štiepky z porastu plantážnicky pestovanej dreveny *Salix viminalis* klon Tordis. In: Biomasa a riziká pri jej spracovaní. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2012. ISBN 978-228-2365-4
4. **DZURENDA, L. – GOGLIA, V. – RIDZIK, L.** [2012]: Zrinitosť a sypná hustota energetickej štiepky z dendromasy porastu plantážnicky pestovanej dreveny *Salix viminalis* klon INGER. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2012. s.79 – 86. ISBN 978-80-228-2385-2
5. **DZURENDA, L. – RIDZIK, L. – ZOLIAK, M.** [2012]: Vplyv podielu kôry na hustotu, popolnatosť a výhrevnosť energetickej štiepky plantážnicky pestovanej dreveny *Salix viminalis* klon INGER, In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2012. s.421 – 428. ISBN 978-80-228-2385-2

b) zoznam výstupov odovzdaných do tlače v roku 2012

6. **DZURENDA, L. – RIDZIK, L.:** Popolnatosť biopaliva – energetickej štiepky z dendromasy porastov plantážnicky pestovaných vrúb a topoľov. In: Acta Faxultatis Xylologiae (v tlači) ISSN 1336-3824

c) iné výstupy

7. **RIDZIK, L.** [2012] Energetická charakteristika drevených štiepok vyrobených z čerstvej dendromasy vruby *Salix*, In: Udržateľné využívanie energetických zdrojov energie na národnej a regionálnej úrovni, ENEF 2012. Banská Bystrica.

**Čerpanie bežných výdavkov spojených s riešením výskumného projektu:**

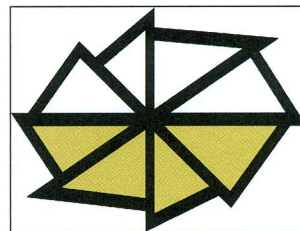
Cestovné náhrady	0,-
Konferencie, sympóziá, semináre	280,-
Sieťové odvetvia - Komunikácie	0,-
Literatúra	0,-
Vzorkový materiál	0,-
Drobný nehmotný majetok	0,-
Materiál, pracovné nástroje	163,-
Rutinná a štandardná údržba	0,-
Mzdové náklady (max. 15 %)	0,-
Dohody o vykonaní práce (max. 10 %)	0,-
Spolu	443,-

Rozpis čerpania pridelených finančných prostriedkov na riešenie projektu:**Konferencie, sympóziá, semináre,**

Prezentácia dosiahnutých výsledkov bola realizovaná na konferencii: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva vo Zvolene, dňa 5 - 7. septembra 2012.

Materiál, pracovné nástroje

Nákup laboratórneho spotrebného materiálu, nevyhnutného pre realizáciu experimentálnych prác.



<p>Názov a adresa pracoviska:</p> <p>Technická univerzita vo Zvolene Drevárska fakulta doc. Ing. Ján Sedliačik, PhD. Prodekan pre vedecko-výskumnú činnosť T.G. Masaryka 24 960 53 Zvolen</p>	<p>Vyjadrenie fakulty, resp. org. súčasti TUZVO (prodekan pre VVČ, resp. ním poverený zástupca, riaditeľ org. súčasti)</p> <p>18.1.2013 <i>Ján Sedliačik</i> Dátum a podpis:</p>
--	--