

**Auswertung der Biomasseproduktion von Pappeln und  
Weiden auf der Lochočická Kippenfläche  
nach 15 Anbaujahren**

Evaluation of biomass production of poplars and willows  
on Lochočice spoiler heap – mine  
after 15 years of coppicing

**Ing. Jan Weger, Bc. Jaroslav Bubeník**

*Silva Tarouca Research Institute for Landscape and  
Ornamental Gardening, Publ. Res. Inst.*

Průhonice, Czech Republic

[www.vukoz.cz](http://www.vukoz.cz)



# Verbesserte Bodeneigenschaften durch schnellwachsenden Baumarten auf den rekultivierten Flächen

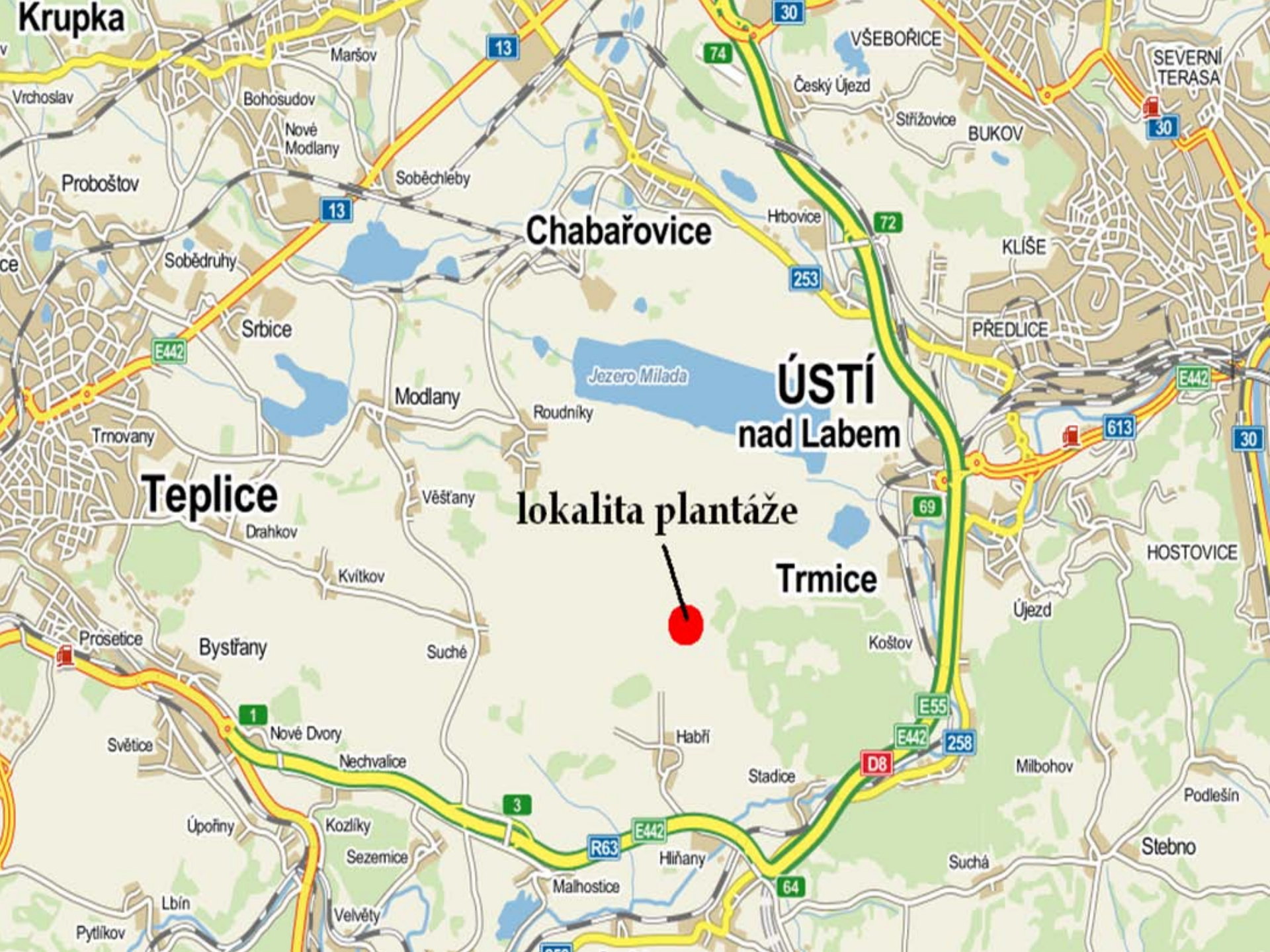
- Weitreichendes Wurzelsystem für die effektive Nährstoffnutzung und die gleichzeitige Erhöhung der organischen Bodensubstanz (Perttu, 1998)
- Verminderung der Erosionsgefahr und Nährstoffauswaschung (Šír et al., 2009)
- Ausgewählte Arten und Klone v. a. der Weiden können als Phytosanierer für die kontaminierten Böden dienen (Tlustoř et al., 2007; Fischerová et al., 2006; Komárek et al., 2008)
- Während der Plantagenlebensdauer wird, v. a. im Boden, mehr Kohlenstoff gespeichert als freigesetzt. Je länger der Bewuchs auf der Fläche wächst und je ausgedehnter, desto mehr wird Kohlenstoff aus dem Luft-CO<sub>2</sub> absorbiert (Pacaldo et al., 2011)

# Voraussetzungen für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen

- Bei den Rekultivierungen ist die Anwendung von Klonen erforderlich, die an dem jeweiligen Anbaustandort ideale Wachstumsbedingungen haben und effektiv die Bodennährstoffe nutzen können
- Geringer Nährstoffverbrauch im Boden ist sowohl für die Wirtschaftlichkeit, als auch für die Nachhaltigkeit des Anbaus von Energiepflanzen erwünscht (Adegbidi et al. 2011)

# Anbauversuch einer Kurzumtriebsplantage auf der Lochočická Kippenfläche

- Die von uns geerntete und kontrollierte Kurzumtriebsplantage stammt von der Stelle an der sich vor dem Abbau das Dorf Lochočice befand. Koordinaten  $50^{\circ}38'1,244''\text{N}$ ,  $13^{\circ}56'59,754''\text{E}$ .
- Versuchsziel ist die Auswertung des Ertrages von 11 ausgewählten Pappel- u. Weidenklonen auf der derzeitig rekultivierten Fläche (Weger, Bubeník, 2011).



Krupka

Vrchoslav

Bohosudov

Nové Modlany

Proboštov

Sobědruhy

Srbice

Trnovany

Drahkov

Prosetice

Světice

Úpořiny

Lbín

Pytlíkov

Bystrany

Sv. Dvory

Nechvalice

Kozlíky

Sezemice

Velvěty

Suché

Malhostice

Hlíňany

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Maršov

Soběchleby

Hrbovice

KLÍŠE

PŘEDLICE

Modlany

Roudníky

Věštany

Kvítkov

Suché

Nové Dvory

Nechvalice

Kozlíky

Sezemice

Velvěty

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

13

74

30

72

253

13

E442

613

30

E442

69

E442

613

30

E442

69

E442

258

64

3

R63

E442

64

1

D8

E442

258

64

3

R63

E442

64

1

D8

E442

258

64

3

R63

E442

64

1

D8

E442

258

64

3

R63

Chabařovice

ÚSTÍ nad Labem

lokality plantáže

Trmice

ÚSTÍ nad Labem

Trmice

ÚSTÍ nad Labem

Trmice

ÚSTÍ nad Labem

Trmice

ÚSTÍ nad Labem

VŠEBOŘICE

Český Újezd

Střížovice

BUKOV

KLÍŠE

PŘEDLICE

Modlany

Roudníky

Věštany

Kvítkov

Suché

Nové Dvory

Nechvalice

Kozlíky

Sezemice

Velvěty

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

SEVERNÍ TERASA

BUKOV

KLÍŠE

PŘEDLICE

Modlany

Roudníky

Věštany

Kvítkov

Suché

Nové Dvory

Nechvalice

Kozlíky

Sezemice

Velvěty

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

SEVERNÍ TERASA

BUKOV

KLÍŠE

PŘEDLICE

Modlany

Roudníky

Věštany

Kvítkov

Suché

Nové Dvory

Nechvalice

Kozlíky

Sezemice

Velvěty

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Koštov

Habří

Stadice

Milbohov

Podlešín

Stebno

Suchá

Újezd

Jezero Milada

# Material und Methodik

- Die Versuchsfläche wurde auf der östlichen forstwirtschaftlichen Rekultivierungsfläche der Kippenfläche Lochočice – Norden IV.B in der Nähe der Stadt Chabařovice angelegt
- Die Anpflanzung in Einzelreihen mit Abständen von 0,33 x 2,5 m (12121 Pflanzen pro Hektar) auf einer Fläche von 3.500 m<sup>2</sup> wurde im Jahr 1995 Anfang April durch die Rekultivierungsverantwortlichen des heutigen Unternehmens Czech Coal durchgeführt
- Aufgrund des langsamen Wachstums wurde das Unkraut auf der Plantage in den ersten drei Jahren durch Mähen zwischen den Einzelreihen beseitigt
- Die Baumkronen haben sich erst nach dem 4. Jahr gebildet, die Fläche wurde nicht gedüngt bzw. bewässert
- Die erste Ernte aller Bäumen wurde nach drei Jahren durchgeführt, nachfolgend wurden die Weiden/Pappeln im Zeitraum 1998 – 2010 in zwei Varianten 4x3 Jahre und 1x12 Jahre geerntet



6. 8. 2001

# Sortiment von schnellwachsenden Baumarten

- Von den angepflanzten 23 Pappelklonen und 8 Weidenklonen wurden 11 Klone untersucht

Klon	Kennzeichnung	Herkunft
P-nigsim-412	<i>P. nigra</i> × <i>P. simonii</i>	Přerov nad Labem, Česká republika
P-nigsim-410	<i>P. nigra</i> × <i>P. simonii</i>	Přerov nad Labem, Česká republika
P-nigsim-413	<i>P. nigra</i> × <i>P. simonii</i>	Přerov nad Labem, Česká republika
P-nigsim-414	<i>P. nigra</i> × <i>P. simonii</i>	Přerov nad Labem, Česká republika
P-eurNLB-264	<i>P.</i> × <i>canadensis</i>	Wageningen, Nizozemsko
P-dellau-415	<i>P. deltoides</i> × <i>P. laurifolia</i>	Pardubice, Česká republika
P-nigLuž-003	<i>P. nigra</i>	Brno Lužánky, Česká republika
P-nigKun-035	<i>P. nigra</i>	Kunovice, Česká republika
P-euraCZ-532	<i>P.</i> × <i>canadensis</i>	Kunovice, Česká republika
P-iamNE2-430	<i>P. deltoides</i> × <i>P. trichocarpa</i>	Parsons, West Virginia, USA
S-vimPuG-253	<i>S. viminalis</i>	Horní Moštěnice, Česká republika



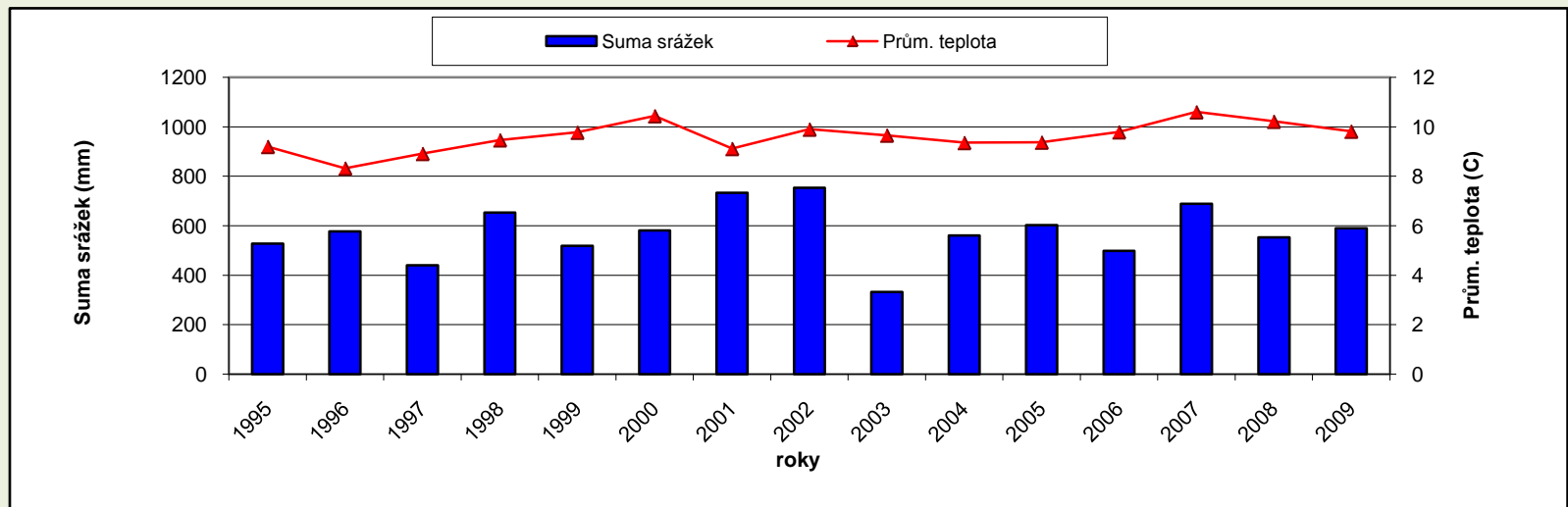
# Bodenbedingungen

- Zum Zeitpunkt der Anpflanzung hatte die Versuchsfläche ungünstige physikalische Bodeneigenschaften (stark lehmiger Oberboden) und wahrscheinlich zerstörte hydrologische Strukturen. Die Aufschüttung und eine erste Substratkultivierung wurde direkt vor dem Anpflanzen durchgeführt.

Probenahme	Tiefe	pH	P	K	Ca	Mg	COx
7.4.2010	5–15 cm	7,43	13,4	309	5356	933	1,4
7.4.2010	50–60 cm	7,85	7,6	233	5324	882	0,93
23.2.2004	5–15 cm	7,41	10,7	259	4613	1012	1,27
23.2.2004	50–60 cm	7,50	8,7	238	4730	837	0,99

# Klimabedingungen

- Die Versuchsfläche gehört, aus der klimatischen Sicht, zu den warmen Gebieten, T2 (Quitt, 1971). Die durchschnittliche Jahrestemperatur und der Niederschlag waren  $\bar{\theta}T = 8,8 \text{ }^\circ\text{C}$  und  $\Sigma N = 558 \text{ mm}$ . Die durchschnittlichen monatlichen Niederschlagsmengen in der einzelnen Jahren im Vergleich zum langfristigen Durchschnitt in der Tschechischen Republik zeigen, dass mit Ausnahme der Jahre 2001 und 2002 auf der Versuchsfläche der Lochočická Kippenfläche extrem trockene Niederschlagsbedingungen herrschten. Die Höhe über dem Meeresspiegel beträgt 250 m.



# Ernteergebnisse

- Seit Versuchsbeginn kam es bei den Klonen zu überdurchschnittlichen Anpflanzungsverlusten, deswegen konnte in der Endauswertung des 15-jährigen Versuches nur ein kleiner Teil der angepflanzten Pappel- u. Weidenklone bewertet werden. In folgender Tabelle sind die Ernten mit Ertrag/Hektar in Tonnen dargestellt, die aus der ermittelten Trockenmasse/Jahr berechnet wurden.

Klon\Ernte	1998	2001	2004	2007	2010	Gruppe
P-nigsim-412	0,44	9,30	12,12	5,00	8,78	C
P-nigsim-410	0,32	7,12	9,05	4,88	11,28	BC
P-nigsim-413	0,33	4,25	4,52	2,62	8,96	ABC
P-nigsim-414	0,28	3,68	4,19	3,13	7,48	AB
P-eurNLB-264	0,15	7,47	6,55	0,80	0,48	A
P-dellau-415	0,23	3,6	3,96	2,62	1,28	A
S-vimPuG-253	0,46	2,71	3,95	7,67	9,15	

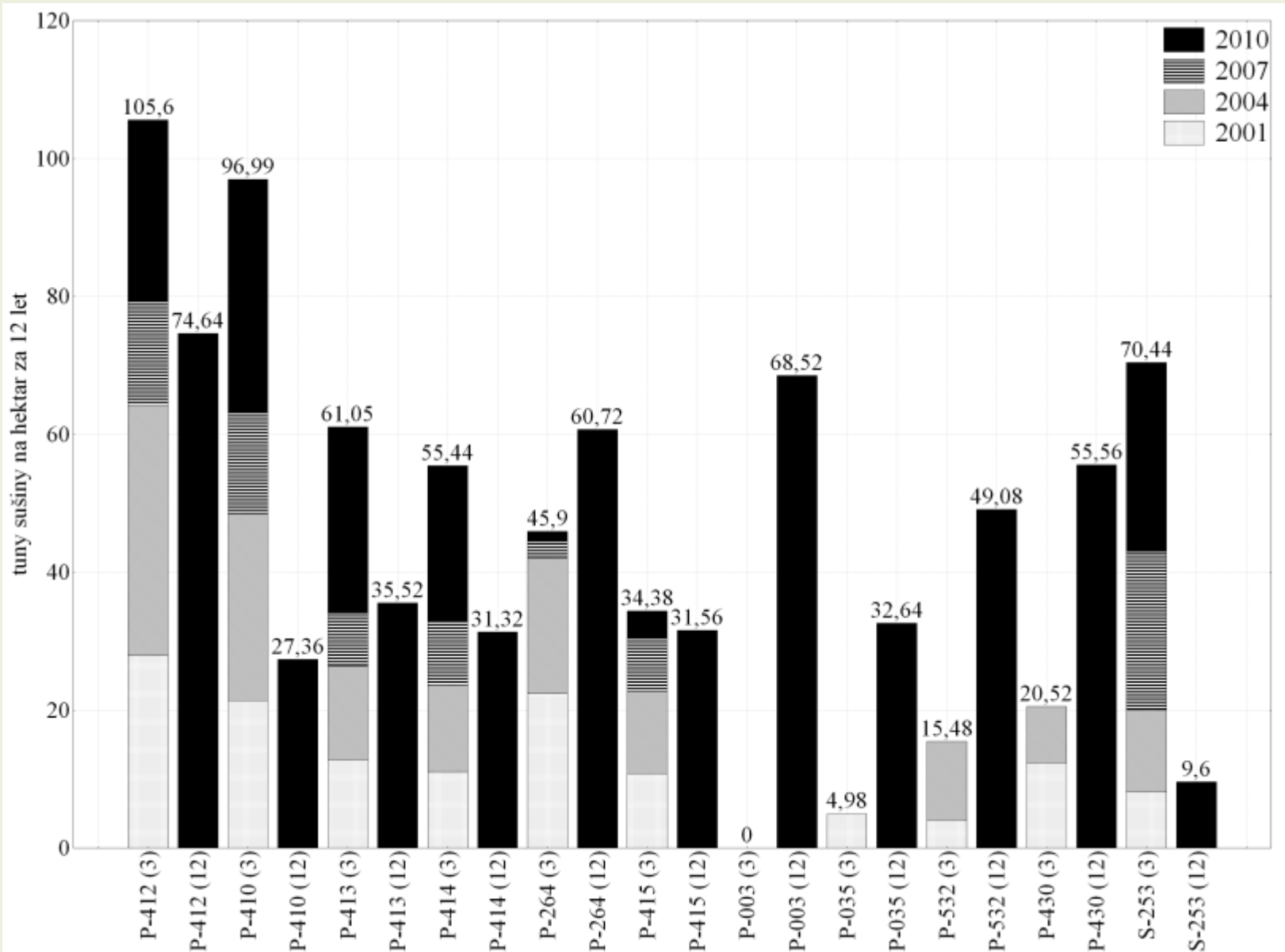


2010/04/16 15:23

# Ernteergebnisse nach 1. Umtriebszeit (3 Jahren)

- Der durchschnittliche jährliche Ertrag der sechs Pappelklone und des Weidenklons, die in dem ganzen Versuch einen konstanten Wachstumsverlauf hatten, war  $4,5 \text{ t}_{\text{TM}}/\text{ha}/\text{Jahr}$  nach 5 Ernten (1998–2010). Die Erträge im Jahr 1998 sind bei allen Klonen sehr niedrig, so dass über ein Versuchsende nachgedacht wurde. Im folgenden Jahr hatten die meisten Klonen einen ausgezeichneten Zuwachs. Dies hatte eine Versuchsfortsetzung möglich gemacht. Im Zeitraum 1998-2004 kam es in der 3-jährigen Wachstumsszeit der untersuchten Pappelklone zur schrittweisen Erhöhung des Zuwachses. Im Jahr 2004 war der durchschnittliche Ertrag der Pappelklone  $6,7 \text{ t}_{\text{TM}}/\text{ha}/\text{Jahr}$ . Im Jahr 2007 sanken die Erträge bei den identischen Klonen auf durchschnittlich  $3,2 \text{ t}_{\text{TM}}/\text{ha}/\text{Jahr}$ . Im Erntejahr 2010 stiegen die Erträge der Klone P-410, P-412, P-413, P-414 wieder an. Selbst mit dem fast vollständigem Absterben der Klone P-415, P-264 war die durchschnittliche Menge an Holzmasse aus den 6 untersuchten Pappelklonen im Jahr 2010  $6,4 \text{ t}_{\text{TM}}/\text{ha}/\text{Jahr}$ . Die Erträge der Weidenklone S-253 bewegten sich im Zeitraum 1998-2010 zwischen  $2,71$  und  $9,15 \text{ t}_{\text{TM}}/\text{ha}/\text{Jahr}$ .

# Vergleich der Wachstumsdynamik von 3 und 12 Jahren

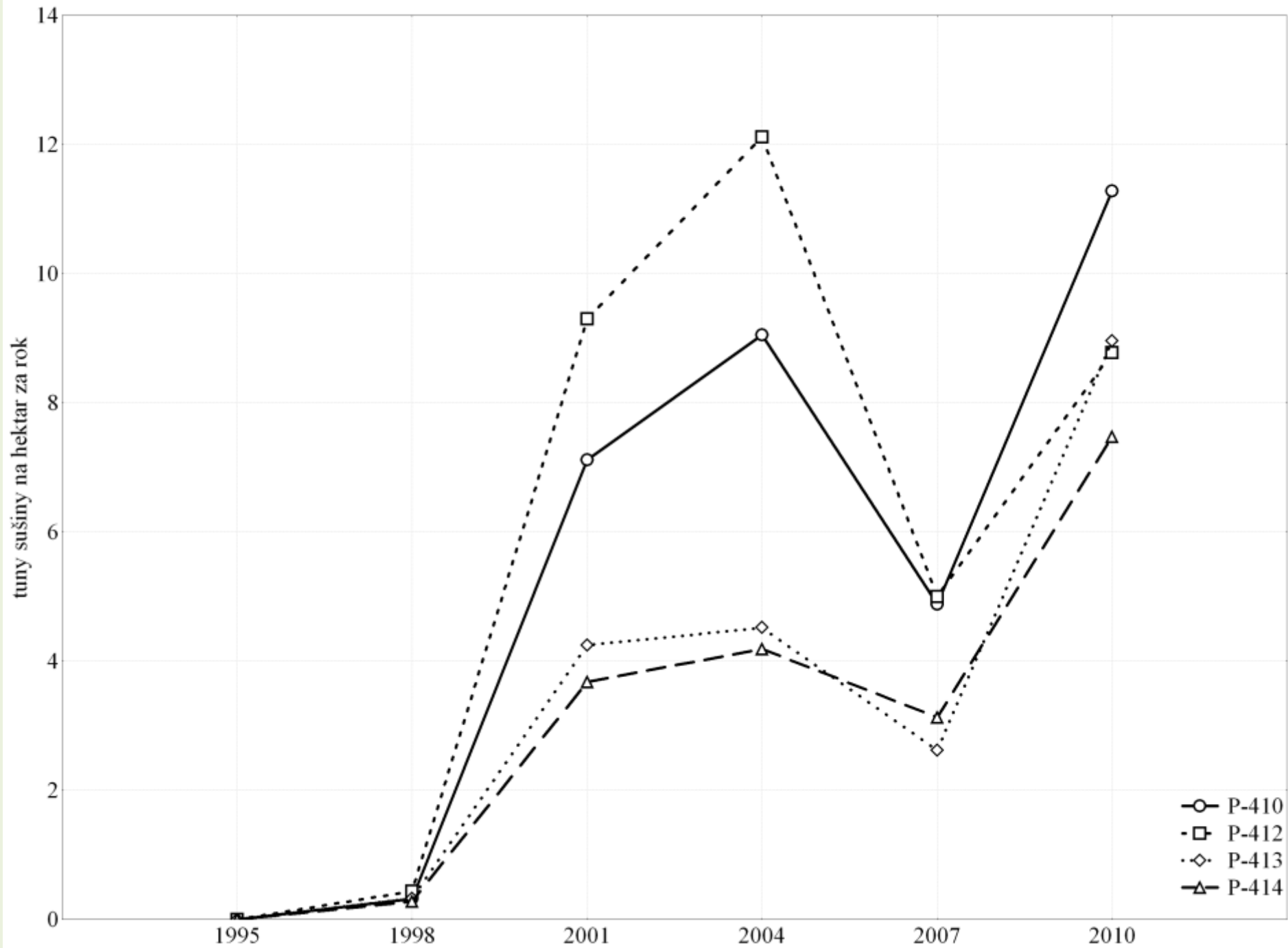




# Erträge in Tonne<sub>Trockenmasse</sub>/ha/Jahr der untersuchten Pappel- u. Weidenklonen bei Umtriebszeiten von 3 und 12 Jahren (1998 – 2010)

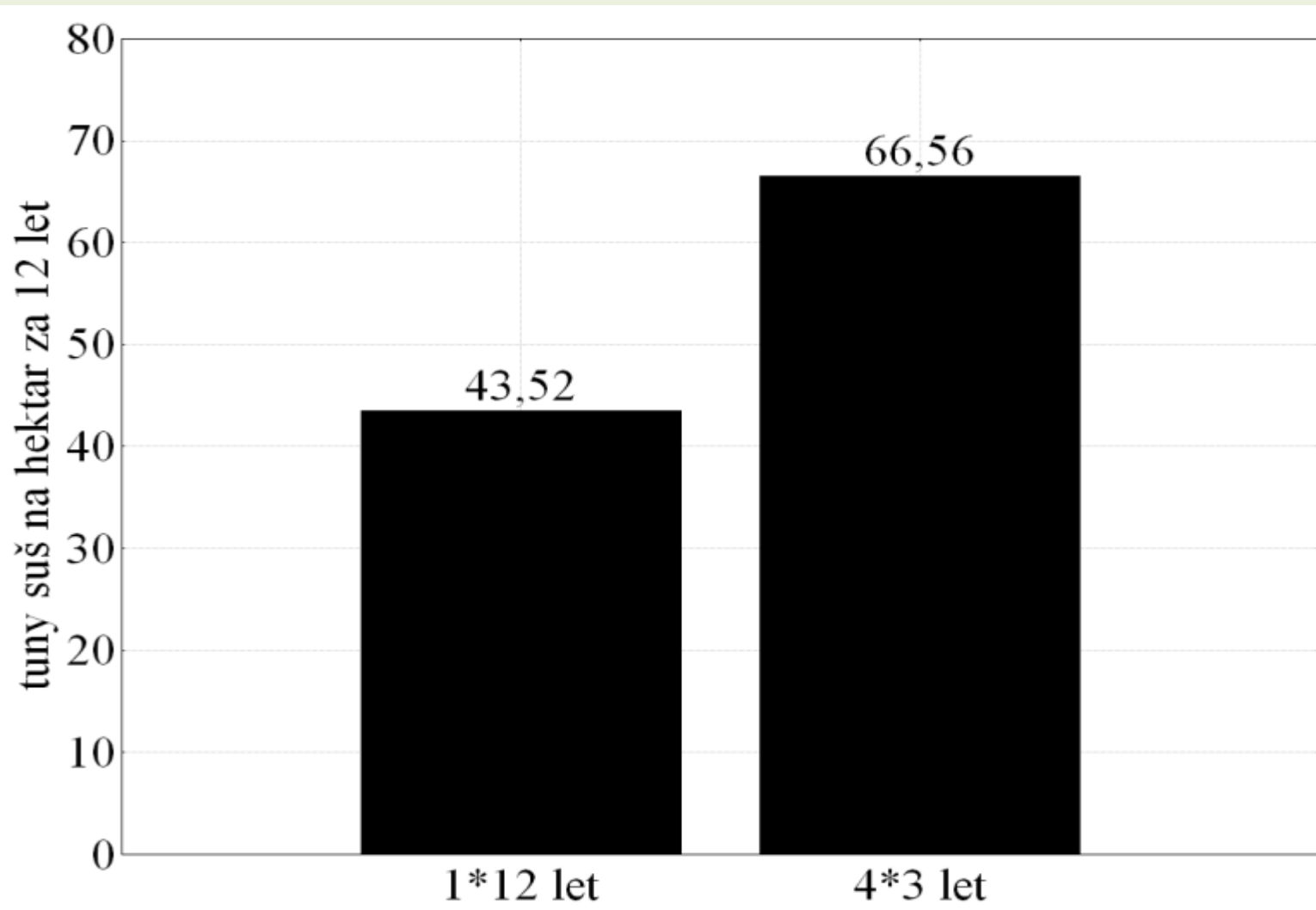
Klon	4 × 3 Jahre	1 × 12 Jahre
P-nigsim-412	8,80	6,22
P-nigsim-410	8,08	2,28
P-nigsim-413	5,09	2,96
P-nigsim-414	4,62	2,61
P-eurNLB-264	3,83	5,06
P-dellau-415	2,87	2,63
P-nigLuž-003	-	5,71
P-nigKun-035	-	2,72
P-euraCZ-532	-	4,09
P-iamNE2-430	-	4,63
S-vimPuG-253	5,87	0,8







**Ø geerntete Trockenmasse/ha bei 6 Pappeln mit einer Umtriebszeit von 3 und 12 Jahren, bei einer Wachstumszeit von insgesamt 12 Jahren**



# Vergleich mit rekultivierten Flächen in der Lausitz/Deutschland

- Vergleich unseres KUP - Versuches auf rekultivierten Kippenflächen mit der Bergbau-Region Welzow-Süd.

Die Pappeln- (*Populus* ssp., aus der Familie *Tacamahaca*) und Weiden-Versuche (*Salix viminalis*) wurden auf einer rekultivierten Lignit-Tagebau-Fläche durchgeführt. Die einzelnen Klone haben einen Ertrag von 2,5-11,7  $t_{TM}/ha$  nach der ersten Umtriebszeit und in einer Umtriebszeit abhängig vom Substrat durchschnittlich 5,25  $t_{TM}/ha$ . Im Parallelexperiment auf der landwirtschaftlichen Fläche mit einem identischen Klonsortiment und Abständen wurden Erträge zwischen 6,6-22,8  $t_{TM}/ha$  nach einer Umtriebszeit (3 Jahren) erreicht (Bungart et al., 2000).

# Schlussfolgerung

- Die besten Ergebnisse hatten die Klone der Kreuzung *P. nigra* × *P. simonii* (P-410, P-412, P-413, P-414), die einen durchschnittlichen Ertrag von 5,37 t<sub>TM</sub>/ha/Jahr nach 5 Ernten erreichten und somit einen konstanten Wachstumsverlauf auch nach 15 Anbaujahren hatten. Bei den erwähnten Erträgen und gegenwärtigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist die KUP-Plantage nur wirtschaftlich, wenn Fördermittel zur forstwirtschaftlichen Rekultivierung eingesetzt werden. Denn die landwirtschaftliche Unterstützung (SAPS) ist für die forstwirtschaftliche Rekultivierung nicht zugänglich.
- Im Vergleich zum Wachstum von anderen Gehölzen (Lärchen, Ahorn, Esche, Birke), die auf der Kippenfläche Lochočická angepflanzt wurden, lassen sich der Wachstumsverlauf von Pappeln und Weiden als sehr gut bewerten. Die Pappeln, bzw. die ausgewählten Klone, sind deshalb für eine forstwirtschaftliche Rekultivierung bei ähnlichen Standorten in der nordböhmischen Region zur Bodenverbesserung (Erhöhung des Humusgehaltes), für ein günstiges Unterholzklima und zur Bildung einer primären Baumvegetation zu empfehlen. Gemäß der Rekultivierungsziele können die empfohlenen Pappeln nach einer Umtriebszeit von 3-5 Jahre für 15 Jahre oder nach einer Umtriebszeit für 15-20 Jahre angepflanzt werden.

# Verwendete Literatur

- **Adegbidi, H. G., Volk, T. A., White, E. H., Abrahamson, L. P., Briggs, R. D., Bickelhaupt, D. H.** (2001): Biomass and nutrient removal by willow clones in experimental bioenergy plantations in New York State. *Biomass and Bioenergy*, vol. 20, no. 6, p. 399–411.
- **Bungart, R., Bens, O., Hüttl, R. F.** (2000): Production of bioenergy in post-mining landscapes in Lusatia: Perspectives and challenges for alternative landuse systems. *Ecological Engineering*, no. 16, suppl. 1, p. 5–16.
- **Fischerová, Z., Tlustoš, P., Száková, J., Šichorová, K.** (2006): A comparison of phytoremediation capability of selected plant species for given trace elements. *Environmental Pollution*, vol. 144, p. 93–100.
- **Komárek, M., Tlustoš, P., Száková, J., Chrastný, V.** (2008): The use of poplar during a two-year induced phytoextraction of metals from contaminated agricultural soils. *Environmental Pollution*, vol. 151, p. 27–38.
- **Pacaldo, R. S., Volk, T. A., Briggs, R. D.** (2011): Carbon balance in short rotation willow (*Salix dasyclados*) biomass crop across a 20-year chronosequence as affected by continuous production and tear-out treatments. *Aspects of Applied Biology*, vol. 112, p. 131–138.
- **Perttu, K., L.** (1998): Environmental justification for short rotation forestry in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, vol. 15, no. 1 p. 1–6.
- **Šír, M., Weger, J., Vondrka, A.** (2009): Klimatická účinnost porostů rychle rostoucích dřevin v krajině. *Acta Pruhoniana*, č. 92, s. 45–50.
- **Tlustoš, P., Száková, J., Vysloužilová, M., Pavlíková, D., Weger, J., Javorská, H.** (2007): Clonal and seasonal variation of As, Cd, Pb, and Zn uptake by willows (*Salix* ssp.) grown in contaminated soils. *Centr. Europ. Journal of Biology*, vol. 2, p. 254–276.
- **Weger, J., Bubeník, J.** (2011): Hodnocení výnosu a růstu domácích vrb po 14 letech výmladkového pěstování. *Acta Pruhoniana*, č. 97, s. 39–46.
- **Weger, J., Bubeník, J.** (2011): Evaluation of biomass production of poplars and willows on Lochočice spoiler heap – mine after 15 years of coppicing (in czech). *Acta Pruhoniana*, vol. 99, p. 73–83.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

[bubenik@vukoz.cz](mailto:bubenik@vukoz.cz)

**Acknowledgement:**

Presented results were obtained with support from project:

**MV-73029-1/OBV-2011**