

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Roční průběh tloušťkových přírůstů vybraných dřevin  
v Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy**

**(Annual progress of radial increment of selected species  
in Arboretum FFWS in Kostelec nad Černými lesy)**

Bakalářská práce

Autor: Anna Chržová

Vedoucí práce: Ing. Václav Bažant, Ph.D.

2016

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Roční průběh tloušťkových přírůstků vybraných dřevin v Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy vypracovala samostatně pod vedením Ing. Václava Bažanta, Ph.D., a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 20 .4. 2016

.....

## Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala Ing. Václavu Bažantovi, Ph.D., za konstruktivní a podnětné vedení a čas, který mi v průběhu vznikání této práce věnoval. Dále bych chtěla poděkovat celé své rodině a přátelům za všestrannou podporu a ohleduplnost.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá vyhodnocením ročního tloušťkového přírůstu měřeného ve vegetačním období mezi roky 2014 a 2015. Sběr a vyhodnocení dat proběhlo u 3 druhů dřevin: jedle obrovské (*Abies grandis*), smrku sitka (*Picea sitchensis*) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*). Formou literární rešerše jsou zde dále stručně charakterizovány zájmové dřeviny a popsáno jejich využití v evropských podmínkách.

Samotné měření probíhalo v Arboretu FLD ČZU v Kostelci nad Černými lesy. U vybraných dřevin proběhlo vyhodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu. Na zkusných plochách bylo provedeno porovnání klimatických podmínek a v měřeném období docházelo k zaznamenávání ročního tloušťkového přírůstu a jeho změn v průběhu sezóny. Hodnoty ročního tloušťkového přírůstu byly měřeny pomocí přístroje EMS DRL26A, který rovněž detekoval informace o teplotě ve vegetačním období. Data byla zpracována softwarem EMS Mini32 a posléze exportována do programu Microsoft Excel 2016. Pomocí lokální meteorologické stanice v objektu Arboreta byly zjištěny další údaje týkající se teploty v daném období. Data z dendrometru a meteostanice byla dána do vzájemné závislosti a následně vyhodnocována pomocí programu Microsoft Excel 2016 formou spojnicových grafů.

V roce 2014 jsem se zabývala taktéž fenologickými fázemi pozorovaných dřevin a dobami jejich nástupu a konce. Díky mimořádně teplému a suchému roku 2015 jsem dostala možnost porovnání reakcí jednotlivých dřevin na tyto klimatické jevy. v diskuzi jsou pak mé poznatky konfrontovány s výsledky jiných výzkumů zabývajících se problematikou těchto druhů.

## **Klíčová slova**

Arboretum FLD v Kostelci nad Černými lesy, tloušťkový přírůst, douglaska tisolistá, smrk sitka, jedle obrovská

## **Abstract**

This thesis deals with the evaluation of the annual radial increment measured during the vegetation period 2014 and 2015 on three species of trees in the Arboretum of The Faculty of Forestry and Wood Sciences of the Czech University of Life Sciences Prague in Kostelec. Evaluation of the seasonal dynamics of radial increment of *Abies grandis* (Grand fir), *Picea sitchensis* (Sitka spruce) and *Pseudotsuga menziesii* (Douglas fir) on plot stands in the Arboretum in Kostelec was made by comparing the climate in the time period and the annual radial increment as it changed during the season. Annual radial increment of *Abies grandis*, *Picea sitchensis* and *Pseudotsuga menziesii* was detected by device EMS DRL26A. This device also subscribed information about the temperature during the growing season. Data was processed by software EMS Mini32 and exported to Microsoft Excel 2016. Information about the temperature, I determined with using a meteorological station in the area of the Arboretum. Data from dendrometer and weather station and their interdependence was evaluated using Microsoft Excel 2016 in the form of line charts. In 2014, I was dealing also phenological phases and the time of onset and end of it on observed species. Due to the extremely warm and dry year 2015, I had the opportunity to compare the responses of individual species at these climatic phenomena. In conclusion, the results are confronted with the literature searches and the discussion in this thesis, where I focused on the characteristics of measured trees and their application in European conditions

## **Key words**

Arboretum The Faculty of Forestry and Wood Sciences of the Czech University of Life Sciences Prague in Kostelec nad Černými lesy, radial increment, Douglas fir, Sitka spruce, Grand fir

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce .....	2
3. Literární rešerše .....	3
3.1. Arboretum Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze v Kostelci nad Černými lesy .....	3
3.1.1. Kostelec nad Černými lesy .....	3
3.1.2. Historie Arboreta .....	4
3.1.3. Přírodní podmínky Arboreta .....	4
3.2. Hodnocení a měření přírůstu.....	6
3.2.1. Tloušťkový růst a přírůst stromu .....	6
3.2.1.1 Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst.....	8
3.2.1.2 Rozložení tloušťkového přírůstu po délce kmene .....	9
3.2.1.3 Rozložení tloušťkového přírůstu po obvodu kmene.....	9
3.2.2. Rozdělení a definice tloušťkových přírůstů .....	10
3.2.2.1 Přírůst běžný .....	10
3.2.2.2 Přírůst běžný celkový.....	10
3.2.2.3 Přírůst průměrný .....	10
3.2.2.4 Přírůst průměrný celkový.....	11
3.3. Fenologie dřevin .....	11
3.4. Introdukované dřeviny.....	13
3.4.1. Jedle obrovská ( <i>Abies grandis</i> ).....	14
3.4.1.1 Popis.....	14
3.4.1.2 Rozšíření .....	15
3.4.1.3 Ekologie .....	16
3.4.1.4 Proměnlivost .....	17
3.4.1.5 Upotřebení .....	18
3.4.1.6 <i>Abies Grandis</i> v Evropě a Čechách .....	18
3.4.1.7 <i>Abies grandis</i> v Arboretu v Kostelci n.Č.l.....	18
3.4.2. Douglaska tisolistá ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> ) ((MIRBEL) FRANCO) .....	20
3.4.2.1 Popis.....	20
3.4.2.2 Rozšíření .....	21
3.4.2.3 Ekologie .....	23
3.4.2.4 Proměnlivost .....	25

3.4.2.5	Upotřebení .....	25
3.4.2.6	<i>Pseudotsuga menziesii</i> v Evropě a Čechách .....	26
3.4.2.7	<i>Pseudotsuga menziesii</i> v Arboretu v Kostelci n.Č.l.....	27
3.4.3.	Smrk sitka ( <i>Picea sitchensis</i> ) .....	28
3.4.3.1	Popis.....	28
3.4.3.2	Rozšíření .....	29
3.4.3.3	Ekologie .....	30
3.4.3.4	Proměnlivost .....	31
3.4.3.5	Upotřebení .....	31
3.4.3.6	<i>Picea sitchensis</i> v Evropě a Čechách .....	31
3.4.3.7	<i>Picea sitchensis</i> v Arboretu v Kostelci n.Č.l.....	32
3.5.	Dendrochronologie .....	32
3.5.1.	Dendroekologie.....	33
3.5.2.	Pravidla pro sběr dendrochronologických vzorků .....	33
3.6.	Dendrometr – snímač tloušťkového přírůstu EMS DRL26A.....	34
3.6.1.	Komunikace mezi snímačem dat a softwarem pro jejich zpracování.....	35
3.6.1.1	Zpracování dat .....	36
3.6.1.2	Kapacita paměti .....	36
3.6.1.3	Údržba.....	36
4.	Metodika .....	37
4.1.	Meteostanice .....	37
4.2.	Fenologické fáze .....	37
4.3.	Osazení automatických dendrometrů.....	38
4.3.1.	Instalace snímače dat .....	38
4.3.2.	Infračervená komunikace (IR) .....	40
Aktivace spojení .....	40	
4.3.3.	Nastavení snímače dat v softwaru .....	41
4.4.	Zpracování dat .....	42
5.	Výsledky .....	43
5.1.	Doprovodné mapy.....	44
5.1.1.	Teplota vzduchu v pozorovaném období.....	44
5.1.2.	Teplota vzduchu v pozorovaném období.....	45
5.2.	<i>Abies grandis</i> 2014 .....	46
Fotodokumentace průběhu fenologických fází roce 2014 u <i>Abies grandis</i> v Arboretu v Kostelci.....	49	
5.3.	<i>Abies grandis</i> 2015 .....	51

5.4.	<i>Picea sitchensis</i> 2014 .....	54
	Fotodokumentace průběhu fenologických fází v roce 2014 u <i>Picea sitchensis</i> v Arboretu v Kostelci.....	56
5.5.	<i>Picea sitchensis</i> 2015 .....	59
5.6.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> 2014 .....	61
5.7.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> 2015 .....	65
5.8.	Shrnutí výsledků .....	67
6.	Diskuse.....	71
6.1.	<i>Picea sitchensis</i> .....	71
6.2.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> .....	71
6.3.	<i>Abies grandis</i> .....	72
7.	Závěr .....	73
8.	Seznam literatury .....	74



## Seznam obrázků

Obrázek 1. Mapa ČR vyznačením přírodní lesní oblasti 10 a Arboreta v Kostelci nad Černými lesy (červená tečka); (Přírodní lesní oblasti, 2016).....	3
Obrázek 2. Letorost a šištice jedle obrovské ( <i>Abies Grandis</i> ); ( <i>Abies grandis</i> 2, 2016).	15
Obrázek 3. Původní areál rozšíření jedle obrovské ( <i>Abies grandis</i> ); ( <i>Abies grandis</i> 2, 2016).....	16
Obrázek 4. Schematický plán oddílů Arboreta v Kostelci s vyznačením pozorovaného jedince <i>Abies grandis</i> (červená tečka) .....	19
Obrázek 5. Letorost a šištice douglasky tisolisté ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> ); ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> 1, 2016).....	21
Obrázek 6. Původní areál rozšíření douglasky tisolisté ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> ); ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> 2, 2016) .....	22
Obrázek 7. Schematický plán oddílů Arboreta v Kostelci s vyznačením pozorovaného jedince <i>Pseudotsuga menziesii</i> (červená tečka) .....	27
Obrázek 8. Letorost a šištice smrku sitka ( <i>Picea sitchensis</i> ); ( <i>Picea sitchensis</i> 1, 2016)	29
Obrázek 9. Původní areál rozšíření smrku sitka ( <i>Picea sitchensis</i> ); ( <i>Picea sitchensis</i> 2, 2016).....	30
Obrázek 10. Schematický plán oddílů Arboreta v Kostelci s vyznačením pozorovaného jedince <i>Picea sitchensis</i> (červená tečka) .....	32
Obrázek 11. Meteostanice v areálu Arboreta v Kostelci .....	37
Obrázek 12. Instalace dendrometru ve výčetní výšce 1,3 m .....	38
Obrázek 13. Instalovaný snímač da DRL26A .....	39
Obrázek 14. Aktivace infračerveného spojení a nastavení dendrometru.....	40
Obrázek 15. Mapa průměrné roční teploty vzduchu v r. 2014 s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka);(Historická data, 2015) .....	44
Obrázek 16. Mapa vyjadřující odchylku průměrné roční teploty r. 2014 vzduchu od normálu 1961–1990 vzduchu s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka); (Historická data, 2015) .....	44
Obrázek 17. Mapa ročního úhrnu srážek r. 2014 s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka); (Historická data, 2015).....	45
Obrázek 18. Mapa vyjadřující podíl ročního úhrnu srážek r. 2014 k normálu 1961 - 1990 s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka); (Historická data, 2015) .....	45
Obrázek 19. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Abies grandis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2014.....	46

Obrázek 20. Letorost <i>Abies grandis</i> – 11.4.2014 .....	49
Obrázek 21. Letorost <i>Abies grandis</i> -18.4.2014 .....	49
Obrázek 22. Letorost <i>Abies grandis</i> – 1.6.2014 .....	50
Obrázek 23. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Abies grandis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2015.....	51
Obrázek 24. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Picea sitchensis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2014.....	54
Obrázek 25. Letorost <i>Picea sitchensis</i> - 11.4.2014 .....	56
Obrázek 26. Letorost <i>Picea sitchensis</i> - 18.4.2014 .....	56
Obrázek 27. Letorost <i>Picea sitchensis</i> – 1.5.2014 .....	57
Obrázek 28. Letorost <i>Picea sitchensis</i> - 8.5.2014 .....	57
Obrázek 29. Letorost <i>Picea sitchensis</i> - 1.6.2014 .....	58
Obrázek 30. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Picea sitchensis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2015.....	59
Obrázek 31. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Pseudotsuga menziesii</i> v Arboretu v Kostelci v r. 201 .....	61
Obrázek 32. Letorost <i>Pseudotsuga menziesii</i> - 11.4.2014 .....	63
Obrázek 33. Letorost <i>Pseudotsuga menziesii</i> – 18.4.2014 .....	63
Obrázek 34. Letorost <i>Pseudotsuga menziesii</i> – 8.5.2014 .....	64
Obrázek 35. Letorost <i>Pseudotsuga menziesii</i> – 1.6.2014 .....	64
Obrázek 36. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Pseudotsuga menziesii</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2015 .....	65

## Seznam tabulek

Tabulka 1. Průměrné hodnoty meteostanice Truba v letech 1960-1995 .....	5	
Tabulka 2. Specifikace přístroje DRL26A .....	34	
Tabulka 3. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Abies grandis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2014.....	47	
Tabulka 4 Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Abies grandis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2015.....	52	
Tabulka 5. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Picea sitchensis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2014.....	55	
Tabulka 6. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Picea sitchensis</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2015.....	60	
Tabulka 7. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Pseudotsuga menziesii</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2014 .....	62	
Tabulka 8. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u <i>Pseudotsuga menziesii</i> v Arboretu v Kostelci v r. 2015 .....	66	
Tabulka 9. Porováním přírůst/vlhkost/teplota přírůst/vlhkost/teplota	Tabulka 10. Porováním .....	67
Tabulka 11. Porovnání přírůstů jednotlivých dřevin v letech 2014 a 2015.....	69	
Tabulka 12. Přehled začátku, kulminace a konce přírůstu u jednotlivých dřevin v letech 2014 a 2015.....	70	

# 1. Úvod

Tato práce byla vypracována jako výzkum tloušťkového přírůstu vybraných druhů dřevin v Arboretu Fakulty lesnické a dřevařské ČZU v Kostelci nad Černými lesy.

Arboretum v Kostelci je edukativním prostorem pro studenty České zemědělské univerzity v Praze, jimž poskytuje materiál pro seznámení s mnoha druhy dřevin z celého světa a jejich reakcemi na středoevropské klima. Arboretum v Kostelci slouží i veřejnosti a každý může jeho sbírky navštívit. O jeho historii a přírodních podmínkách se píše v literární rešerši této práce.

Práce se zaměřuje na 3 druhy jehličnatých dřevin, jež jsou všechny původem ze Severní Ameriky, z areálů v mírném podnebném pásmu, takže mají potenciál, aby se jim dobře dařilo i u nás. Konkrétně byl výzkum prováděn na jedli obrovské (*Abies grandis*), smrku sitka (*Picea sitchensis*) a douglasce tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*). O každém z těchto druhů je uveden přehled v literární rešerši této práce.

Tloušťkový přírůst byl hodnocen v období od konce března do konce října, kdy probíhá vegetační období a přírůst je aktivní. Tloušťkový přírůst má závislost zejména na půdní vlhkosti, proto je tato veličina ve výsledcích také zanesena. Tloušťkovému přírůstu dřevin a jeho měření je věnována část literární rešerše.

Při hodnocení v roce 2014 byl také zjišťován průběh fenologických fází (např. průběh rašení letorostů a samčích a samičích šištic) u měřených druhů v tomto roce.

Měření tloušťky a zjišťování ostatních dat pro vyhodnocování ročního průběhu tloušťkových přírůstů je popsáno v kapitole Metodika. pro měření tloušťky byl využit přístroj EMS DRL26A, jenž s přesností na méně než 1 mikrometr dokáže změřit změny tloušťky stromu každou hodinu (dle nastavení) dne s nepřetržitým provozem a ve stejné periodě měří i teplotu vzduchu. pro vyhodnocení těchto dat pak byl použit software vytvořený speciálně k tomuto přístroji firmou EMS Brno. pro získání informací o vlhkosti (na které přírůst značně závisí) jsme použili meteorologickou stanicí, která je taktéž popsána v Metodice. Všechna získaná data pak byla vyhodnocena v programu Microsoft Excel 2016 a prezentována formou grafů a tabulek s využitím (nejen) matematických funkcí.

## **1. Cíle práce**

Hlavním cílem předkládané bakalářské práce je vyhodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu mnou zvolených dřevin: douglasky tisolisté, smrku sitky a jedle obrovské. Cílem je tedy za pomoci analýz a na jejich základě vzniklých grafů a tabulek přinést poznatky o růstových vlastnostech těchto introdukovaných dřevin v klimatických podmínkách České republiky.

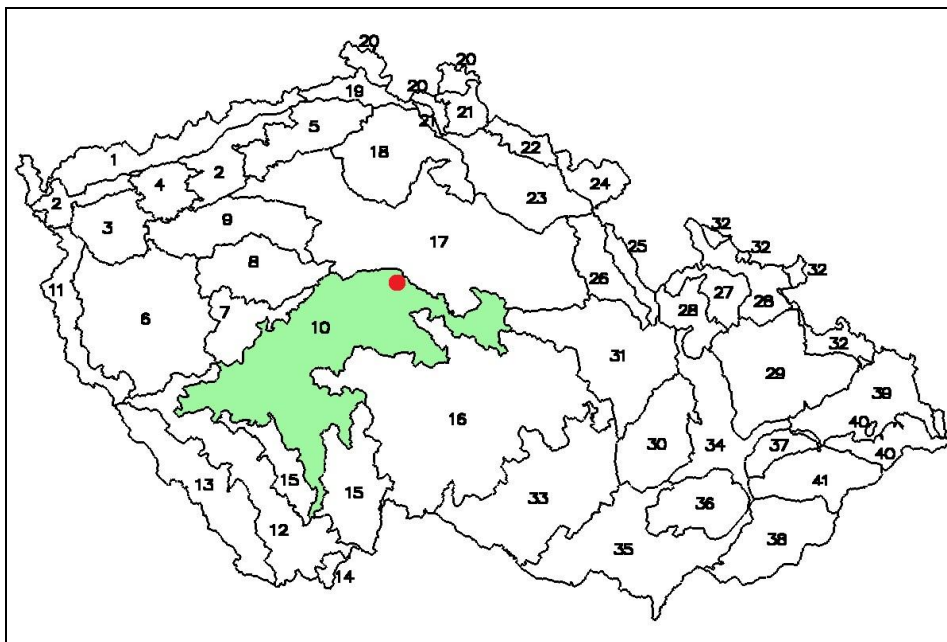
## 2. Litrerární rešerše

### 2.1. Arboretum Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze v Kostelci nad Černými lesy

#### 2.1.1. Kostelec nad Černými lesy

Název město získalo díky velké lesnatosti tohoto území, kdy tu v minulosti dominovaly jehličnaté lesy s vysokým podílem jedle, které vytvářely husté tmavé porosty.

Kostelec n. Č. l. se řadí do Přírodní lesní oblasti (PLO) 10 – středočeská pahorkatina. Přírodní lesní oblasti jsou území vymezená v rámci průzkumu lesních stanovišť na základě geologických, klimatických, orografických a fyto geografických podmínek. Česká republika je rozčleněna na 41 přírodních lesních oblastí. Schéma PLO vypracoval Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) v roce 2001 s platností do roku 2020. PLO 10 má výměru 660 146 ha a lesnatost zde ÚHÚL uvádí 29,73 %. (Přírodní lesní oblasti, 2016)



*Obrázek 1. Mapa ČR vyznačením přírodní lesní oblasti 10 a Arboreta v Kostelci nad Černými lesy (červená tečka); (Přírodní lesní oblasti, 2016)*

### **2.1.2. Historie Arboreta**

Po několik desítek let trvajících peripetiích s pozemky a organizací Lesnické fakulty v Praze byly v roce 1954 zahájeny práce na založení Arboreta na pozemcích školního statku Lesnické fakulty při Českém vysokém učení technickém v Kostelci nad Černými lesy. Mezi lety 1959–1964 byla Lesnická fakulta připojena k Vysoké škole zemědělské a přesídlena taktéž do Kostelce n. Č. l. Díky této reorganizaci bylo umožněno rozšiřování a větší práce na Arboretu. Arboretum se též vyhranilo více k výzkumu ekologických problémů a ochraně životního prostředí. Dnes Česká zemědělská univerzita a její Lesnická fakulta (obnovená roku 1990, dnes s názvem Fakulta lesnická a dřevařská) využívá Arboretum v Kostelci n. Č. l. jako významný výukový prostor pro studenty FLD a ČZU, zejména pro jejich výzkumnou vědeckou a pokusnou činnost, i je cílem návštěv široké veřejnosti (Roček, 1998).

Jak bylo výše zmíněno, Arboretum bylo zřízeno roku 1954. Rozkládá se na pozemcích školního lesního podniku ČZU v Praze a jeho zakladatelem byl prof. Dr. Ing. Pravdomil Svoboda, DrSc., tehdejší vedoucí katedry dendrologie a geobotaniky Fakulty lesnické ČVUT (Roček, 1998).

### **2.1.3. Přírodní podmínky Arboreta**

Arboretum FLD v Kostelci nad Černými lesy najdeme na svahu s jižní expozicí, asi 3 kilometry od Kostelce nad Černými lesy, jeho nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 300–345 m n. m.. Arboretum je podle klimatických oblastí řazeno do mírně teplé klimatické oblasti – hranice okrsků B2 (mírně teplý, mírně suchý, převážně s teplou zimou) a B3 (mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou). v roce 2013 byla přímo v Arboretu umístěna automatická meteorologická stanice. Před tímto rokem se data o teplotách a srážkách získávala z meteorologické stanice Kostelec-Truba (368 m n. m.). Průměrná roční teplota naměřená meteorologickou stanicí Kostelec-Truba mezi lety 1960–1995 je 8,14 °C. Průměrné srážky uvedené ze totéž období činí 662,60 mm (Bažant, 2014).

Podrobnější přehled o klimatu nám dává Tabulka 1 průměrných skutečností, jež sestavil Roček (1998):

*Tabulka 1. Průměrné hodnoty meteostanice Truba v letech 1960-1995*

Průměrná roční teplota	8,14 °C
Průměrná teplota v lednu	- 1,92 °C
Průměrná teplota v červenci	17,82 °C
Maximální teplota – naměřená 12.7.1991	40,80 °C
Minimální teplota – naměřená 8.1.1985	- 28,50 °C
Průměrné roční srážky	662,60 mm
Nejvlhčí rok (1977)	890,00 mm
Nejsušší rok (1990)	426,80 mm

Z uvedených skutečností lze vydedukovat totéž, co uvádí Roček (1998), a sice, že značná část plochy Arboreta je suchá a rostliny zde mohou být snadno vystaveny riziku přisušků. Geologickým podkladem je v Arboretu permský pískovec, na severu území překryt vrstvou křídového pískovce, v údolí pak na pískovci najdeme vrstvu hlinité spraše. z hlediska lesnické typologie spadá území Arboreta do kategorií kyselá boková doubrava biková 2K3 (horní část Arboreta) a svěží buková doubrava šřavelová – 3S1 (v části dolní). (Bažant, 2014; Roček, 1998).

Bažant, Škoda (2004) uvádí, že stanovištní podmínky Arboreta jsou nepříznivé, a předpokládá, že na jiných stanovištích se introdukovaným dřevinám bude dařit lépe.



## 2.2. Hodnocení a měření přírůstu

### 2.2.1. Tloušťkový růst a přírůst stromu

Tloušťkový (a výškový přírůst) jsou základními charakteristikami stromu pro určení objemové produkce stromu a posléze rovněž porostu. Tloušťkový přírůst je velmi důležitý zejména u starších stromů, kde výškový přírůst je méně znatelný a hůře měřitelný (Šebík, 1990).

Nejdůležitější tloušťka stromu je ve výšce 1,3 m nad zemí na svahu z horní strany stromu – takto je definována téměř po celém světě. Běžně se zjišťuje pomocí průměrky či obvodového měřidla. Tloušťka v různých jiných výškách stromu vyžaduje ke svému určení, kvůli svojí nedostupnosti různé speciální přístroje. Tloušťka se měří vždy v kůře (Šmelko, 2000).

Jak bylo výše zmíněno, tloušťku kmene měříme obvykle ve výčetní výšce 1,3 m (nad patou kmene). z toho vyplývá, že stromy, jež této výšce nedosahují, nemohou být pozorovány z hlediska tloušťkového vývoje. Této potřebné výšky dosahují jedinci obvykle kolem desátého roku věku (+/- 5 let) (Drápela, 1995).

Každý rok strom druhotně tloustne díky činnosti kambia a felogénu – tvorbě dřeva a kůry. Poslední vrstvu dřevního pláště následuje vrstva kambia – z ní se po krajích tvoří dřevo (zevnitř), přičemž kůra se tvoří ze svrchní části (Šebík, 1990).

Nové vrstvy lýka a kůry jsou velice tenké a pouhým okem nerozeznatelné, tudíž je v praxi není možno změřit (Šmelko, 2000).

Buňky vytvořené kambiem v první polovině vegetačního období mají tenkou buněčnou stěnu, hodně cév a jsou široké – tvoří jarní dřevo. Buňky vytvořené v druhé polovině vegetačního období jsou užší, ploché, tlustostěnné – tvoří letní dřevo. Kontrast mezi jarním a letním dřevem se nazývá letokruhy a umožňuje zjistit věk dřeviny. Jarní dřevo tvoří širší pás a má zpravidla světlejší barvu, kdežto u letního dřeva je viditelně užší proužek (Šebík, 1990).

U každé dřeviny je tento kontrast jinak výrazný, přičemž jehličnaté dřeviny mají přechod poměrně výrazný. Jarní a letní dřevo se od sebe liší i fyzikálními vlastnostmi, šířka letokruhů má vliv na hmotnost dřeva. Modřín a borovice například vytváří nejtěžší dřevo, když letokruhy mají šířku 1–2 mm, u smrku je přímá úměra mezi hustotou letokruhů a hmotností dřeva (čím jsou letokruhy užší, tím je dřevo těžší) (Šebík, 1990).

Podle letokruhů můžeme pozorovat tloušťkový přírůst v jednotlivých letech. O něco složitějším způsobem, jak hledat tloušťkový přírůst v daném roce, je zjišťování na základě rozšiřování kmene, jenž tloustne díky dělení a růstu buněk kambia (Šebík, 1990).

Pokud chceme správně pochopit pravidla tloušťkového přírůstu a správně aplikovat dendrochronologické metody (např. doba odběru vzorků), pak musíme vědět, jaký je vývoj tloušťkového přírůstu během roku (Drápela, 1995).

Šebík (1990) uvádí, že v klimatických podmínkách Slovenska (a díky obdobnému klimatu na Slovensku jako v České republice lze jeho výsledky aplikovat i pro Českou republiku) se tvorba letokruhů na jehličnatých dřevinách začíná od poloviny dubna asi do poloviny září. Období tloušťkového přírůstu kořenů je posunuto přibližně o jeden měsíc později. Ladefoget (1946), in Šebík, (1990) při pozorování dřevin v přímořské oblasti Dánska zjistil, že kořeny přirůstají celoročně, kdežto u jehličnanů se růst přes zimu zastavuje.

Šebík (1990) dělí dřeviny do skupin dle tloušťkového přírůstu – listnaté dřeviny dělí do dvou kategorií, přičemž u jehličnatých dřevin je tomu obdobně. U listnáčů jde o rozdělení odpovídající dřevinám roztroušeně pórovitým a kruhovitě pórovitým. Jehličnany pak z pohledu tloušťkového přírůstu dělí do dvou skupin. První skupina má vlastnosti odpovídající kruhovitě pórovitým dřevinám – patří sem např. borovice, douglaska, často i modřín. v těchto dřevinách se již několik týdnů před pučením listů vytváří vrstva širokých cév jarního dřeva, kterými do koruny stoupá míza. Cévy starých letokruhů tuto funkci neplní. Doba mezi začátkem přírůstu dřeva a pučením listů je závislá od dřeviny, stanoviště a klimatu. Letní dřevo se pak tvoří obvykle až po úplném rozvinutí listů, to bývá druhá polovina července (Šebík, 1990).

Příkladem Šebíkovi (1990) slouží borovice, u níž tloušťkový přírůst obvykle začíná mezi koncem dubna a začátkem května. Letní dřevo pak v červenci až srpnu a na začátku září již kambium zastavuje svou činnost. Mladé stromy začínají přirůstat před staršími. Tloušťkový přírůst trvá 4-5 měsíců, doba tvorby jarního a letního dřeva je rozdělena zhruba na poloviny.

Druhou skupinou je smrk a jedle. Tloušťkový přírůst začíná později než je tomu u první skupiny – většinou v půlce května (v zápoji i koncem května). Tloušťkový přírůst této skupiny obvykle začne společně s rozvíjením pupenů. Tvorba letního dřeva

bývá od začátku června. Tloušťkový přírůst tedy trvá přibližně 3 až 3,5 měsíce (Šebík, 1990).

Bylo zjištěno, že lze pozorovat, i rozdíly v tloušťkovém přírůstu mezi dnem a nocí. Největší tloušťkový přírůst probíhá, než vyjde Slunce, poté stoupá transpirace a přírůst zpomaluje, až do odpoledne, kdy znovu začne narůstat. v případě, že je vysoká oblačnost nebo i déšť, pak je transpirace nízká a rozdíly v tloušťkovém přírůstu během dne jsou tedy málo patrné (Šebík, 1990).

Šebík (1990) uvádí, že i tloušťka stromu sama o sobě není přes den konstantní. Je to způsobeno tím, že vlivem transpirace dochází ke zmenšení nezdřevnatěných buněk posledního letokruhu – strom má tedy největší tloušťku ráno a dopoledne, poté se zvětšujícím výparem dochází ke snižování tloušťky. Pokud je nízká vzdušná vlhkost a vysoká míra slunečního záření je tento fenomén nejzřetelnější (Drápela, 1995).

### ***3.2.1.1 Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst***

Na tloušťkový přírůst dřevin (stejně jako výškový přírůst) má vliv mnoho faktorů, mohou jimi být např. vlastnosti druhu, kvalitativní ukazatele stanoviště, postavení stromu v porostu, klima a vliv biotických i abiotických činitelů (Šebík, 1990).

Světломilné, rychlerostoucí dřeviny (z jehličnanů např. borovice) mají zprvu tloušťkový přírůst velmi výrazný, později kulminuje a nakonec prudce klesá. Dřeviny snášenlivější k zastínění mají naproti tomu v počátku tloušťkový přírůst pomalejší, avšak tvá déle a ke kulminaci dochází později. Horší bonita samozřejmě znamená nižší přírůst (Drápela, 1995).

Důležité je také postavení jedinců v porostu – stromové třídy mohou mít nevýrazný výškový přírůst, avšak z hlediska tloušťky bude diference jasná. Při výzkumech, kdy byly vytyčeny stálé probírkové výzkumné plochy, které byly tvořeny přibližně shodně tloušťově vyspělými jedinci. na těchto plochách posléze probíhala úprava produkčního prostoru různými způsoby výchovného managementu, jež nakonec vedly k prokázání tohoto tvrzení. Při zvětšování rozestupu jedinců se tloušťkový přírůst zvyšoval, jen do určitého momentu, po dosažení této fáze již ke zvyšování přírůstu nedocházelo (Wiedemann, 1955 in Drápela, 1995; Šebík 1990, Drápela, 1995)

Světломilné druhy na uvolnění reagují zřetelněji nežli jedinci druhů stínomilných, např. jedle může přírůst zvýšit až o 20 % (Drápela, 1995).

Vliv změny ve výživě, působení abiotických či biotických faktorů, nečekaný nebo neobvyklý jev klimatu se promítnou do tloušťkového přírůstu stromu. Tímto způsobem vznikají tzv. chybějící nebo dvojité letokruhy, což způsobuje problémy a nejasnosti při dendrochronologických analýzách (Drápela, 1995).

Podle Šmelka (2000) na tloušťkový přírůst ze všech faktorů nejsilněji působí právě růstový prostor, a v návaznosti na něm hustota a velikost koruny.

### ***3.2.1.2 Rozložení tloušťkového přírůstu po délce kmene***

Pokud se pohybujeme v různých výškách kmene, pak tloušťkový přírůst změřený v těchto jednotlivých místech není stejný. Tento fenomén zkoumali v první polovině 20. století např. Guttenberg (1915, in Drápela, 1995) nebo Topcuoglu (1940, in Drápela, 1995). Oba pozorovali totéž pravidlo, a sice že tloušťkový přírůst směrem od paty stromu vzhůru se snižuje asi do 1/5 výšky kmene, odkud začne mít opět stoupající tendenci. Poloha tloušťkového minima je však značně variabilní a ovlivňována různými faktory jako jsou klima, sociologické postavení stromu v porostu a další (Drápela, 1995).

### ***3.2.1.3 Rozložení tloušťkového přírůstu po obvodu kmene***

Protože vzorky jsou obvykle brány v prsní výšce, je tloušťkový přírůst měřený po obvodu kmene z hlediska dendrochronologie významnější nežli tloušťkový přírůst měřený po délce kmene (výjimku tvoří úplné kmenové analýzy). Tloušťka kmene je v příčném řezu typicky nestálá, pročež zjištění konkrétního tloušťkového přírůstu se provádí určením takové průměrné hodnoty tloušťkového přírůstu, jež se jeví dostatečně charakteristická pro celý řez (Šmelko, 1982).

Na tloušťkový přírůst působí v největší míře zejména druh dřeviny, věk, tvar koruny, sociologické postavení stromu v porostu, podmínky pro růst, mezi které se řadí expozice, sklon terénu případně směr větru. Právě podmínky pro růst mají výrazný vliv,

avšak intenzita a povaha těchto charakteristik se podle různých výzkumů liší (Drápela, 1995).

Šmelko (1982) provedl podrobný výzkum vlivu jednotlivých složek na rozložení tloušťkového přírůstu a došel k závěru, že účinek konkrétního každého jednoho činitele nelze jasně stanovit. Zpravidla jde o kombinaci faktorů, typických dle lokálních podmínek. Šmelko (1982) doporučuje tloušťku změřit v různých směrech, a z hodnot udělat aritmetický průměr, díky čemuž se systematické odchylky na obvodu kmene eliminují.

## **2.2.2. Rozdělení a definice tloušťkových přírůstů**

### **3.2.2.1 Přírůst běžný**

„Rozdíl dvou hodnot růstové veličiny za určitý časový interval. Podle délky intervalu rozeznáváme: přírůst běžný roční, přírůst běžný periodický (pro danou krátkou periodu – zpravidla 5 nebo 10 let), p. b. úhrnný (pro celou délku intervalu od počátku růstu do stanoveného okamžiku). Zvláštním případem jsou okamžité přírůsty (pro velmi krátký časový interval  $t \rightarrow 0$ ) počítané jako první derivace růstové funkce dané růstové veličiny. Využívají se pro podrobná šetření (Simon a Vacek, 2008).

### **3.2.2.2 Přírůst běžný celkový**

„Objemový běžný přírůst vztahující se k hlavnímu i podružnému (probírkovému) porostu. Vypočítá se jako běžný přírůst pro daný časový interval zvětšený o součet objemu probírek do daného věku. Rozeznáváme přírůst běžný celkový periodický a přírůst běžný celkový roční“ (Simon a Vacek, 2008).

### **3.2.2.3 Přírůst průměrný**

„Přírůst vypočítaný jako podíl hodnoty veličiny v daném věku a počtu roků. Dělíme ho na přírůst průměrný roční (věkový), tj. hodnota veličiny od počátku růstu dělená celkovým počtem roků a na přírůst průměrný periodický, tj. běžný přírůst periodický dělený počtem roků periody. Zpravidla se používá k výpočtu běžného přírůstu celkového.“ (Simon a Vacek, 2008)

#### 3.2.2.4 Přírůst průměrný celkový

„Průměrný přírůst vztažený k hlavnímu i podružnému (probírkovému) porostu. Vypočítá se jako součet průměrného přírůstu hlavního porostu a průměrné probírky (podíl součtu všech probírek a příslušného věku)“ (Simon a Vacek, 2008).

### 2.3. Fenologie dřevin

Fenologie = věda zabývající se pozorováním a klasifikací jednotlivých fenologických fází, jejich začátkem a dobou jejich trvání (Kulhavý, 2009).

Fenologická fáze (fenofáze) je vývojová fáze rostliny, jež se každý rok opakuje a lze ji lehce morfologicky odlišit od jiných fází, které probíhají během jednoho vegetačního období. Fenologickou fází je například doba rašení pupenů, doba květu, doba tvorby plodu a další (Kulhavý, 2009).

První, kdo prováděl odborná fenologická pozorování na evropské floře (již mezi lety 1707-1778) byl známý botanik Carl von Linné – původem Švéd. Původně šlo o pozorování vlastností různých druhů rostlin, dnes však má fenologie mnohem širší přesah než jen jako součást biologie (Kulhavý, 2009).

V současné době u nás fungují i fenologické stanice v rámci sítě meteorologických stanic a k vývoji dochází zejména metodických postupech pozorování, záznamech dat a jejich zpracování (Boček, 2007).

Fenologie nemá za úkol jen popisovat jednotlivé růstově-vývojové fáze, ale je svázána s klimatologií a zkoumá vztahy mezi klimatem (jeho změnami a vývojem) a fenologickými reakcemi rostlin na jeho působení. Například v lesnictví nám pomáhá predikovat výskyt škůdců nebo určovat vhodné provenience. (Kulhavý, 2009) Významná je i jako indikátor změn přírodních podmínek a předpověď dopadu klimatických změn (alergie u lidí, délka růstových fází rostlin atd.) (Boček, 2007).

Kulhavý (2009) uvádí posloupnost fenologických fází takto: „Začátek rašení, olistování, otevírání pupenů, kvetení je možné tehdy, když teplota vzduchu a půdy překročí kritický bod, charakteristický pro každou fázi životního cyklu. Fenologické fáze v druhé polovině roku – zrání plodů, žloutnutí listů, opad listů jsou ovlivňovány všemi vnějšími faktory, které zpozdíují nebo urychlují procesy zrání a stárnutí, jako je radiace, teplota vzduchu, teplota půdy, vlhkostní režim, denní fotoperioda.“

Ve světě existuje celosvětová síť fenologických stanic pod záštitou programu Global Phenological Monitoring (GPM). v rámci tohoto programu byla v roce 2003 založena na pozemcích České zemědělské univerzity v Praze na Suchdole také jedna fenologická stanice. Je zde pozorováno 16 druhů dřevin a bylin z hlediska stupnice fenologických fází BBCH (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Federal Office of Plant Varieties, Chemical Industry), stupnice používané především v EU (Brant, 2012). Fenologická stupnice BBCH vychází ze Zadoksovy stupnice z roku 1967, dnes se doporučuje a je přizpůsobená pro jednoděložné i dvouděložné rostliny. Dělí fenofáze za základní (10 makrostádií) a sekundární (mikrostádia) (Boček, 2007).

Fenofáze se obecně dělí na vegetativní a generativní. Vegetativními jsou: pupen v zimním stavu, rašení (z 10 %), začátek olistování (z 10 %, 50 % a 100 %), plné olistění (dospělý list), žloutnutí listů (z 10 %), žloutnutí listů (ze 100 %), opad listů (z 10 %), opad listů (ze 100 %). Generativními fenofáze jsou: květní pupeny v zimním stavu, rašení květních pupenů (z 10 %), kvetení (z 10 %, 50 % a 100 %), odkvět (z 10 % a 100 %), tvorba plodů (šišek) (z 10 %, 50 % a 100 %), dozrání plodů (šišek) (ze 100%), opad plodů (šišek) (z 10 % a 100 %). pro jehličnany jsou fenofáze ovšem odlišné, zejména chybí fáze týkající se olistění, takže je jich méně. Opět je dělíme na vegetativní a generativní. Vegetativní se nazývají: počátek rašení, rašení z 1/2, konec rašení. Generativní fenofáze jehličnanů pak jsou: začátek rozvoje samčích šištic , konec rozvoje samčích šištic, začátek rozvoje samičích šištic, konec rozvoje samičích šištic, začátek sypání pylu, konec sypání pylu, vyvržení letorostů, dřevnatění šišek, otevírání šišek.

Doba nástupu a trvání jednotlivých fenologických fází je dána především druhem či odrudou rostliny (tzn. dědičnými vlastnostmi), vlivem podmínek daného roku, podmínkami lokality a dlouhodobými klimatickými změnami (tzn. vnějšími podmínkami) a pak také agrotechnikou (Boček, 2007).

## 2.4. Introdukované dřeviny

Nepůvodní dřeviny, jinak také introdukované, alochtonní, adventivní, hemerochozní nebo cizokrajné na našem území zabírají asi 1,5-2 % plochy. Nejčastěji k nám introdukovaný byl trnovník akát, ale také cizí druhy smrků (zvláště na územích poškozených imisemi, také ve městech), poměrně často pak také douglaska tisolistá, borovice černá, vejmutovka, dub červený (Musil a Hamerník, 2007). Největší podíl z hlediska lesnické praxe mají z introdukovaných dřeviny podle Musila a Hamerníka (2007) douglaska tisolistá (*Pseudotsuga mentiesii*), jedle obrovská (*Abies grandis*), dub červený (*Quercus rubra*) a ořešák černý (*Juglans nigra*).

Dnes je douglaska dokonce v našem právním řádu uvedena mezi melioračními a zpevňujícími dřevinami (Příloha č. 4, vyhláška č. 83/1996 Sb.). Meliorační dřevinou je douglaska především díky svému nižšímu potenciálu acidifikovat půdní prostředí, než má smrk ztepilý (*Picea abies*) (Podrázský a Remeš, 2008), na druhou stranu je však vyšší nežli u listnatých dřevin (Augusto et al., 2003). Douglaska tedy nezhoršuje půdní prostředí nadměrným způsobem a navíc s přihlédnutím k její růstové dynamice (Oliver a Larson, 1996) je i vhodnou dřevinou při zakládání porostů smíšené skladby (Bartoš a Kacálek, 2011).

Šindelář (2004) uvádí, že douglaska tisolistá i jedle obrovská jsou vhodnými dřevinami pro druhovou skladbu lesních porostů i v systémech ekologicky orientovaného lesního hospodářství. Jsou jedněmi ze dřevin, které ač jsou u nás nepůvodní, jsou ve směsi s našimi původními druhy schopny dobré přirozené obnovy.



### **2.4.1. Jedle obrovská (*Abies grandis*)**

Musil a Hamerník (2007) ji označují jako jednu z neproduktivnějších dřevin na západě Severní Ameriky a uvádí, že v západní a střední Evropě je úspěšně vysazována a má potenciál patřit i zde mezi druhy s největší produkcí.

Jedle obrovská se částečně pěstuje i v našich lesních porostech, kde by za správných podmínek mohla časem sloužit jako vhodná náhrada za naši domácí jedli bělokorou, která v posledních desetiletích ve velkém počtu odumírá (Roček, 1998) totéž popisují ve svých publikacích i Musil (2003), a Musil a Hamerník (2007).

#### **3.4.1.1 Popis**

Podle Ročka (1998) dosahuje tato rychlerostoucí dřevina ve svém domovském areálu běžně výšek kolem 50-60 metrů.

Vzhledem připomíná jedli ojíněnou, se kterou je blízce příbuzná, avšak oproti ní má jedle obrovská tmavě zelené, lesklé jehlice, které jsou dvoustranně rozložené do plochy s hřebenovitým charakterem (Roček, 1998).

Korunu má kuželovitou, později se mění na kopulovitou. Jehlice bočních větví jsou dlouhé, ve 2 řadách, u větví fertálních jsou kratší a nahloučené směrem nahoru (Musil, 2003; Musil a Hamerník, 2007).

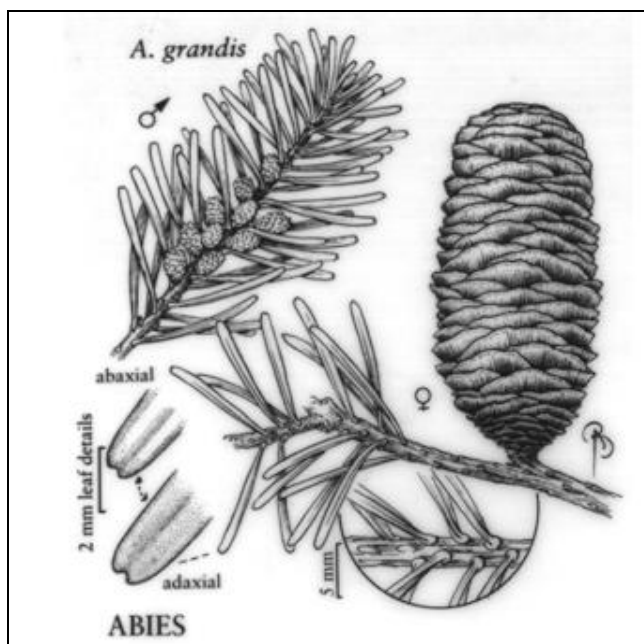
Kmen dospělých stromů je čistý, dlouhý, válcovitý. Pokud jedince náhle uvolníme, vytvoří hojné výmladky (Musil, 2003; Musil a Hamerník, 2007).

Na kůře mladých jedinců nalezneme pryskyřičné puchýřky (Musil, 2003; Musil a Hamerník, 2007).

Kořenový systém jedle obrovské jí umožňuje obývat mnoho typů stanovišť – je křivý, rozprostřený a sahá relativně hluboko. Díky tomu jej můžeme hledat na suchých půdách i exponovaných horských hřebenech. Pokud je stanoviště vlhké, strom utvoří namísto křivého kořenu řadu kořenů povrchových, bočních (Musil, 2003; Musil a Hamerník, 2007).

Šišky jsou žlutozelené, podpůrné šupiny nevyčnívají, dozrávají v srpnu až září, o měsíc déle se rozpadnou (Musil, 2003).

Semena dlouhá asi 9 mm (s křídlem asi 19mm dlouhým) si v přírodě zachovávají klíčivost (v přírodě do 50%) pouze do nejbližšího jara. (Musil a Hamerník, 2007) 1000ks vyčištěných semen váží 16-38g (Musil, 2003).



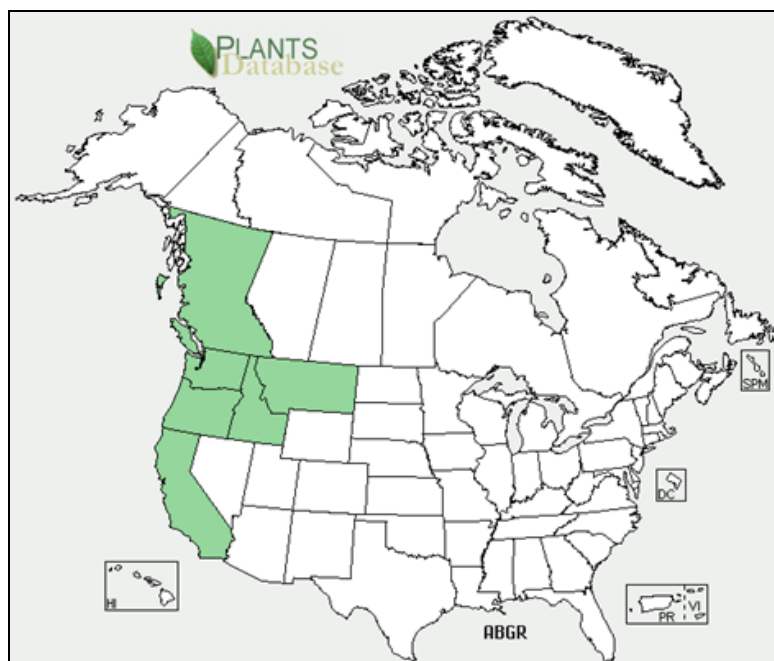
**Obrázek 2.** Letorost a šištice jedle obrovské (*Abies Grandis*); (*Abies grandis*2, 2016)

### 3.4.1.2 Rozšíření

Původem ze západní části Ameriky, kde tato rychlerostoucí dřevina je jednou z nejproduktivnějších, je jedle obrovská vysazována ve střední a západní Evropě, kde také dosahuje dobrého přírůstu (Musil, 2003).

Konkrétně se její původní areál rozléhá od severozápadní USA po jihozápadní okraje Kanady. Stanovišti, na nichž se jedle obrovská vyskytuje, jsou vlhké pobřežní lesy, říční údolí i horské svahy. Zeměpisně můžeme její rozšíření vyjádřit takto: 39°-51°severní šířky a 114°-125° západní délky (Musil a Hamerník, 2007).

Z pohledu nadmořské výšky se jedle obrovská vyskytuje v 0-1830 m n. m – na severozápadě při pobřeží ji najdeme 0-300 m n. m., na jihozápadě 0-1500 m n. m. a nejvyšších uvedených poloh její areál dosahuje ve vnitrozemí (Musil, 2003).



**Obrázek 3.** Původní areál rozšíření jedle obrovské (*Abies grandis*); (*Abies grandis*2, 2016)

### 3.4.1.3 Ekologie

Jedle obrovská se dožívá 250 i více let, v našich podmínkách asi je 60-70 let (Musil, 2003).

V původním areálu rozšíření kvete od konce března do poloviny května – ve vyšších polohách dále od pobřeží v červnu (Musil, 2003).

Jedle obrovská plodí zpravidla po 20. roce života., přičemž se Musil (2003) uvádí, že 40 šišek/1strom je velmi dobrá úroda.

Při pobřeží s Atlantským oceánem má téměř stejnou rychlost růstu jako douglaska tisolistá nebo borovice podhorská. v Anglii se jedle obrovská vyrovná (nebo dokonce předčí) smrk sitka, smrk ztepilý a douglasku tislostou, kdy může průměrný roční přírůst mít 18-20 m<sup>3</sup>/ha-1 (Musil, 2003).

Na stanovištích s vyšší vlhkostí je ostatním dřevinám největším konkurentem, obzvláště mladí jedinci mají velmi rychlý růst. Pokud jde o suchá stanoviště zde je díky své toleranci k zastínění ve spodní etáži, avšak když se porost přiblíží ke klimaxu, může snadno převzít dominantní postavení (, když jedinec dosáhne kořeny hladiny podzemní vody, jeho růst se výrazně zvýší) (Musil, 2003).

Jedle obrovská je dřevina odolávající hlubokým mrazům (při pokusech i  $-55^{\circ}\text{C}$  – při vhodné provenienci), avšak časně či pozdní mrazy mohou způsobit mrazové trhliny. v hustých mladých porostech je riziko zlomů nebo vývrátů kvůli mokrému těžkému sněhu. v původním rozšíření jedli obrovskou značně ohrožuje jádrová hniloba. Požárům díky silnější borce odolává lépe ve srovnání se smrkem ztepilým, ale hůře při srovnání s borovicí lesní. na rozdíl od douglasky tisolisté nebývá poškozována zimním vysycháním. Náchylná je k imisím, což ze člověka dělá jednoho ze dvou nejrizikovějších škodlivých činitelů v našich podmínkách, druhým je zvěř. (Musil, 2003)

Jak z textu výše vyplývá, jedli obrovské vyhovují dostatečně vlhké půdy – hluboké aluviální půdy podél toků, mírné horské svahy, i strže nebo rokliny (Musil a Hamerník, 2007). na mateční horninu nemá tento druh žádné specifické nároky. (Musil, 2003)

Jde o dřevinu velmi dobře tolerující zástin. Tolerantnější už je jen *Tsuga heterophylla* a *Thuja plicata*, tudíž klimaxovou dřevinou se jedle obrovská stává pouze na suchých stanovištích. Je to druh velmi přizpůsobivý jak k zástině, tak i klimatu – v průměru se teploty v oblastech jejího původního rozšíření pohybují mezi  $6-10^{\circ}\text{C}$  (v době vegetace  $14-19^{\circ}\text{C}$ , srážky kolísají mezi 360-510-2800 mm (povětšinou v zimě) (Musil, 2003).

Chmelař (1981) vyzdvihuje tuto dřevinu zejména díky odolnosti škůdcům a vysoké hmotnosti.

#### **3.4.1.4 Proměnlivost**

Z hlediska morfologie se jedle obrovská vylišuje na „zelenou pobřežní formu“ a na „šedou vnitrozemskou formu“ (ve vyšších polohách). Klimaticky máme 5 typů jedle obrovské, odlišených fyziologicky a ekologicky. v Evropě konané pokusy s proveniencemi ukázali, že pro Anglii jsou vhodnější pěstební typy z pobřežní provenience, kdežto pro kontinentální část Evropy jsou lepší stromy nepobřežní (Musil, 2003).

#### **3.4.1.5 Upotřebení**

Porostní zásoba je uváděna v domovině tohoto druhu ve 100 letech 470-1330 m<sup>3</sup>/ha-1, přičemž dozrává ve 200 letech (Musil, 2003).

Jedle obrovské poskytuje zejména vlákninu, řezivo či stavební dříví, a to přes riziko hniloby a nižších pevnostních vlastností. Jedle obrovské je také žádaná jako vánoční stromek nebo v sadovnictví. Introdukce do Evropy proběhla v roce 1831, v Čechách 1879 (Musil, 2003).

#### **3.4.1.6 *Abies Grandis* v Evropě a Čechách**

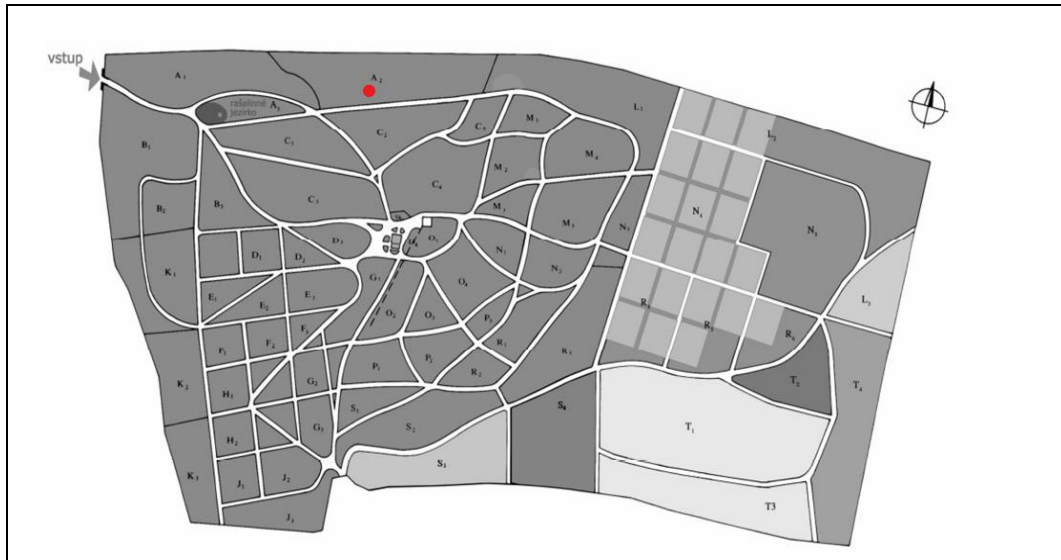
Roček, 1998, tvrdí, že poprvé byla do našich zeměpisných šířek dovezena v roce 1897 a postupně si zde nacházela své místo.

V Čechách byla výsadba uskutečněna např. ve Křtinách U Brna (ŠLP MZLU), v Arboretu Bukovina u Hrubé Skály nebo později na pozemích ŠLP ČZU v Kostelci nad Černými lesy.

Stromy u nás dosahují výšek v průměru 43-61 m, tloušťky v prsní výšce 1-1,5 m. Musil (2003) uvádí výšku 90 let starých jedinců na ŠLP Křtiny 38 m a d1,3 0,92 m. v podmínkách České republiky je tato introdukovaná dřevina velmi vitální a ve své podstatě netrpí žádnými místními kalamitními škůdci (Roček, 1998).

#### **3.4.1.7 *Abies grandis* v Arboretu v Kostelci n.Č.l.**

Jedle obrovská byla v Arboretu podle Bažanta (2014) vysazována celkem 3x; v roce 1958, 1970 a 1988. Dendrometr jsem osadila a fenologické fáze pozorovala na jedincích vysazených naposledy (v roce 1989), ti se nacházejí v oddělení Arboreta A2 (Bažant, 2014).



**Obrázek 4.** Schematický plán oddílů Arboreta v Kostelci s vyznačením pozorovaného jedince *Abies grandis* (červená tečka)

## **2.4.2. Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) ((MIRBEL) FRANCO)**

### **3.4.2.1 Popis**

Podobně jako předcházející dřevina i douglaska dorůstá ve své domovině výšek až kolem 60 metrů (Musil, 2003).

Co se kmene týče, douglasky jsou silné a pokryté tlustou korkovitou borkou. (Roček, 1998). Kmeny starých stromů (asi 80 roků a starší) bývají výrazně čisté (jsou tedy přirozeně vyvětvěné), dlouhé, válcovité. U mladších stromů je čištění od větví problematické. ve své domovině bývají douglasky mezi 70. a 80. rokem života od země zhruba 5 metrů čisté a bez větví, když se věk stromu blíží ke 100 letům, pak je to asi 10 metrů a celý oddenkový výřez se vyvětví nedříve ve 150 letech (Musil, 2003).

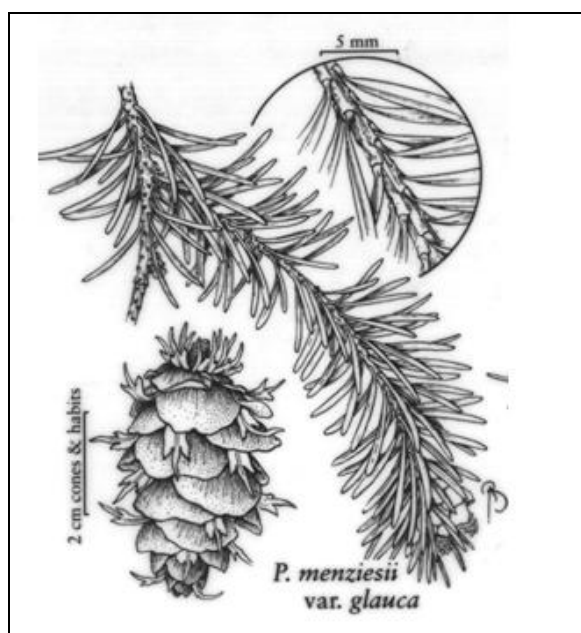
Koruna stromu je v mladším věku kuželovitá; ve stáří zaokrouhleného tvaru, nahoře se postupně stává až nepravidelně zploštělou.

Borka douglasky tisolisté je v mladém věku zpravidla hladká a mnohdy se na ní objevují drobné pryskyřičné puchýře. Staré stromy dorůstají do tloušťky průměrně 15-30 cm, ale i širší. na kůře můžeme typicky sledovat silné podélné hřebeny vynikající svou červenohnědou barvou, tyto hřebeny jsou pak zpravidla odděleny hlubokými, nepravidelnými prasklinami. (Musil, 2003)

U douglasky tisolisté se zpočátku vyvíjí kulový kořen, brzy ovšem začínají převládat silné boční, daleko sahající kořeny. Tyto kořeny slouží ke kvalitnímu ukotvení nadzemní část stromu. Velmi často můžeme pozorovat srůstání kořenů. Tvorbu kořenového systému ovlivňuje též půda, na které daný jedinec roste, proto na mělké půdě sledujeme plochý kořenový systém. Šíře půdorysu kořenového systému a nadzemní koruny se pohybuje přibližně v poměru 0,9 v porostu, hodnota mimo porost je asi 1,1 (Musil, 2003).

Jehlice jsou umístěny po celém obvodu větévky a odstávají od ní, obsahují vonné silice, díky nimž mají typickou citronovou vůni (Roček, 1998).

Šišky jsou specifické vyčnívajícími trojcípými podpůrnými šupinami, sama šiška je užší, vejcovitého tvaru (Roček, 1998).



**Obrázek 5.** Letorost a šištice douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*); (*Pseudotsuga menziesii*1, 2016)

#### 3.4.2.2 Rozšíření

Douglaska se vyskytuje v širokém přímořském pruhu podél východního pobřeží severní Ameriky od Kalifornie po Kanadu (Roček, 1998).

Rozšíření douglasky tisolisté zahrnuje pobřežní oblasti západu Severní Ameriky (tj. západní část Spojených států a jihozápadní část Kanady). Areál výskytu se táhne po pacifickém pobřeží z Kalifornie (z oblasti Yosemitekého národního parku, USA) v rozsahu asi 2200 km do střední části Britské Kolumbie (Kanada), severní limit se nachází na ostrově Vancouver. na východ sahá výskyt přibližně po nejvyšší hřebeny pohoří Kaskád a Sierra Nevady (USA) (Musil, 2003).

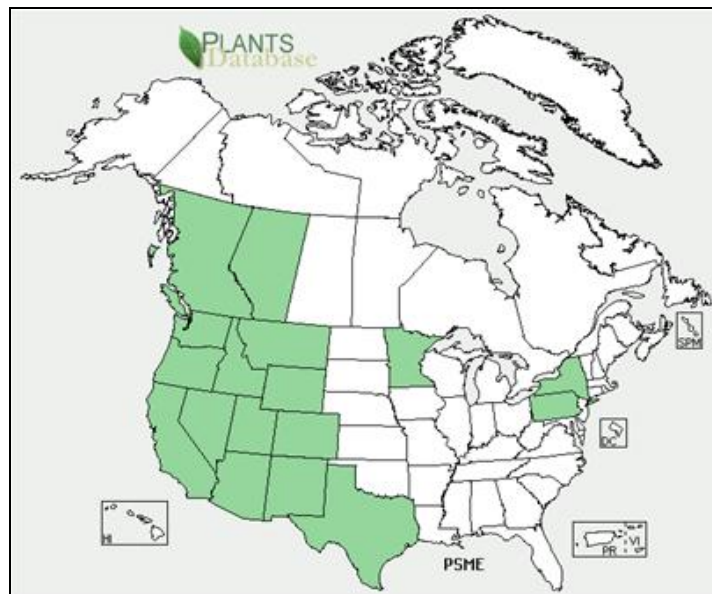
Ojediněle můžeme najít ostrůvky rozšíření i jižněji až v horách středního Mexika (Chmelař, 1981).

V přírodně, kde není výskyt narušen městskou zástavbou ani vysokohorskými hřebeny existuje mezi *P. menziesii* a *P. glauca* řada přechodů. „Vertikální rozložení. 0–1830(-2300) m n.m. S. část areálu: 0-760(-1250) m n.m.; j. část areálu: (240-)610-1830(-2300) m n.m.“ (Musil, 2003).



Tento americký taxon patří mezi nepůvodní dřevinné druhy, kterým se podařilo úspěšně introdukovat do mnoha lesů v oblasti mírného podnebného pásu, a to v celosvětovém kontextu. Jedná se o zástupce nejvýznamnějších severoamerických konifer (Musil, 2003).

Douglaska tisolistá je po sekvojích druhým nejvyšším americkým druhem stromu, což je důvod proč si vysloužila přezdívku „monarcha lesů Pacifického severozápadu.“ Přirozené prostředí pro růst této dřeviny poskytují západní pobřeží Severní Ameriky, svahy přilehlých horských pásem přivrácených k oceánu. Tento druh douglasky tak můžeme najít v oblastech jihozápadní Kanady a zároveň například v Kalifornii. Vhodné prostředí se nabízí rovněž v lesích střední a západní Evropy, včetně České republiky (Musil, 2003).



**Obrázek 6.** Původní areál rozšíření douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*); (*Pseudotsuga menziesii*2, 2016)

### 3.4.2.3 Ekologie

Přesto, že je světlomilnější než smrk ztepilý, tato rychlerostoucí dřevina náš původní druh v růstu nechává za sebou (Roček, 1998).

Tato dřevina se v mladším věku jeví poměrně tolerantní k zastínění, s dospíváním se ovšem stává na světlo středně náročná, z tohoto důvodu je při obnově možno použít clonnou seč (Musil, 2003) Douglasce vyhovují vlhčí hluboké půdy bukového pásma (Roček, 1998).

Douglaska tisolistá se dožívá vysokého stáří, v pralesích obecně 500-700(-1000 i více) let. Některé zdroje například Musil (2003) uvádí maximální napočítaný počet letokruhů je 1375; jiné popisují více než 1400 roků napočítaných na skáceném jedinci ve státě Washington (USA) (Musil, 2003).

Již asi od 25. roku věku douglaska tisolistá plodí. k větším úrodám nedochází v pravidelných intervalech. Tyto stromy rostou poměrně rychlým tempem, jsou schopné dosáhnout 3,6 až 4,4 m výšky během 10 let. Výškový přírůst kulminuje ve věku 20-30 roků; dochází ovšem k zachování i do 200 let (Musil, 2003).

Podle Dudíková (2009) v USA začíná douglaska plodit ve věku 12 – 15 let. ve Španělsku nejdříve v 15 letech (Broncano, Vilà, Boada (2005, in Dudíková, 2009). v ČR Musil et al. (1993) však později, zhruba ve 25 letech.

Nejpodstatnější hrozbu a zároveň důležitý ekologický prvek v oblasti přirozeného areálu představují požáry. ze škůdců, které douglasku tisolistou dále ohrožují, je nutné jmenovat kůrovce. Škodlivým činitelem jsou též sypavky poškozující jehlice, hniloby jádrového dřeva a poloparazitický keřík z čeledi ochmetovitých (*Arceuthobium douglasii*). Riziko v České republice pro douglasku představuje především zvěř, ta je nejzávažnějším), v praxi je jediným vážným biotickým škodlivým činitelem, snad jen sypavka skotská, která by v některých oblastech mohla být nebezpečím. Tato houba z rodu *Rhabdocline* pak může při mezních okolnostech napadnout celou kulturu. Mezi odolnější proveniencence pak řadíme ty ze západního sektoru areálu. na našem území byla zjištěna na douglasce tisolisté i sypavka douglasky švýcarské. Napadení těmito dvěma nemocemi můžeme předcházet správnou druhovou skladbou (smíšené porosty), vyhnout se pěstování ve směsi se smrkem a raději douglasku tisolistou kombinovat s bukem. Posledního biotického škůdcem pak představuje mšice korovnice douglasková z rodu *Gilletteella* (Musil, 2003).

Douglaska tisolistá vytváří v době svého mládí rozsáhlé, stejnověké porosty. Později jsou přirozené monokultury doplňovány náletem dalších druhů dřevin, které jsou k zastínění v porovnání s touto tolerantnější. na Pacifickém severozápadu to jsou tyto druhy: *Thuja plicata*, *Tsuga heterophylla*, *Picea sitchensis*, *Abies grandis*; náročnější na světlo jsou: *A. procera*, dub (*Quercus garryana*), či olše (*Alnus rubra*). v pohoří Sierra Nevada roste douglaska tisolistá především s *Abies concolor* a s *Pinus ponderosa*. v pobřežní části Kalifornie se vyskytuje s taxonem podobným dubu - *Lithocarpus densiflorus* - a především se sekvojí vždyzelenou *Sequoia sempervirens*. v severní části areálu můžeme pozorovat téměř čisté porosty douglasky tisolisté, které zde vznikají na úkor jiných dřevin. na vině vzniku těchto porostů jsou požáry (Musil,2003).

Půdy snáší douglaska tisolistá rozmanité. Nejlépe se jí daří na hlubokých hlinitých půdách, které obsahují velké množství živin a zároveň jsou dobře propustné a provzdušněné. Ideální kyselost je 5 až 6 pH. Douglaska tisolistá rovněž dobře prospívá na půdě s hojnou vláhou (půdní i atmosférickou) (Musil, 2003).

Douglaska tisolistá vynikají jednak silná borkou v dolní části starších kmenů a na hlavních kořenech a rovněž schopností vytvářet adventivní kořeny a právě díky těmto adaptacím je schopná přežít i požáry, které jiné dřeviny zlikvidují. Požáry tak chrání douglasku tisolistou před nahrazením jinými dřevinami, jak se tomu děje například v oblasti pobřežních mlh. Zde ustupuje douglaska tisolistá vitálnější sitce a jedlovcí západnímu (Musil, 2003).

Přímořské klima pobřežní část areálu se vyznačuje mírnou, vlhkou zimou, léta jsou zde chladná a relativně suchá, s malým kolísáním teplot a s krátkým, mrazivým obdobím. Většina srážek probíhá v zimních měsících. Klima v Kaskádovém pohoří je v porovnání s pobřežím drsnější (Musil, 2003).

Na chudém stanovišti Musil (2003) uvádí produkci 7 m<sup>3</sup>/ha, pokud jsou ale stanovištní podmínky výborné, může to být i m<sup>3</sup>/ha. Obmýtí je mezi 50-80 lety.

#### **3.4.2.4 Proměnlivost**

Výškou se douglasky tisolisté řadí mezi vysoké až velmi vysoké stromy. Musil ( 2003) ve své práci uvádí, že výška dosahuje „v pralesích 55-76(-100) m, d1,3 (1,2-)1,5-1,8(-3,05) m.“ Jako nejvyšší jedinec je v současné době uváděn strom s výškou 100,5 m., s d1,3 1,82 m. Výjimečné zaznamenané případy z počátku 20. století ze státu Washington (US) jsou popisovány výškou 117,3-120,4 m - a d1,3 až 4,6 m.

Introdukovaná douglaska tisolistá je nejvyšší strom Skotska a Britských ostrovů - 64,6 m při d1,3 1,32 m - a nejspíše jde o v současné době i nejvyšší dřevinu celého evropského kontinentu. Také v Německu je nejvyšší dřevinou, kde jedinec tohoto druhu dosahuje výšky 59,9 m. Douglaska je státní dřevinou v americkém Oregonu (Musil, 2003).

Taxon je vlivem poměrně velkého areálu velice kolísavý ve směru horizontálním i vertikálním. Vysloveně přímořské provenience rostou nejlépe, zároveň jsou ale nadměru citlivé; v zimním období dochází k vysýchání a vytranspirování jehlic. Problém je způsoben neschopností rostlin omezit výdej vody v době, kdy je půda promrzlá, v důsledku čehož trpí tzv. fyziologickým suchem. Tento jev je doprovázen transpirací pletiva jehlic, k němuž dochází i za slunných zimních dnů a které probíhá až do jejich vyschnutí a odumření. s příchodem jara jehlice, které jsou sice zelené, ale již mrtvé, zčervenají a opadnou (Musil, 2003).

U druhu *Pseudotsuga menziesii* rozlišujeme dvě variety – var. *menziesii* a var. *glauca* (Mayr) Franco, někdy jsou tyto variety uváděny jako samostatné druhy (Dudíková, 2009).

#### **3.4.2.5 Upotřebení**

Dřevo těchto stromů se používá jako užitková surovina a největší uplatnění má v oceánicky laděných oblastech (Musil, 2003).

Douglaska tisolistá patří možnostmi svého upotřebení mezi užitkové dříví všeho druhu. Dřevozpracující průmysl u nás tento taxon vzhledem k menšímu disponibilnímu množství v porovnání s jinými dřevinami využívá méně. v sadovnictví jde však o velmi ceněný taxon, především ke svým dekorativním účelům. v oblasti svého areálu je tato dřevina pěstována hojně i na plantážích vánočních stromků, s rotací 4-7 roků.

k dosažení žádaného tvaru jsou každoročně zastřihávány výhonky stromků. Určitou nevýhodou douglasky tisolisté mohou představovat její příliš tenké letorosty (Musil, 2003).

Chmelař (1981) jí ve své práci předpovídá budoucnost jako vánočnímu stromku, k ozeleňování měst, využití také popisuje u převislého a zakrslého kultivaru, který se hojně uplatňuje v okrasném zahradnictví.

#### **3.4.2.6 *Pseudotsuga menziesii* v Evropě a Čechách**

První introdukce v Evropě proběhla v roce 1827, na území Čech poté o 15 let později (Chudenice, 1842) (Musil, 2003).

Díky svému rychlému růstu a kvalitnímu dřevu je (zejména ve střední a západní) Evropě vysazována poměrně hojně. v Arboretu běžně plodí i zmlazuje (Roček, s. 48-49, 1998).

Douglaska tisolistá je nejlépe osvědčeným nepůvodním jehličnanem, což je důvod, proč je nejčastěji pěstována i v podmínkách České republiky (Musil, 2003).

V České republice byla vysazena na ploše asi čtyř tisíc hektarů, tj. 0,2 % rozlohy našich lesů. v této oblasti nejlépe prosperují stromy pocházející ze západních svahů amerického státu Washington (Musil, 2003).

Na našem území je nyní 9 provenienčních ploch, založených od 1959-1991 s počtem jedinců od 6-25 kusů.

Podle Richardsona a Rejmánka (2004), in Dudíková, (2009); Broncano, Vilà, Boada (2005), in Dudíková, (2009) je douglaska známa jako invazní již v Argentině, Chile, Rakousku, Bulharsku, ve Velké Británii a ve Španělsku. Kromě ČR je douglaska naturalizovaná ještě v Německu, Irsku, na Novém Zélandu a v USA ve státě New York. (Dudíková, 2009) U nás však. Dudíková, (2009) invazní potenciál douglasky nepotvrdila.

Douglaska tisolistá je druhem s vysokou snášenlivostí různých vlivů, což demonstuje její široký areál původního rozšíření. Současné právní předpisy těchto vlastností využívají právní předpisy ČR a umožňují, aby ve vhodných hospodářských souborech douglaska byla pěstována, avšak nikoli jako dominantní dřevina nebo v monokulturách, ale jako příměs vyšší druhovou biodiverzitu (Šindelář, Beran 2004).

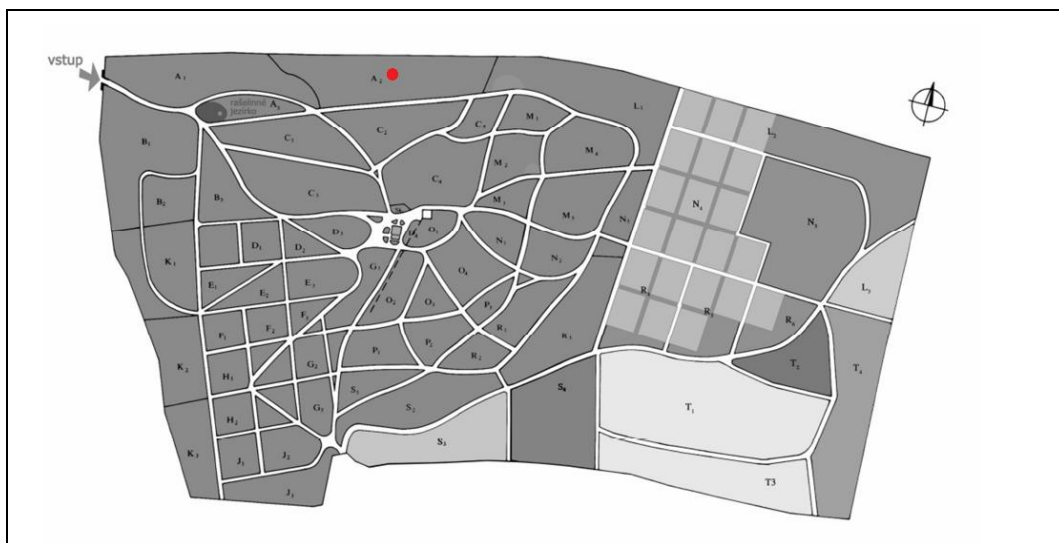
V České republice je v současné době evidována douglaska tisolistá na 440 ha, což činí 0,17% lesní půdy (Kantor,Bušina,Knott, 2010).

Kantor,Bušina, Knott (2010) cituje řadu studií, příspěvků z konferencí, výzkumů a disertační práce, jež se zabývají pěstováním douglasky tisolisté v Evropských podmínkách a vyzdvihuje její meliorační kvality v souvislosti s dopadem na půdu, vysokou ekologickou stabilitou, včetně jejich vloh pro tvorbu kvalitních smíšených porostů s našimi původními druhy.

Přitom mimořádně zajímavé, podnětné a významné je zjištění, že všechny výše citované studie prakticky bez výjimky hodnotí douglasku tisolistou jako dřevinu s mimořádným produkčním potenciálem, s příznivými melioračními dopady na půdní prostředí, s vysokou ekologickou stabilitou i schopností vytvářet perspektivní smíšené porosty s domácími dřevinami. Kantor; Bušina a Knott ( 2010) uvádí mnoho konferencí, studií a diz. práce, které se douglaskou zabývají.

### 3.4.2.7 *Pseudotsuga menziesii* v Arboretu v Kostelci n.Č.l.

Douglasku tisolistou na území Arboreta najdeme na několika místech, nejstarší byly vysazeny v letech 1955-1956. Jedinci, které jsem posuzovala já byly vysazeni v roce 1989 v oddělení Arboreta A2 (Bažant, 2014).



**Obrázek 7.** Schematický plán oddílů Arboreta v Kostelci s vyznačením pozorovaného jedince *Pseudotsuga menziesii* (červená tečka)

### 2.4.3. Smrk sitka (*Picea sitchensis*)

Smrk sitka je smrkem, jež dosahuje největších rozměrů ze všech smrků. To z něj dělá produkčně velmi důležitou dřevinu v jeho domovině - tou je severozápadní pobřeží s Ameriky. Je dokonce národním stromem Aljašky, kde díky vlhkosti přicházející z Atlantského oceánu má dobré podmínky pro přírůst. Spolu s jedlovcem západním (*Tsuga heterophylla*) tvoří jedny z nejproduktivnějších porostů severní Ameriky. v Evropě najdeme oblasti, kde tato dřevina dokonce nahrazuje smrk ztepilý (např. západ Velké Británie a Irsko, což jsou oblasti bohaté na srážky) (Musil, 2003).

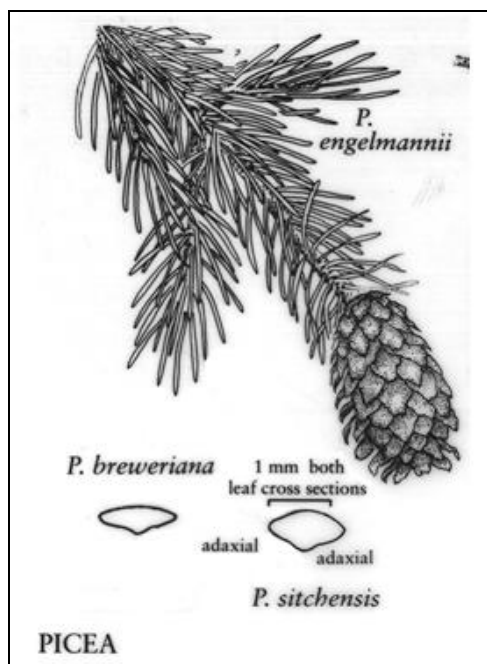
#### 3.4.3.1 Popis

Smrk sitka dorůstá průměrně výšky 30-50 m a v prsní výšce (1,3 m nad zemí) dosahuje obvodu 0,8-2 m.

V příznivých podmínkách může dosáhnout věku 700-800 let.

Kořenový systém smrku sitka je plochý, zasahuje maximálně do mocnosti 2 m. Boční kořeny se vyvíjí se velmi rychle (rostou 42-167 cm/rok) a jejich délka je až 23 m. (V zaplavovaných oblastech byly zaznamenány i adventivní kořeny). Chmelař (1981) upozorňuje na náchylnost smrku sitka k vývratům.

Šišky smrku sitka jsou měkké a slámovité, semena malá (463.000 ks/kg-1), dobrá úroda bývá 1x/3-5 let v jižních oblastech, na severu po 5-8 letech. Solitérní jedinci plodí již po 20. roku, jedinci v porostu asi po 40. roce života. Výškový přírůst není zpočátku rychlý, avšak zrychluje se časem (Musil, 20013).



**Obrázek 8.** Letorost a šištice smrku sitka (*Picea sitchensis*); (*Picea sitchensis*1, 2016)

### 3.4.3.2 Rozšíření

Jak již bylo několikrát zmíněno, smrk sitka je původním druhem severní Ameriky, kde se konkrétně vyskytuje na pobřeží Atlantského oceánu, od jižní Aljašky po severní Kalifornii, tento pruh má šířku asi 100-200 km. z pohledu nadmořských výšek jej nalezneme v 0-910 m n. mořem. Vertikální rozložení se liší dle konkrétní oblasti - na Aljašce má výskyt až po horní hranici lesa (300-900 m n.m.), avšak jižněji kde je horní hranice lesa výše, vegetační doba kratší a dosah mořského vzduchu a mlh je také menší již srk sitka nehledejme (Musil, 2003).





**Obrázek 9.** Původní areál rozšíření smrku sitka (*Picea sitchensis*); (*Picea sitchensis*2, 2016)

### 3.4.3.3 Ekologie

Poškození porostů smrku sitka v přirozeném areálu rozšíření tohoto druhu je nejčastěji způsobováno polomy a vývraty. z hmyzích škůdců je to brouk smolák (*Pissodes sp.*) a kůrovci rodu *Dendroctonus*, z hub jde o václavku (*Armillaria*) a kořenovník (*Heterobasidion*), v přirozeném areálu je pak běžné i poškozování Losem, medvědem a jelenem. Všechna tato rizika směrem ze severu na jih narůstají (Musil, 2003). Zvěř, díky pichlavému jehličí není pro smrk sitka hrozbou (Chmelař, 1981).

Nároky tohoto druhu na světlo jsou nižší než u douglasky (avšak vyšší než-li u tsugy se kterou přirozeně vytváří porosty, proto zpravidla sitka v těchto porostech zmlazuje “nárazově”) (Musil, 2003).

Pokud jde o klima sitce vyhovuje vlhký přímořský vzduch v oblastech, kde zimy jsou mírné a léta chladnější, srážky dostatečné (635-5615 mm) - zejména déšť, ale i typické letní mlhy (Musil, 2003).

Půdní podmínky vhodné pro smrk sitka jsou hluboké, vlhké a dobře provzdušněné půdy, na podložích bohatých na Ca, Mg, P, ale v zásadě mu vyhovují různé půdní druhy na široké škále hornin. Často jej nalezneme podél vodních toků v aluviích, avšak zaplavení nesnáší, ani kyselé písčité či hrubě zrnité půdy mu nedělají problém, stejně jako půdy, v nichž se hromadí organický materiál. na nevyvinutých půdách je dokonce pionýrskou dřevinou a písčitých dunách může doprovázet borovici.

Porosty tvoří buď s jedlovcem západním (*Tsuga heterophylla*) nebo samostatně. Doprovodnými dřevinami jsou nejružnější druhy jehličnanů jako douglaska (*Pseudotsuga*), cypřišky (*Chamaedrys*), různé druhy borovic (*Pinus*) apod., z listnáčů to pak může být topol (*Populus*), javor (*Acer*) či olše (*Alnus*) (Musil, 2003).

#### **3.4.3.4 Proměnlivost**

Různost znaků se mění se zeměpisnou šířkou i nadmořskou výškou. (Sitka je jedním z jehličnanů, jež mají tendenci tvořit větve mezi přesleny - tzv. epikormní větve. Tvorba těchto výhonů je častá po probírkách) (Musil, 2003).

Vegetativním rozmnožování ať už hříženci nebo řízky je možné, úspěšnost je různá (Musil, 2003).

#### **3.4.3.5 Upotřebení**

Výhodnými vlastnostmi dřeva smrku sitka je vysoký poměr pevnost/hmotnost. Je proto velmi dobře upotřebitelný jako rezonanční dříví. Díky těmto vlastnostem je kromě běžných způsobů zpracování žádán i pro účely výroby vesel, stožárů, či se z něj vyrábí konstrukce lehkých letadel atd) (Musil, 2003). v sadovnictví se nepoužívá (Chmelař, 1981)

#### **3.4.3.6 *Picea sitchensis* v Evropě a Čechách**

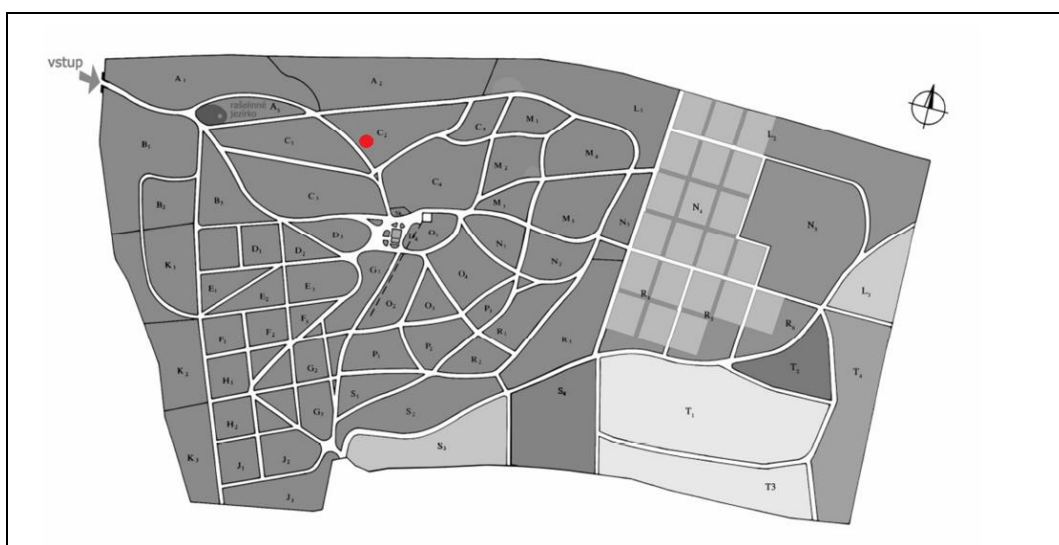
Podle Svobody (1976) byl vysazen v Evropě poprvé v roce 1831 a v Čechách v roce 1910.

Velmi vážený je i jako rychlerostoucí dřevina, dokonce mimo původní areál rozšíření. Po skončení druhé světové války začal být smrk sitka vysazován ve Velké Británii v takové míře, že během 20 let zaujímal 20% lesní plochy. Spolu se smrkem ztepilým to bylo 28% a ve Wallesu dokonce 48%, v Irsku počátkem 70. let 65 % výměry lesa semenného. k nejvysazovanějším druhům patří také na Islandu.

Chmelař (1981) uvádí, že v Evropě byly po několik desetiletí snahy o zavedení sitky (ve své domovině tak prosperující) do našich podmínek, avšak zejména kvůli nevhodně zvoleným stanovištím (chudé písčité půdy), byly tyto snahy neúspěšné.

### 3.4.3.7 *Picea sitchensis* v Arboretu v Kostelci n.Č.l.

Bažant (2014) v seznamu druhů Arboreta datuje výsadbu smrku sitka v oddělení C2 do roku 1985. Smrk sitka najdeme v Arboretu i jinde, to jsou jedinci z 50. let minulého století.



**Obrázek 10.** Schematický plán oddílů Arboreta v Kostelci s vyznačením pozorovaného jedince *Picea sitchensis* (červená tečka)

## 2.5. Dendrochronologie

Dendrochronologie je vědeckou disciplínou, jež získává a vyhodnocuje data, díky nimž můžeme rozebrat a vyhodnocovat dynamiku vývoje jedince nebo celého porostu (Uzel, 2012).

Za vznikem tohoto oboru stojí Andrew Elliott Douglas (Sheppard, 2010) Původně se zabývala především archeologií a historií, později se začala uplatňovat i při zkoumání vývoje podnebí a reliéfu Země. (Schweingruber, 1996, in Uzel 2012) v současnosti se dendrochronologie využívá pro širokou škálu vědních oborů, jako například hydrologie, ekologie, geobotanika a další. Propojením s těmito různými obory vzniklo mnoho podoborů dendrologie, jako jsou například dendroklimatologie (Sheppard, 2010), dendrohydrologie, dendroarcheologie (Drápela a Zach, 1995),

dendroekologie (Schweingruber, 1996, Uzel 2012), dendrogeomorfologie (Tremel, 2007) a v neposlední řadě dendroglaciologie (Schweingruber, 1996, Uzel 2012).

Základem dendrochronologie je analýza letokruhů, o nichž víme přesně, kterého roku vznikly a můžeme je objektivně porovnávat s daty, výsledky a informacemi z ostatních zdrojů, jakými mohou být meteostanice, kroniky apod. Potřebujeme mít stanoven cíl naší práce, abychom se mohli zaměřit na konkrétní údaje, jež nám letokruhy poskytují a následně si mohli správně a biobjektivně odpovědět na položenou otázku. (Uzel 2012)

Uzel (2012) cituje Fritts (1966), jež uvádí, že hlavní vliv na letokruh mají věk, klima a disturbance (biotická, tak abiotická).

Dendrochronologie je výhodná (ve srovnání s jinými metodami) především díky dlouhodobému záznamu - měří strom vlastně od počátku jeho růstu a umožňuje nám zjistit podmínky růstu jedince. (Uzel, 2012)

### **2.5.1. Dendroekologie**

Dendroekologií nazýváme vědu, která pro studium ekologie užívá metody dendrochronologie. Oblíbená je pro studium narušení společenstev a dynamiky porostů, protože např. ve srovnání s dendrometrickými postupy (Míchal, 1983, in Uzel 2012) poskytuje detailní doklady o ročním tloušťkovém přírůstu dřeviny, spolehlivě přesně pro každý jeden rok. (Uzel, 2012)

### **2.5.2. Pravidla pro sběr dendrochronologických vzorků**

Důležité pro sběr dat, je vybrat dostatečně reprezentativní lokalitu, pokud měření a výzkum provádíme pro celou oblast nebo porost, samozřejmě musí být odebrán i dostačující počet vzorků (raději více, než méně). (Uzel, 2012)

Vývrty provádíme po vrstevnici, jinak hrozí riziko ovlivnění výsledku tlakovým dřevem (Rybníček et al, 2010, in Uzel 2012) a obvykle v prsní výšce, tak abychom se vyhnuly kořenovým náběhům (Fraver et al, 2007, Uzel 2012).

Vývrty jsou vzorky odebírané Presslerovým lesnickým přírůstoměrem (nebozezem). Presslerův nebozez je přístroj, který invazním způsobem zjišťuje přírůst nebo hnilobu ve dřevě (vývrt = váleček o pr. 0,5 cm). Vývrt se provádí kolmo k jádru tak, aby vzorek obsahoval i dřeň.

Pro zjištění věku stromu pak samozřejmě nesmíme zapomenout přičíst věk stromu, před dosažením výšky 1,3 m. Svoboda a Zenáhlíková, (2009) to provádějí jednoduchým způsobem - vyhledají v lokalitě úrovňový stromek výšky 1,3 m a spočtením přeslenů určí jeho věk, ten pak přičítají k věku stromů měřených a hodnocených od výšky 1,3m.

## 2.6. Dendrometr – snímač tloušťkového přírůstu EMS DRL26A

Přístroj DRL26A je navržen pro dlouhodobé měření a záznam změn průměru kmene pomocí nerezového pásku, který je umístěn okolo kmene. Kolísání délky je měřeno pomocí sensoru rotační polohy, přičemž jsou data ukládána do paměti v pravidelném intervalu (viz. Tabulka 2). Lze měřit a zaznamenávat i vnitřní teplotu elektronické části snímače (Kučera, 2015).

Snímač je ke kmeni upevněn pouze touto nerezovou páskou, což je velmi šetrné, kmen není poškozován zevně ani vnitřně.

Čidlo je vyrobeno z plastu odolného UV záření, kovové části jsou vyrobeny z nerezové oceli nebo z eloxovaného hliníku. Vnitřní prostor pro elektroniku je vodotěsný (Kučera, 2015).

Přístroj je čidlo pro dlouhodobé přesné sledování změn v průměru kmene stromu u jedinců s průměrem kmene větším než 8 cm v průměru. Mezi jeho hlavní výhody patří neinvazivní způsob upevnění senzoru a snímání dat bez potřeby údržby, nízká energetická náročnost, přesnost, snadné získávání dat z přístroje (infraport) během průběhu měření (není třeba jej sejmout z kmene) a také kapacita a výdrž baterie (až 5 let). Získáme z něj informace o růstu, o vodním režimu, mrznutí, toku mízy a další (Kučera, 2015).

**Tabulka 2. Specifikace přístroje DRL26A**

Rozlišení	Méně než 1 mikrometr
Přesnost měření jednotky sběru dat	+/- 1%
Provozní rozmezí:	
- Teplota	-30 až +60 °C

- Vlhkost	0 až 100%
Přesnost teplotního čidla	+/- 0,3 deg. C
Jednotka sběru dat:	
Kapacita paměti	normálně 50,000 hodnot
Interval měření	10 minut/24 hodin
Průměrný interval ukládání	10 minut/24 hodin
Přesnost vnitřních hodin (-10 až 40°C)	+/- 1 minuta za měsíc
Životnost baterie	Lithium LS14250CN 3,6 v ; 1000 mAh
- Pokud je měření zastaveno a přístroj běží naprázdno	Cca 5,5 roku
- Při měření každou hodinu	Cca 5 let
Při měření každých 10 minut	3 roky
Velikost	100*70*100 mm
Váha (včetně baterie)	Cca 350g

### 2.6.1. Komunikace mezi snímačem dat a softwarem pro jejich zpracování

Komunikace probíhá pomocí infračerveného (IR) spojení - IrDA/USB kabelem. Ten se skládá ze silného magnetu a infračerveným vysílačem na jedné straně a USB přípojkou na straně druhé. Magnetická hlava kabelu má 2 LED diody indikující proces komunikace. Červená dioda indikuje signál přicházející z počítače, zelená LED dioda sleduje signál, který přichází z dataloggeru. Vzhledem k tomu, že elektronika dataloggeru je po většinu času mezi následující měření v klidovém režimu (spánku), je třeba ji aktivovat magnetickou hlavou. Magnetické pole zapíná jazýčkový kontakt nacházející se v blízkosti IR přístupového bodu, systém se probudí na 30 sekund a čeká na komunikaci (Kučera, 2015).

### **3.6.1.1 Zpracování dat**

V manuálu přístroje, zpracovaném Kučerou (2015) je zdůrazněno, že EMS Mini32 je software určený nejen pro nastavení dendrometru, ale také pro manipulaci s daty a jejich zpracování.

Mini32 software umožňuje širokou škálu datových operací, například:

- spojení se soubory se stejnou konfigurací pocházející z různých časových období
- výpočet průměrné hodnoty různých časových intervalech (hodiny, dny)
- vykreslení grafu vybrané proměnné v čase s možností snadného smazání irelevantní hodnoty
- export dat do textu, Excelu nebo do formátu Lotus
- export grafů do „.bmp“ formátu
- tisk grafů
- základní statistická analýza
- regresní analýza dat
- uživatelem definovaný výpočet

### **3.6.1.2 Kapacita paměti**

Maximální počet dní měření uložených v paměti můžeme snadno odhadnout podle vzorce  $N = 50000 / (n * k)$ , kde  $n$  = počet průměrných hodnot během jednoho dne  
 $k$  = počet používaných kanálů

Příklad: Kmenové přírůst a teplotní hodnoty ukládané do paměti každou hodinu zaplní paměť po 2,9 letech.

(Kučera, 2015)

### **3.6.1.3 Údržba**

Přístroj nevyžaduje žádnou speciální údržbu, jen je důležité nepohybovat se snímačem během sběru dat.

### 3. Metodika

#### 3.1. Meteostanice

Meteorologická stanice přímo na území Arboreta byla zřízena 1.1.2013. Meteostanice získává údaje o veličinách jako např. teplota (v 1 m a ve 2 m nad zemí a v půdě), průměrné denní teploty (v 1 m, ve 2 m a v 0,3 m nad zemí) , vlhkost, napětí, srážky atd. Data stanice měří a zaznamenává 1x/hod. Informace o teplotě byli získány z dendrometru, takže z meteostanice pro nás byla důležitá zejména vlhkost půdy.



*Obrázek 11. Meteostanice v areálu Arboreta v Kostelci*

#### 3.2. Fenologické fáze

Pozorování fenofází probíhalo v roce 2014. od začátku sezóny jsem každý týden navštívila Arboretum, kde jsem na pozorovaných dřevinách detekovala, která fenofáze právě probíhá, zapsala do tabulky k tomu určené a případně i vyfotila. Fenologické fáze jsem zaznamenávala od dubna, kdy nastal začátek rašení přibližně do konce května, kdy se začal sypat pyl.



### 3.3. Osazení automatických dendrometrů

#### 3.3.1. Instalace snímače dat

Dendrometr (snímač dat) jsem instalovala 25.3.2014 spolu s vedoucím své bakalářské práce Ing. Václavem Bažantem, Ph.D. a konzultantem Ing. Janem Vítámvásem, Ph.D. za dodržení těchto podmínek:



*Obrázek 12. Instalace dendrometru ve výčetní výšce 1,3 m*

- dendrometr byl umístěn do výšky 1,3m nad zemí
- před instalací byl očištěn povrch kmene, tak aby nedošlo k žádnému poškození kmene, pouze zevně lehce kartáčem
- nerezová páska, která drží dendrometr na kmeni a umožňuje zaznamenávat změny tloušťky, se nesmí při instalaci ohýbat, vrásnit...
- dendrometr jsme instalovali s orientací na sever, kde nejsou tak velké výkyvy teplot jako na jižní straně a data jsou díky tomu objektivnější

Samotnou instalaci přístroje lze shrnout v 9 ti bodech

1. Nejprve si připravíme pásku. z cívky odstříhneme asi o 25 cm více než je obvod kmene,
2. na jednom konci pásek přeložíme a zachytíme jej za za kolík na dendrometru.
3. Pásku obtočíme kolem kmene.
4. Pásku obtočíme dále kolem přístroje a protáhneme pod držící tyčinku.
5. Poté uchopíme hlavu přístroje a otočíme jí protisměru hodinových ručiček, čímž se páska utáhne (mělo by to být o minimálně 5mm).
6. Konec pásky přeložíme přes držící tyčinku a zafixujeme jí tak.
7. Přesvědčíme se, že páska je dostatečně utažená a stupnice je ve správné poloze.
8. Pomocí IrDA/USB kabelu navážeme spojení mezi snímačem dat a softwarem EMS Mini32.
9. Pomocí programu nastavíme dendrometr.

Dendrometr nemá vypínač, zapne se po spuštění softwaru Mini32, propojení snímače dat a softwaru a jejich nastavení.



**Obrázek 13.** Instalovaný snímač da DRL26A

### 3.3.2. Infračervená komunikace (IR)

#### *Aktivace spojení*

Aktivaci IR spojení jsme museli provést před tím, než jsme zvolili v softwaru „Download“, „Data“ nebo „Configuration“. Spojení se pak udržuje až do ukončení programu. ke ztrátě spojení by také došlo, pokud bychom paprsek přerušili na déle než 30 sekund. k tomu by mohlo dojít v zásadě dvěma způsoby:

1) překážkou mezi snímačem dat a magnetickou hlavou kabelu

2) příliš velkou vzdáleností mezi snímačem dat a magnetickou hlavou kabelu. Správná poloha je označena štítkem „IrDA“ na snímači, avšak IR spojení by mělo fungovat i na vzdálenost několika centimetrů. (Výrobce dokonce uvádí, že pracovní vzdálenost může být až 60 cm při vychýlení 45° ve všech směrech od optické osy. Optická osa infračerveného vysílače vede kolmo k ose snímače cca 1 cm nad štítkem „IrDA“.



**Obrázek 14.** Aktivace infračerveného spojení a nastavení dendrometru

### 3.3.3. Nastavení snímače dat v softwaru

Postup nastavení snímače dat v programu EMS Mini32 je opět záležitost několika málo úkonů:

1. Program je samozřejmě nutno stáhnout a instalovat. Software je dodáván jako součást dendrometru a je také volně ke stažení na stránkách výrobce (EMS Brno).
2. Po instalaci a spuštění programu nastavíme interval měření snímače dat a dvoumístný kód přístroje. (Pod tímto kódem se pak ukládají data)
3. Stiskneme volbu „Configuration“,
4. aktivujeme IR spojení,
5. nyní nastavíme interval měření, popis stromu, můžeme vypnout nebo zapnout snímání dat a další.
6. Tlačítkem „Put“ odešleme zadané nastavení do snímače dat.

Zde končí základní nastavení přístroje, dále volbou „More“ (pod „Configuration“) můžeme zadat pokročilé nastavení jako je např.

- restart snímače dat (smaže se paměť nastavení, získáme výchozí hodnoty)
- „RAM clear“ – maže paměť, používá se, pokud je paměť plná nebo jsou zaznamenaná data nesmyslná nebo zavádějící (například, pokud umístíme přístroj na nové místo).
- „HCM“ – kopie paměti. Tato volba ukládá celou paměť do souboru. Používá se, pokud nastane problém s převodem dat po jejich stažení (zejména po poškození struktury dat vinou vnějších faktorů). v takové situaci výrobce vyzývá k zaslání tohoto souboru k dekodování.
- „Password“ čili heslo se používá pro zabránění změně nastavení neautorizovanou osobou.

### 3.4. Zpracování dat

EMS Mini32 je software určený nejen pro nastavení dendrometru, ale také pro manipulaci s daty a jejich zpracování. Ke stahování dat a jejich ukládání slouží volba „Download“. Všechny data se ukládají do složky XY\_2005\_04\_28.hex, kde XY je kód zařízení (uložený v základním nastavení) a zbytek je datum počítače. Tento soubor \*.hex obsahuje uložená data a úplné informace o nastavení včetně posledního napětí baterie (důležité pro kontrolu, zda nedochází baterie) v komprimovaném formátu pro rychlý přenos do počítače. Vzhledem k tomu, že tento formát není použitelný pro další zpracování dat, je soubor následně převeden do jiného formátu – \*.dvc (XY\_2005\_04\_28.dvc). Tento soubor obsahuje stejné informace jako soubor \*.hex. Soubor \*.dvc je obvykle čtyřikrát větší než soubor \*.hex, ale je vhodný pro rychlé a snadné zpracovávání dat jako průměrování času, vykreslování grafů, statistické zpracování etc.. Při chybě nebo neúmyslném znehodnocení výsledků při práci s \*.dvc souborem, lze snadno z \*.hex souboru vytvořit nový a předchozí nahradit. Proto bychom si vždy měli původní \*.hex soubory archivovat.

Pro práci s daty jsem použila postup v programu „Preference“ → „Czech“ → „Apply“, abych viděla nabídku „Help“ v českém jazyce, přesto, že program není ani v angličtině náročně zvládnout ani pokud s ním pracujete poprvé.

Po nastavení české nápovědy, jsem exportovala data do programu Microsoft Excel 2016. Postupovala jsem tímto způsobem: „Files“ (v tuto chvíli jsem vložila data – již ve formátu \*.dvc) → „Draw“ (zde se ukázal graf pro (a mohla jsem se přesvědčit, že data nejsou poškozená nebo neukazují „nesmysl“) → „Export“ → „Excel file“ (zvolila jsem „use channels only“) → „Next“ – tímto krokem se data (tloušťkový přírůst a teplota) exportovala do tabulky v programu Microsoft Excel 2016, kde jsem je spolu s daty z meteorologické stanice (půdní vlhkost) převedla do grafů, vypočítala jsem průměrné hodnoty a určila začátek vegetačního období (Vegetační období je zahájeno, když průměrná denní teplota dosáhne tři po sobě jdoucí dny hodnoty vyšší než 5°C.), začátek tloušťkového přírůstu, konec tloušťkového přírůstu a jeho kulminaci.

## 4. Výsledky<sup>1</sup>

Pro každý druh dřeviny jsem z dat dendrometru (teplota a přírůst) a meteostanice (půdní vlhkost) vypracovala graf, kde jsou tyto veličiny čitelné. pod grafem je vždy tabulka, v níž jsou zobrazeny průměrné hodnoty z grafu pro každý měsíc. Hodnoty samozřejmě v průběhu měsíce mění svoji velikost a tempo, proto je každý graf a tabulka doplněna ještě slovním popisem pozorovaných jevů. v roce 2014 jsem také pozorovala fenologické fáze dřevin, především fáze vegetativní probíhající na jaře, ty jsou uvedeny také v tabulce a ve slovním popisu se k nim vyjadřuji.

K rokům, z nichž jsou výsledky pro lepší orientaci v podmínkách, kterým byli v letech 2014 a 2015 stromy vystaveny, uvádím tyto mapy České republiky: mapu srážek roku 2014 vztaženou k normálu z let 1961-1990, mapu teplot roku 2014 vztaženou k normálu z let 1961-1990 a mapu průměrných srážek v roce 2014, mapu průměrných teplot roku 2014. Mapa pro rok 2015 ještě v době kdy vznikala tato bakalářská práce nebyla zpracována.

---

<sup>1</sup> Pozn.:

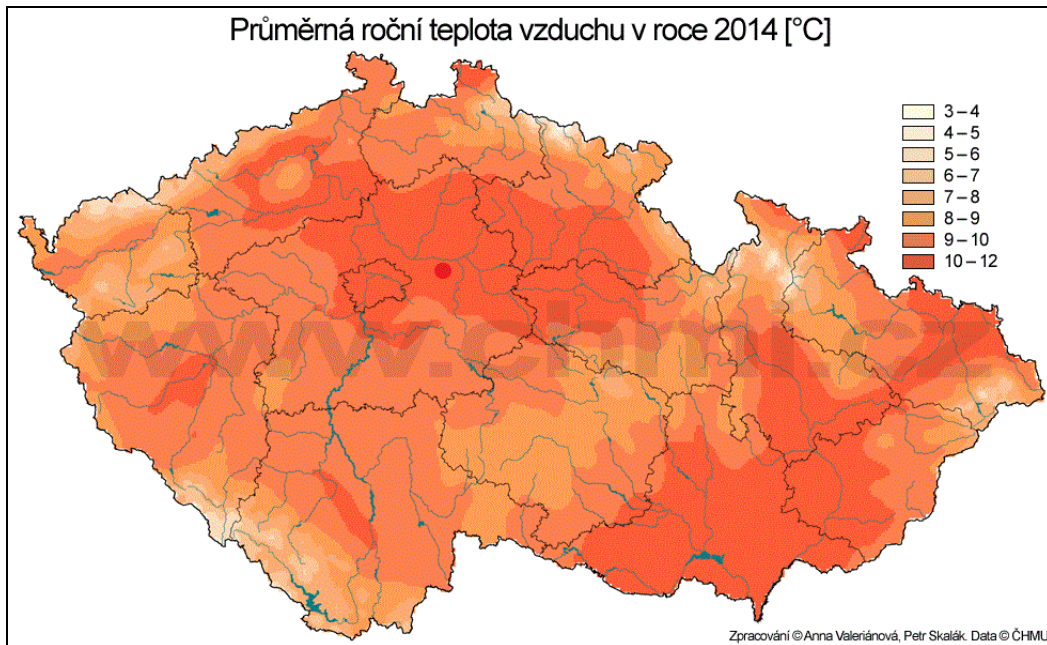
Období (v tabulkách níže) označené jako březen je ve skutečnosti pouze období 26.3.-31.3. a při zpracování výsledků byla tato skutečnost zohledněna.

Období (v tabulkách níže) označené jako říjen je ve skutečnosti pouze období 1.10.-31.10. a při zpracování výsledků byla tato skutečnost zohledněna.

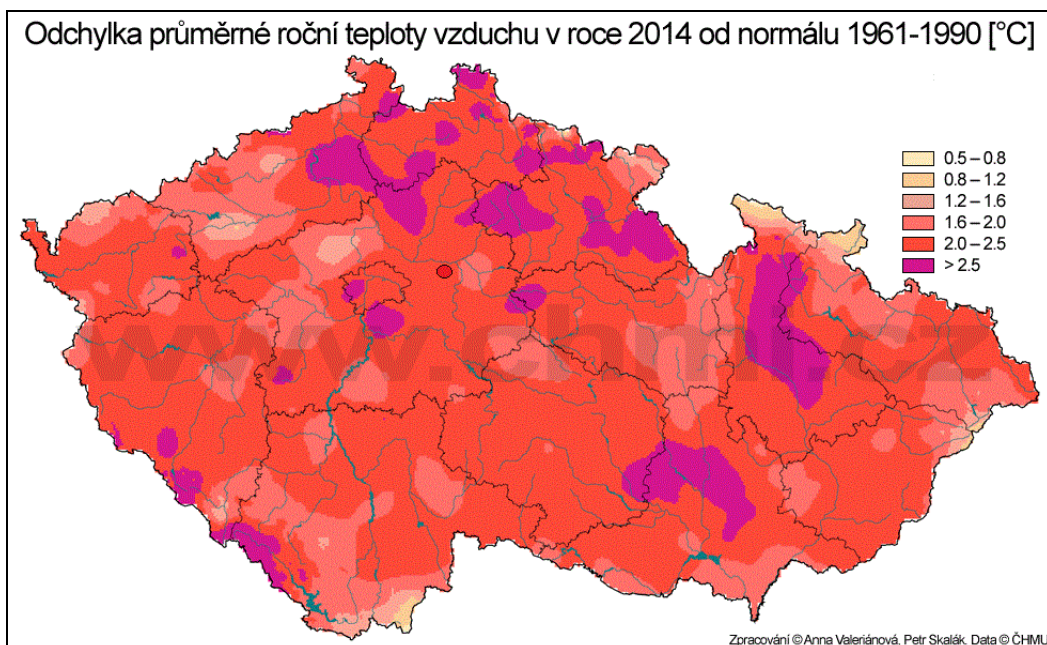
Pro dřeviny v této kapitole jsou použity tyto zkratky: AG=*Abies grandis*, PS=*Picea sitchensis*, PM=*Pseudotsuga menziesii*.

## 4.1. Doprovodné mapy

### 4.1.1. Teplota vzduchu v pozorovaném období

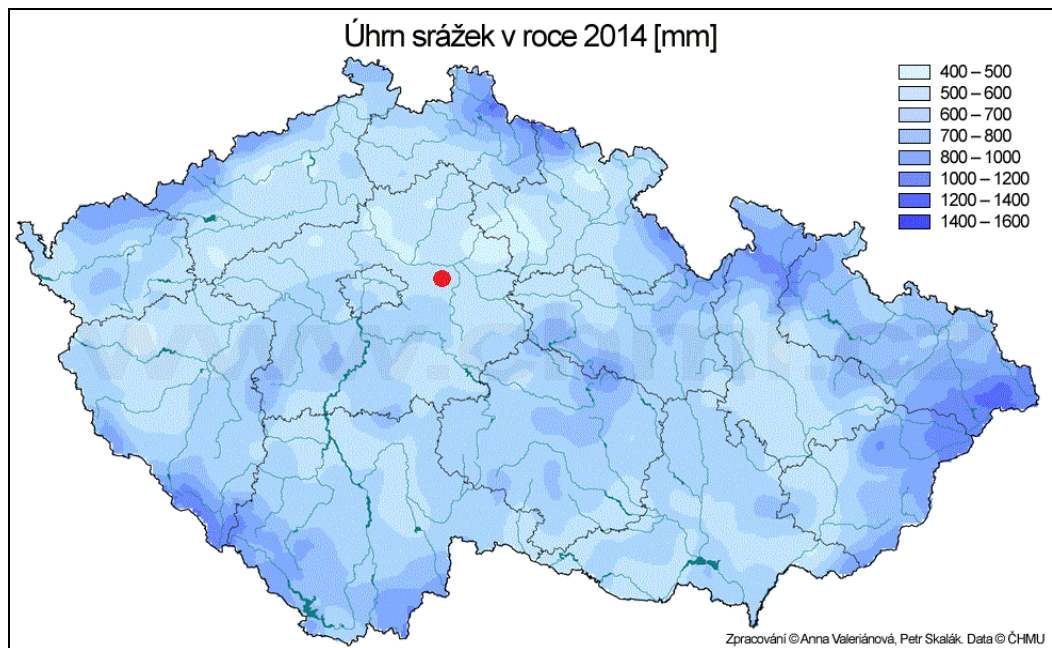


*Obrázek 15. Mapa průměrné roční teploty vzduchu v r. 2014 s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka); (Historická data, 2015)*

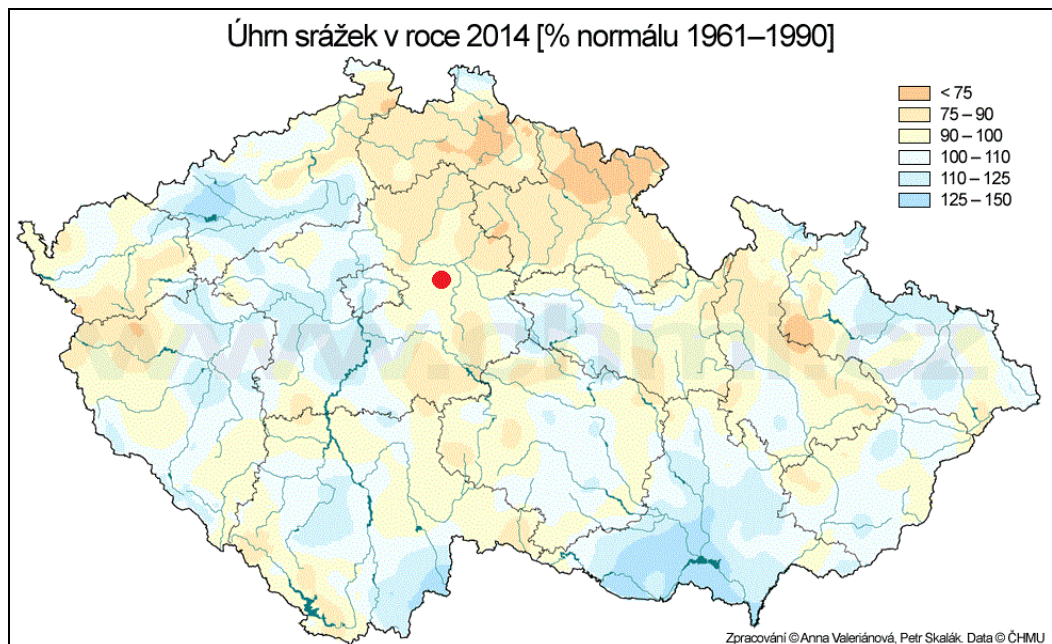


*Obrázek 16. Mapa vyjadřující odchylku průměrné roční teploty r. 2014 vzduchu od normálu 1961-1990 vzduchu s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka); (Historická data, 2015)*

#### 4.1.2. Teplota vzduchu v pozorovaném období



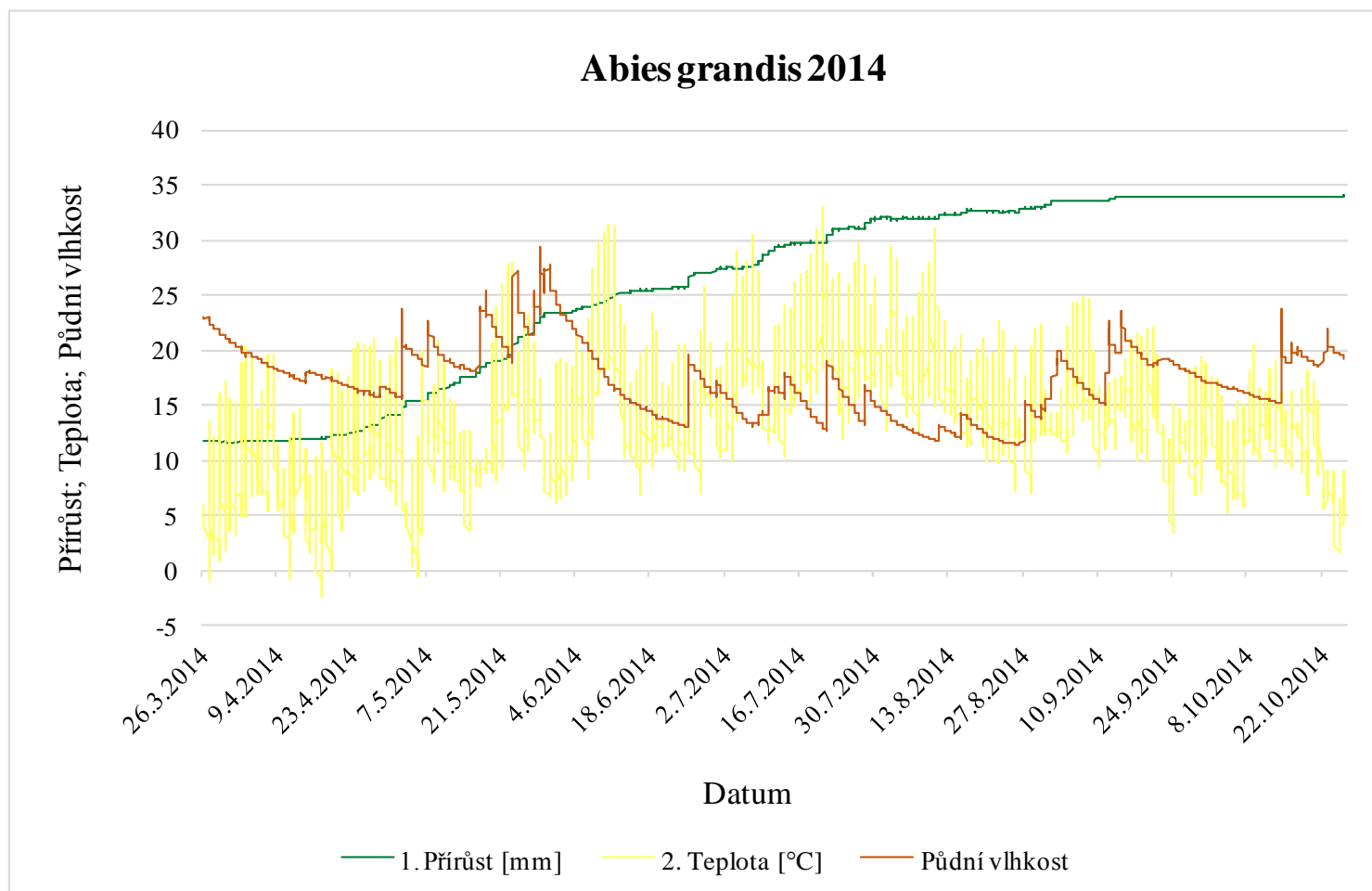
*Obrázek 17. Mapa ročního úhrnu srážek r. 2014 s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka); (Historická data, 2015)*



*Obrázek 18. Mapa vyjadřující podíl ročního úhrnu srážek r. 2014 k normálu 1961 - 1990 s vyznačením Arboreta v Kostelci (červená tečka); (Historická data, 2015)*



## 4.2. Abies grandis 2014



**Obrázek 19.** Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Abies grandis* v Arboretu v Kostelci v r. 2014

**Tabulka 3.** Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Abies grandis*  
v Arboretu v Kostelci v r. 2014

AG14	Průměrný přírůst [mm]	Průměrný přírůst [%]	Průměr teploty [°C]	Průměr vlhkosti	Fenofáze
březen	-0,00872	-0,03906	7,358875	21,7322	
duben	2,466355	11,05325	10,14845378	17,68454861	23.4. - začátek rozvoje samičích šištic
květen	9,280547	41,59181	12,25439453	20,81649866	1.5. - počátek rašení 30.5. - konec rašení
červen	4,027315	18,04886	16,18308377	17,0625	
červenec	4,58411	20,5442	19,60455519	15,16680108	
srpen	1,185246	5,31181	16,89294565	12,85413306	
září	0,739811	3,315545	14,45598958	18,37923611	
říjen	0,038734	0,173593	11,55277848	17,80298387	
Σ	22,3134	100			
Průměr průměru			13,5563845	17,68736267	

Začátek přírůstu můžeme na grafu vidět od druhé poloviny dubna do července. Konec přírůstu je zřetelný v srpnu až září a kulminaci od konce září až do října, kdy končí vegetační období.

V detailu si to můžeme prohlédnout v Tabulce 3. Přes 40% ročního přírůstu bylo v květnu, více než 90% během celého jara a léta (od dubna do července), kdy probíhají hlavní vegetační fáze. v srpnu přírůst prudce poklesl – byl 4x nižší než v červenci, dělal 5% z celkového ročního měřeného přírůstu. v září 3% a od 1.-26.října byl přírůst minimální, téměř žádný.

Zaměří-li se na čtení grafu a ostatní veličiny na něm kromě přírůstu zobrazené, tedy teplota a půdní vlhkost, vidím, že teplota a vlhkost jsou na sobě závislé. v letních měsících, kdy je nejtepleji (od června do září), vlhkost půdy přirozeně klesá, to je také období, kdy do té doby rychlý přírůst ztrácí tempo, avšak nezastavuje se, strom pouze přirůstá pomaleji. Také vidíme, že teplota není dominantním faktorem ovlivňujícím

přírůst. Ten fenomén pozorujeme na grafu především v květnu , kdy je vlhkost půdy nejvyšší a přírůst nejstrmější.

Vlhko však samo o sobě nestačí k tomu, aby strom zahájil nástup fenofázi nebo přírůst – jasně viditelné je to v říjnu a březnu, kdy je sice vlhko, ale chladno a vegetační období ještě nezačalo (březen) nebo už skončilo (říjen).

#### Začátek přírůstu

V dubnu jsou v průměru stále relativně nižší teploty a vlhkost je nižší, ale přibližně v polovině měsíce nastává prudký tloušťkový přírůst, nerychlejší je v květnu (nejvlhčím měsíci vegetačního období) který trvá až do července, přesto, že červen a červenec jsou měsíci, které byly v roce 2014 nejteplejší a nejsušší. Přírůst v tomto období činí asi 15mm

#### Konec a kulminace přírůstu

V srpnu je přírůst už čtvrtinový oproti předchozím dvěma měsícům, i když teploty přibližně odpovídají, vlhkost je v tomto měsíci nejnižší.

Strom v září dále zvolna snižuje přírůst navzdory vysoké vlhkosti a mírným teplotám.

*Fotodokumentace průběhu fenologických fází roce 2014 u Abies grandis v Arboretu  
v Kostelci*



*Obrázek 20. Letorost Abies grandis – 11.4.2014*



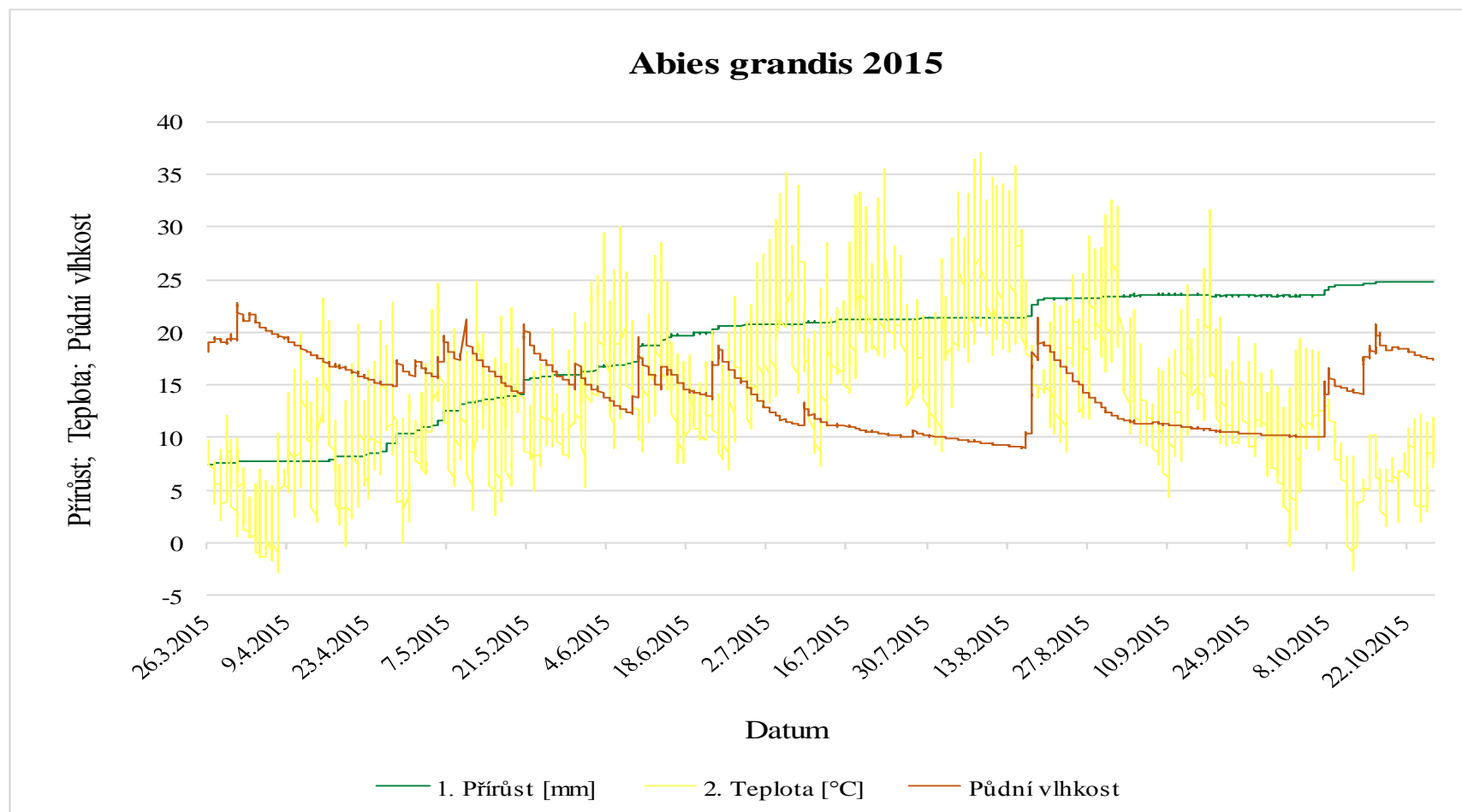
*Obrázek 21. Letorost Abies grandis-18.4.2014*



*Obrázek 22. Letorost Abies grandis – 1.6.2014*

Z fotografií fenologických fází *Abies grandis* v na začátku vegetačního období 2014 vidíme vývoj rašení, že rašení probíhalo asi 6 týdnů.

### 4.3. Abies grandis 2015



**Obrázek 23.** Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Abies grandis* v Arboretu v Kostelci v r. 2015

**Tabulka 4** Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Abies grandis* v Arboretu v Kostelci v r. 2015

AG15	Průměrný přírůst [mm]	Průměrný přírůst [%]	Průměr teplot [°C]	Průměr vlhkosti
březen	0,257578	1,491701	6,229587	19,61794
duben	2,637751	15,27591	8,435536	17,75354
květen	5,94753	34,4437	12,91903	16,76872
červen	4,395285	25,45424	16,25365	15,08542
červenec	0,629419	3,645132	20,96279	11,11129
srpen	2,048035	11,8607	21,76411	12,45565
září	0,102644	0,594438	14,25184	10,87104
říjen	1,249155	7,234183	8,040335	15,30371
Σ	17,2674	100		
Průměr průměru			13,60711	14,87091

V roce 2015 můžeme, jak je znázorněno v grafu (Obrázek 23) a tabulce (Tabulka 4), na *Abies grandis* pozorovat začátek přírůstu opět v polovině dubna až do konce června, stejně jako vloni, konec přírůstu a jeho kulminace nejsou tak zřetelné jako v roce 2014, protože hodnoty teplot (posléze srážek) v červenci a srpnu 2015 neměli průběh obvyklý pro naše podmínky. Nejvyšší přírůst byl tedy v první polovině vegetačního období, což je standardní, zajímavé hodnoty přírůstu můžeme pozorovat asi od července (viz níže).

#### Začátek přírůstu

Od začátku března do začátku července se teploty a vlhkost pohybují podobně jako předchozí rok a přírůst na *Abies grandis* na jaře 2015 vypadá podobně, jako tomu bylo roku 2014. Přírůst v tomto období činí asi 11 mm.

#### Konec přírůstu a kulminace

V červenci tloušťkový přírůst poklesl 8x a v srpnu se opět zvýšil – asi 3x oproti předchozímu měsíci. Kolem 15.8. jsme svědky náhlého prudkého přírůstu, což je následek zvýšení vlhkosti, kdy po velmi teplém období (na grafu vidíme několik týdnů

trvající denní teploty výrazně nad 30 a noční zhruba 14-18°C) přišlo náhlé výrazné ochlazení o více než 10°C a nárůst půdní vlhkosti o 10-15 jednotek.

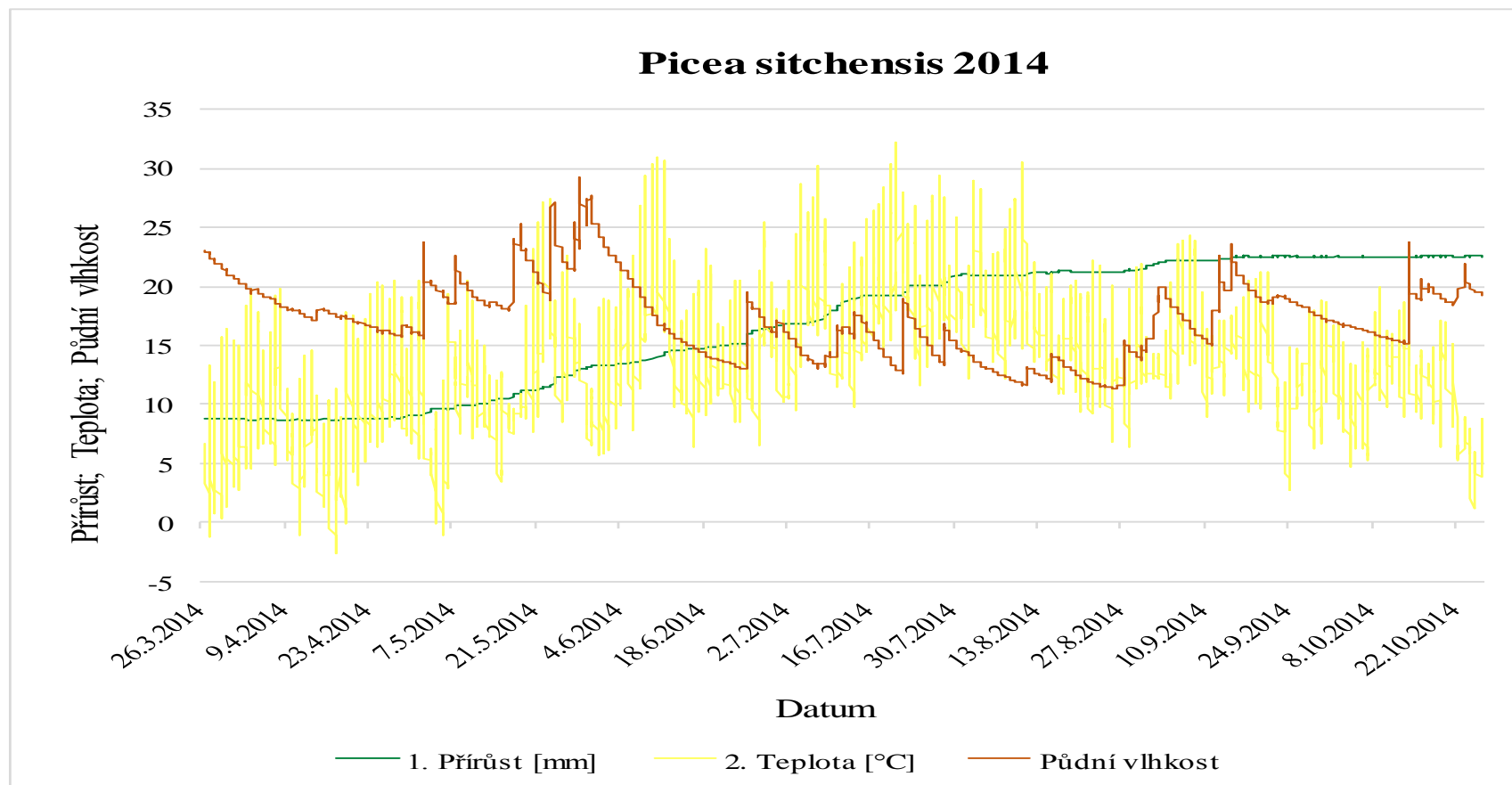
V září byl přírůst téměř nulový, ale na konci vegetačního období (od 1.-26.10.) bylo tloušťkové přirůstání opět poměrně aktivní.

### Shrnutí

Protože tento rok nebyly zjištěny počátky a průběh fenofází, nemůžeme prokázat zda a jaký měli vliv měli na tloušťkový přírůst jedince.



#### 4.4. *Picea sitchensis* 2014



Obrázek 24. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Picea sitchensis* v Arboretu v Kostelci v r. 2014

**Tabulka 5. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Picea sitchensis* v Arboretu v Kostelci v r. 2014**

PS14	Průměrný přírůst [mm]	Průměrný přírůst [%]	Průměr teplot [°C]	Průměr vlhkosti	Fenofáze
březen	-0,05229	-0,3809	6,912865	21,74113	28.3. – rašení z 1/2
duben	0,34376	2,504054	9,848307	17,69087	11.4. – počátek rašení
květen	4,19387	30,54948	11,95731	20,80565	8.5. – konec rašení
červen	3,43663	25,03351	15,9241	17,0725	
červenec	4,276178	31,14904	19,2383	15,16999	
srpen	0,80953	5,896876	16,6256	12,85272	
září	0,718508	5,233839	14,17757	18,37719	
říjen	0,001936	0,014102	11,27605	17,79931	
Σ	13,72812	100			
Průměr průměru			13,24501	17,68867	

Na konci března 2014 a v dubnu *Picea sitchensis* ještě nezahajuje svůj růst. začátek přírůstu mohou celkem přesně označit v květnu a trvá konce července. Konec přírůstu je pak evidentní na začátku srpna a kulminaci lze stanovit v polovině září. (Viz graf – Obrázek 24 a tabulka – Tabulka 5.)

#### Začátek přírůstu

Přes 86% ročního tloušťkového přírůstu proběhlo v období od května do července. od června teplota stoupala a vlhkost klesala, mezi květnem a červnem poklesla hodnota přírůstu o 5 %, naopak mezi červnem a červencem se přírůst zvýšil o 6%.

#### Konec přírůstu a kulminace

V srpnu pozorujeme velký pokles přírůstu (oproti červenci klesl asi 6x), ačkoli je srpen jeden z nejteplejších měsíců a vlhkost se taky jeví poměrně konstantní.. v září a říjnu je sice půdní vlhkost poměrně vysoká a teploty se zdají příznivé, ale strom již pro tento rok přestal zcela přirůstat.

*Fotodokumentace průběhu fenologických fází v roce 2014 u Picea sitchensis  
v Arboretu v Kostelci*



*Obrázek 25. Letorost Picea sitchensis- 11.4.2014*



*Obrázek 26. Letorost Picea sitchensis- 18.4.2014*



*Obrázek 27. Letorost Picea sitchensis – 1.5.2014*



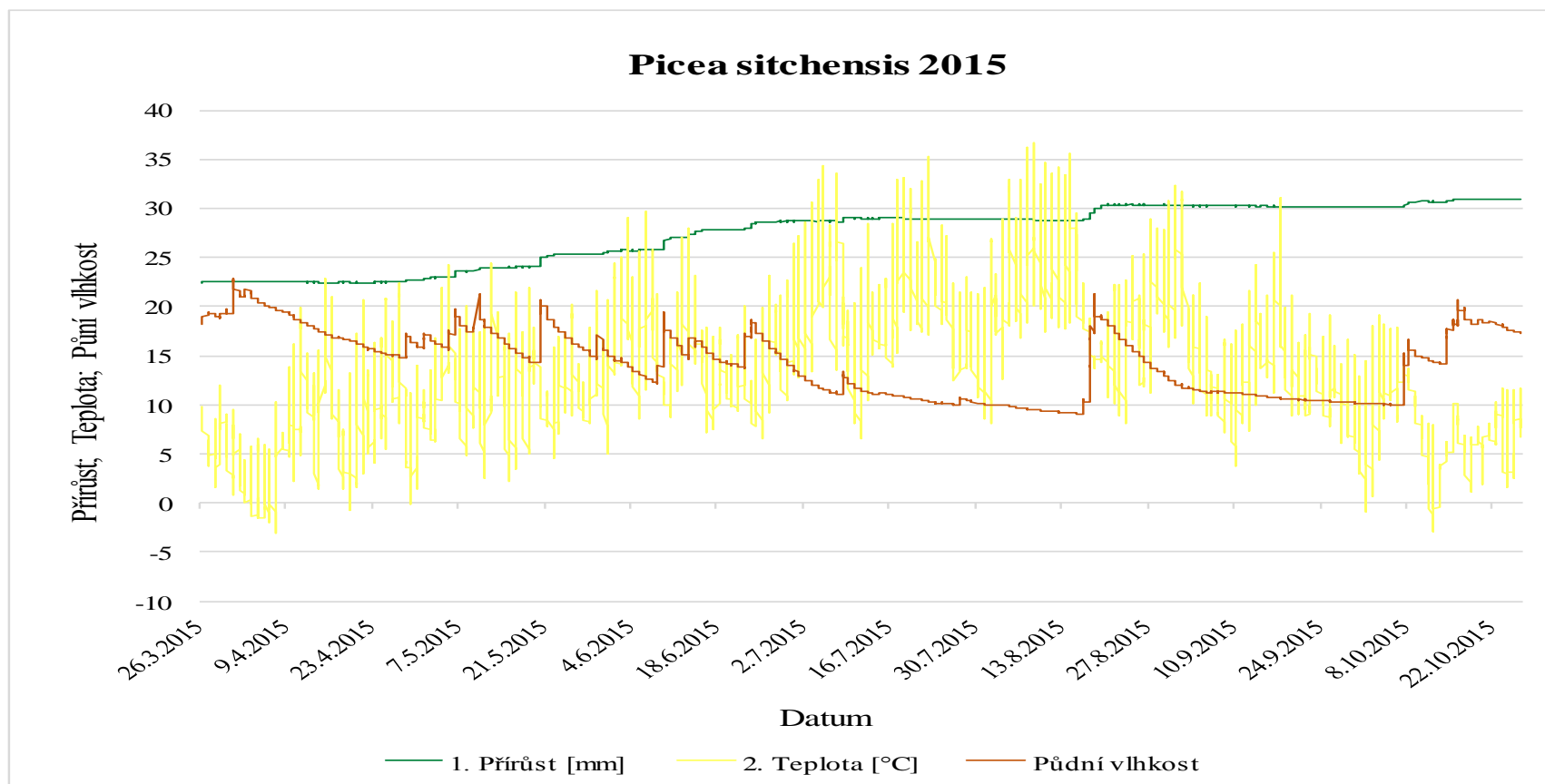
*Obrázek 28. Letorost Picea sitchensis - 8.5.2014*



**Obrázek 29.** Letorost *Picea sitchensis*- 1.6.2014

Na fotografiích fenologických fází *Picea sitchensis* na začátku vegetačního období 2014 je zdokumentován vývoj rašení a můžeme si povšimnout, že 18.4.2014 již měl strom pupeny vyrašené více než druh *Abies grandis* ve stejnou dobu.

#### 4.5. Picea stichensis 2015



Obrázek 30. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Picea stichensis* v Arboretu v Kostelci v r. 2015

**Tabulka 6.** Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u *Picea sitchensis* v Arboretu v Kostelci v r. 2015

PS15	Průměrný přírůst [mm]	Průměrný přírůst [%]	Průměr teplot [°C]	Průměr vlhkosti
III.	0,127821	1,497792	5,950983	19,61794
IV.	0,168491	1,974363	8,223519	17,75354
V.	2,862406	33,54135	12,67473	16,76872
VI.	3,111269	36,4575	16,01466	15,08542
VII.	0,159775	1,872223	20,73386	11,11129
VIII.	1,432171	16,78202	21,50081	12,45565
IX.	-0,17527	-2,05377	14,07756	10,87104
X.	0,847296	9,928518	7,843466	15,30371
Σ	8,53396	100		
Průměr průměrů			13,37745	14,87091

Průběh přírůstových fází (začátek, konec, kulminace) je u *Picea sitchensis* stejně jako u *Abies grandis* v roce 2015 jednoznačně ovlivněn teplým a suchým počasím od července do září, jež vidíme v grafu (Obrázek 30) a Tabulce 6.

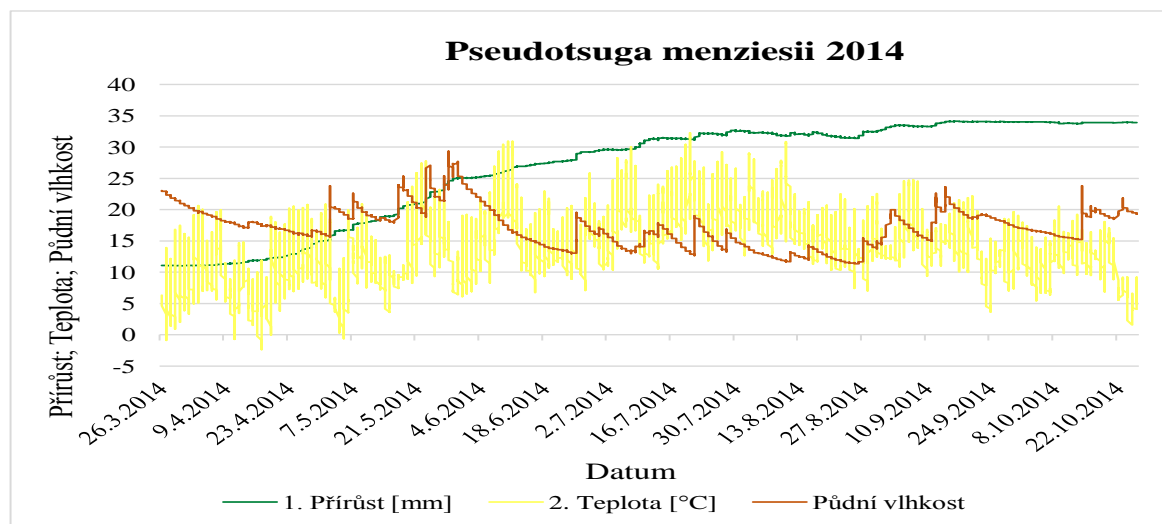
#### Začátek

Začátek tloušťkového přírůstu je jednoznačný na začátku května a pokračuje i v celém měsíci červnu, avšak v červenci, kdy se dále výrazně oteplovalo a půdní vlhkost klesala se tloušťkový přírůst téměř zastavil.

#### Konec přírůstu a kulminace

Obnovil se až v polovině srpna, kdy byl zhruba poloviční než v červnu nebo květnu. To že se přírůst obnovil je opět díky náhlé dotaci vodou v polovině srpna. Toto vlhké období pokračovalo asi do konce měsíce, kdy bylo opět sucho a teploty začali narůstat, v září pak vlivem těchto faktorů byl přírůst nulový – dle dat z dendrometru dokonce záporný. Výrazně se pak zvýšil v říjnu, kdy sice teploty klesali, ale stoupala vlhkost.

#### 4.6. Pseudotsuga menziesii 2014



*Obrázek 31. Graf tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u Pseudotsuga menziesii v Arboretu v Kostelci v r. 2014*



*Tabulka 7. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u Pseudotsuga menziesii v Arboretu v Kostelci v r. 2014*

PM14	Průměrný přírůst [mm]	Průměrný přírůst [%]	Průměr teplot [°C]	Průměr vlhkosti	Fenofáze
březen	-0,01356	-0,05937	7,856666	21,74113	
duben	3,966311	17,36844	10,39558	17,69087	10.4. počátek rašení 23.4. začátek rozvoje samičích šištic
květen	10,06103	44,05716	12,34548	20,80565	30.5. – konec rašení
červen	4,394316	19,24267	16,30202	17,0725	
červenec	3,089964	13,53093	19,72013	15,16999	
srpen	0,208195	0,911683	17,02012	12,85272	
září	1,226883	5,372511	14,56495	18,37719	
říjen	-0,09683	-0,42403	11,70175	17,79931	
Σ	22,8363	100			
Průměr průměrů			13,73834	17,68867	

Pseudotsuga menziesii svůj tloušťkový přírůst zahájila v roce 2014 v dubnu, trval do června, konec nastal v červenci, kdy také proběhla kulminace (viz Obrázek 31 a Tabulka 7).

#### Začátek

Přírůst jedinec zahájil v dubnu a intenzivně trval až do poloviny července. v orvních třech měsících vegetačního období měřený jedinec dosáhl přes 80% svého ročního přírůstu.

#### Konec a kulminace přírůstu

V červenci došlo k výraznému poklesu půdní vlhkosti, na což strom reaguje poklesem přírůstu. Protože teploty dále rostou a vlhkost v průměru stále klesá, v srpnu se tloušťkový přírůst zastavuje a opět se zvyšuje až v září, kdy se výrazně zvyšuje zásobení půdy vodou. v období od 1. 10. až 26. 10. už strom nemá žádný tloušťkový přírůst.

*Fotodokumentace průběhu fenologických fází v roce 2014 u Pseudotsuga menziesii  
v Arboretu v Kostelci*



*Obrázek 32. Letorost Pseudotsuga menziesii - 11.4.2014*



*Obrázek 33. Letorost Pseudotsuga menziesii – 18.4.2014*



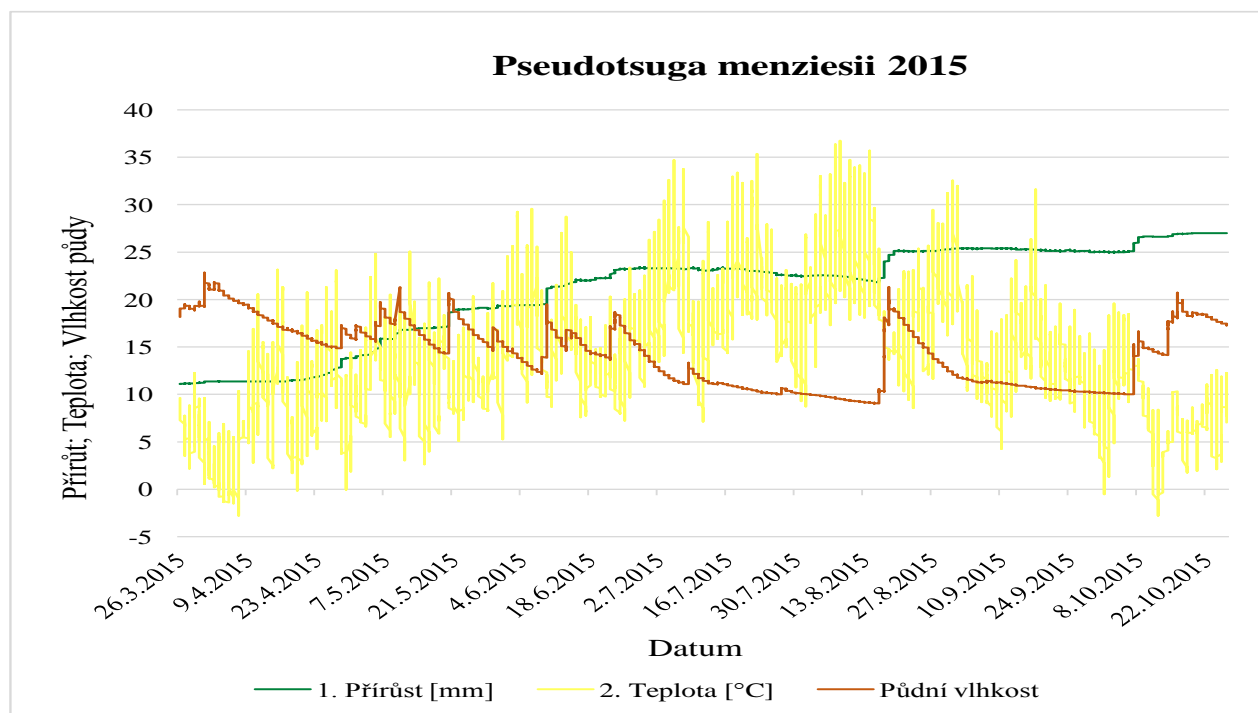
**Obrázek 34.** Letorost *Pseudotsuga menziesii* – 8.5.2014



**Obrázek 35.** Letorost *Pseudotsuga menziesii* – 1.6.2014

Fotodokumentace průběhufenologických fází u druhu *Pseudotsuga menziesii* zaznamenává obdobný nástup a průběh rašení jako *Abies grandis* a naopak mírně zpozdilý oproti *Picea sitchensis*.

#### 4.7. Pseudotsuga menziesii 2015



*Obrázek 36. Graf tloušťkového přírůstu, půdňi vlhkosti a teplot naměřených u Pseudotsuga menziesii v Arboretu v Kostelci v r. 2015*

*Tabulka 8. Průběh tloušťkového přírůstu, půdní vlhkosti a teplot naměřených u Pseudotsuga menziesii v Arboretu v Kostelci v r. 2015*

PM15	Průměrný přírůst [mm]	Průměrný přírůst [%]	Průměr teplot [°C]	Průměr vlhkosti
březen	0,28566	1,799001	6,197675	19,61794
duben	2,450862	15,43481	8,693593	17,75354
květen	5,480791	34,51641	13,03606	16,76872
červen	3,98374	25,08842	16,38311	15,08542
červenec	-0,8502	-5,35431	21,06785	11,11129
srpen	2,930189	18,45347	21,93122	12,45565
září	-0,35925	-2,26247	14,38218	10,87104
říjen	1,95701	12,32467	8,177413	15,30371
Σ	15,8788	100		
Průměr průměrů			13,73364	14,87091

Začátek tloušťkového přírůstu v roce 2015 je u *Pseudotsuga menziesii* je opět jasně viditelný v grafu (Obrázek 36) a tabulce (Tabulka 8) a ovlivněný vysokými teplotami v období červen, červenec a srpen s vlhčím, chladnějším období v druhé polovině srpna. Konec přírůstu je na konci září a kulminuje v říjnu.

#### Začátek

Tloušťkový přírůst začíná v druhé polovině dubna a trvá do července. Tam se úplně zastavuje a znovu začíná v druhé polovině srpna, kdy tvoří téměř 1/5 celkového ročního přírůstu.

#### Konec přírůstu a kulminace

V září je opět nulový a v říjnu křivka opět zvedá a přírůstá o 1,96 mm, což je asi 12 % z celkových 15,9 mm za uplynulé vegetační období.

## 4.8. Shrnutí výsledků

**Tabulka 9<sup>2</sup>.** Porování přírůst/vlhkost/teplota v roce 2014

2014	přírůst	půdní vlhkost	teplota
březen	↓↓↓	↑↑↑	↓↓↓
duben	↓		↓↓
květen	↑↑↑	↑↑	
červen	↑	↓	↑
červenec	↑↑	↓↓	↑↑↑
srpen	↓	↓↓↓	↑↑
září	↓	↑	
říjen	↓		↓

**Tabulka 10.** Porování přírůst/vlhkost/teplota v roce 2015

2015	přírůst	půdní vlhkost	teplota
březen	↓↓	↑↑↑	↓↓↓
duben	↑(AG)/ ↓(PS)	↑↑	↓
květen	↑↑↑	↑	
červen	↑↑		↑
červenec	↓/↓↓↓	↓↓	↑↑
srpen	↑	↓	↑↑↑
září	↓↓↓	↓↓↓	
říjen			↓↓

Pro porovnání roku 2014 a 2015 jsem vytvořila 2 tabulky (Tabulka 9 a Tabulka 10) v každé jsou zobrazeny 3 nejvyšší a 3 nejnižší hodnoty přírůstu v daném roce, 3 průměrně nejteplejší a 3 průměrně nejchladnější měsíce, 3 průměrně nejsušší a 3 průměrně nejvlhčí měsíce.

Obecný předpoklad je, že tloušťkový přírůst závisí především na vlhkosti, ne na teplotě. Protože teplota ovlivňuje ve velké míře vlhkost (což dokazují Tabulky 9 a 10 – měsíce s nejvyšší teplotou mají obvykle nejnižší půdní vlhkost), je jasné, že obě tyto veličiny jsou pro tloušťkový přírůst důležité.

---

<sup>2</sup> ↑↑↑ ... nejvyšší hodnota                      ↓↓↓ ... nejnižší hodnota  
 ↑↑ ... 2. nejvyšší hodnota                    ↓↓ ... 2. nejnižší hodnota  
 ↑ ... 3. nejvyšší hodnota                    ↓ ... 3. nejnižší hodnota

Získaná data mi tuto hypotézu však úplně nepotvrdila. Zejména v roce 2014 v červnu a červenci byla sice vlhkost nízká, ale přírůst dřevin byl v nejvyšších hodnotách daného roku.

V roce 2015 je závislost na vlhkosti výraznější. ve vegetačním období tohoto roku, jak již bylo zmíněno bylo velké sucho a teplo, proto nejvyšší přírůsty jsou na grafu jasně v květnu a částečně v červnu, než nastaly extrémní teploty. Srpen byl sice nejteplejším měsícem, ale v jeho polovině došlo k náhlému ochlazení a srážkám, a tak tento měsíc přinesl třetí nejvyšší přírůsty tohoto roku.

V Tabulkách 9 a 10 vidíme, že navzdory tomu, že se mohou jevit podobné, nejteplejší, nejchladnější, nejsušší a nejvlhčí měsíce v obou letech jsou víceméně stejné. U průměrných hodnot za rok už vidíme rozdíl, ačkoli teplotní průměr není dramaticky vyšší v roce 2015 než v roce 2014, tak vlhkost v průměru poklesla o 3-4 jednotky. a pokud se podíváme do grafů blíže, tak vidíme, že v roce 2015 byly teploty i vlhkost rozděleny v průběhu jednotlivého měsíce distribuovány odlišně. Rok 2014 má křivku teploty i vlhkosti podstatně plynulejší než pozorujeme u grafů z roku 2015, kdy hodnoty ač v průměru podobné loňským zaznamenávají mnoho výkyvů.

**Tabulka 11.** Porovnání přírůstů jednotlivých dřevin v letech 2014 a 2015

Přírůst [mm]/ rok:	2014			2015		
	AG	PS	PM	AG	PS	PM
březen	-0,01	-0,05	-0,01	0,26	0,13	0,29
duben	2,47	0,34	3,97	2,64	0,17	2,45
květen	9,28	4,19	10,06	5,95	2,86	5,48
červen	4,03	3,44	4,39	4,40	3,11	3,98
červenec	4,58	4,28	3,09	0,63	0,16	-0,85
srpen	1,19	0,81	0,21	2,05	1,43	2,93
září	0,74	0,72	1,23	0,10	-0,18	-0,36
říjen	0,04	0,00	-0,10	1,25	0,85	1,96
Σ	22,31	13,73	22,84	17,27	8,53	15,88

Tabulka 11 porovnává přírůsty jednotlivých dřevin v daných letech. Jak vidíme, přírůst se mezi roky bez ohledu na druh snížil, dávám to za vinu opakovaně zmíněnému počasí v roce 2015.

Porovnáme-li snížení přírůstu v jednotlivých letech mezi dřevinami, zřetelně vidíme, že *Picea sitchensis* má zdaleka nejnižší přírůst v obou letech, její tloušťkový přírůst také začíná asi o měsíc později než u *Abies grandis* a *Pseudotsuga menziesii*. v roce 2015 měla přírůst asi o 1/3 nižší než předcházející rok. U *Picea sitchensis* také oba roky pozorujeme asi o 1 měsíc kratší dobu přírůstu než u ostatních dvou druhů. *Pseudotsuga menziesii* snížila svůj přírůst v roce 2015 oproti roku 2014 taktéž přibližně o třetinu.

Douglaska měla v roce 2014 také největší výkyvy v tloušťkovém přírůstu. Nejlépe si v tomto ohledu vedl *Picea sitchensis*. Příkládám to tomu, že *Picea sitchensis* má výrazně prudší a kratší dobu tloušťkového přírůstu než *Pseudotsuga menziesii* a *Abies grandis*. Při porovnání grafů z roku 2014 to je snadno rozlišitelné – *Picea sitchensis* přirůstá zprvu velmi intenzivně a následující měsíce výrazně zvolní, kdežto ostatní dva druhy mají tloušťkový přírůst rozložený rovnoměrněji.



*Abies grandis*, co se týče přírůstu, překonala rok 2015 ze všech tří dřevin nejúspěšněji a přírůst snížila nejméně, tento rok byl její tloušťkový přírůst vyšší než přírůst *Pseudotsuga menziesii*, se kterou byla v roce 2014 na obdobných hodnotách.

**Tabulka 12.** Přehled začátku, kulminace a konce přírůstu u jednotlivých dřevin v letech 2014 a 2015

		2014	2015
<b>Abies grandis</b>	Začátek přírůstu	15.4.	1.4.
	Kulminace přírůstu	16.9.	20.10.
	Konec přírůstu	14.10.	26.10.
	Celkový přírůst [mm]	22,3134	17,2674
<b>Picea sitchensis</b>	Začátek přírůstu	23.4.	29.4.
	Kulminace přírůstu	25.9.	18.10.
	Konec přírůstu	15.10.	19.10.
	Celkový přírůst [mm]	13,72812	8,53396
<b>Pseudotsuha menziesii</b>	Začátek přírůstu	7.4.	29.3.
	Kulminace přírůstu	15.9.	21.10.
	Konec přírůstu	23.10.	24.10.
	Celkový přírůst [mm]	22,8363	15,8788

Tabulka 12 je vyhodnocením začátku, kulminace a přírůstu všech řevin za oba roky. Je evidentní, že *Picea sitchensis* s přírůstem začíná později než ostatní dvě dřeviny. Domnívám se, že pokud bych chtěla porovnat začátek přírůstu z *Pseudotsuga menziesii* a *Abies grandis*, nebyl by výsledek reálný. pro takové vyhodnocení by bylo jistě důležité znát data z mnohem většího počtu let. U kulminace přírůstu je výsledek stejný – *Picea sitchensis* má za ostatními dvěma dřevinami asi měsíční zpoždění. Konec přírůstu v roce 2014 nastává nejpozději u *Pseudotsuga menziesii*, asi o týden déle než je tomu i *Picea sitchensis* a *Abies grandis*. V roce 2015 kulminace a konec přírůstu u všech třech druhů zhruba odpovídá – zdůvodňuji to opět mimořádným počasím toho roku, takže jedinci vlastně neměli ke kulminaci jindy ve vegetačním období šanci.

## 5. Diskuse

Jak jsem již uvedla v rešerši, všechny tři pozorované dřeviny již v minulosti projevíly potenciál obstát jako významné produkční dřeviny i mimo svůj původní areál rozšíření.

### 5.1. *Picea sitchensis*

*Picea sitchensis* je významnou dřevinou Británie, kde ji Hron (2009) uvádí jako nejrozšířenější dřevinu, v Irsku podle něj tvoří 80 % lesní plochy. pro Českou republiku není vhodná pro velké produkční plochy, protože je náchylná k mrazům, takže je pro ni právě vhodné přímořské klima s chladným létem a mírnou zimou, jakému je dřevina přizpůsobena v původním areálu a jaké jí nabízí např. Velká Británie nebo západní Francie. v mých výsledcích také dosáhla nejnižšího přírůstu v porovnání s ostatními dvěma měřenými druhy a to v obou letech, i to může sloužit důkazem toho, že pro lesní produkci v České republice jsou vhodnější jiné nepůvodní dřeviny, než je smrk sitka.

### 5.2. *Pseudotsuga menziesii*

Tauchman; Hart a Remeš (2010) zjistili, že *Pseudotsuga menziesii* má tloušťkový přírůst vyšší asi o 8 % než náš původní *Picea abies*. v Musilovi (2003) se dočítáme, že *Pseudotsuga menziesii* se do Evropy (a také na území Čech) dostala v první polovině 19. století. za tuto dobu se stala velmi ceněným druhem, např. ve Francii se s ní zachází jako s původními druhy a v České republice je ve vyhlášce č. 83/1996 Sb. (příloha 4) uvedena mezi melioračními a zpevňujícími dřevinami. Při pohledu do výsledků této práce vidíme, že má přírůst velmi dobrý a v roce 2015 (spolu s *Abies grandis*), kdy byly dřeviny vystaveny nepříznivému klimatu vyšší než *Picea sitchensis* v roce předchozím. Křivka přírůstu *Pseudotsuga menziesii* stejně jako ostatních dřevin reaguje na křivku vlhkosti, ve srovnání s *Abies grandis* však douglaska náhlé změny kopíruje v přírůstu věrněji a dramatičtěji.

### 5.3. *Abies grandis*

Fulín a Remeš (2015) považují *Abies grandis* za produkčně atraktivní dřevinu pro Českou republiku a zdůrazňují, že má rychlejší přírůst než *Picea abies* a *Fagus sylvatica*. Fulín; Remeš a Tauchman (2013) uvádí přírůst mezi 20. a 30. rokem 6.74-8,57 mm, což předešlé tvrzení dosvědčuje. Podle výsledků této práce se v tloušťkovém přírůstu překovala výsledky změřené Fulínem; Remešem a Tauchmanem (2013), což však vzhledem k tomu, že moje měření bylo podstatně krátkodobější nemusí znamenat, že rozdíl by byl takový i v průměru za více let. ve výsledcích se přírůst *Abies grandis* zhruba rovná přírůstu *Pseudotsuga menziesii* a v roce 2015 jsou výkyvy přírůstu *Abies grandis* v důsledku výkyvů vlhkosti mírnější, než je tomu u douglasky, to považuji za přínosné zjištění.

Jedním z argumentů, které pro uplatňování druhů původem ze severní Ameriky můžeme slyšet v mnoha odvětvích lesnictví a ekologie je, že před dobami ledovými byli příbuzní těchto dřevin přirozenými původními druhy i v Evropě (např. *Pseudotsuga menziesii*).

## 6. Závěr

Z výsledků a diskuze bych ráda poukázala na rozdíl tloušťkového přírůstu mezi jednotlivými zkoumanými dřevinami *Picea sitchensis*, *Abies grandis* a *Pseudotsuga menziesii*.

*Picea sitchensis* si již našla své místo v několika zemích Evropy, ale protože *Picea sitchensis* dosáhla výrazně nižšího přírůstu než ostatní dva pozorované druhy a podle toho co jsem o ní zjistila při práci na literární rešerši a diskuzi, se tento druh nehodí jako dominantní dřevina produkčních lesů vnitrozemí. v Evropě se tento druh osvědčil zejména na britských ostrovech, díky jejich přímořskému klimatu.

Naproti tomu *Pseudotsuga menziesii* a *Abies grandis* by jistě mohly být uplatněny i v našich podnebných podmínkách, *Pseudotsuga menziesii* je poměrně variabilní druh s širokou přizpůsobivostí ve svém původním areálu a v našich podmínkách už také částečně „zdomácněla“.

*Abies grandis* původně zamýšlená jako náhrada *Abies alba* se osvědčila jako užitečný zpestřující jehličnan do našich klimatických poměrů a výsledky z Arboreta toto tvrzení dokazují.

Obecně si tedy myslím, že není důvod se v hospodářských lesích těmto introdukovaným dřevinám bránit. z pohledu ekologie, tradice a množství kvalitních původních druhů bych je však doporučila pouze jako meliorační nebo doplňkové dřeviny pro zpestření biodiverzity nebo zlepšení stanoviště.

## 8. Seznam literatury

- Abies grandis2 (Douglas ex D. Don) Lindl.: grand fir. *Welcome to the PLANTS database* [online]. United States Department of Agriculture, 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ABGR>
- Abies grandis1: illustration. *EFloras.org: Flora of North America* [online]. 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: [http://efloras.org/object\\_page.aspx?object\\_id=40963&flora\\_id=1](http://efloras.org/object_page.aspx?object_id=40963&flora_id=1)
- AUGUSTO, L.; DUPUEY, J.-L.; RANGER, J.. *Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests*. *Annals of Forest Science*: 60, 2003.
- BAŽANT, V.; PRKNOVÁ, H.. *Index plantarum 2014: Arboretum FLD v Kostelci nad Černými lesy*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. ISBN 9788021324794.
- BAŽANT, V.; ŠKODA, A.. Výsledky introdukce vybraných severoamerických dřevin v Arboretu Kostelec. In Neuhöferová, Pavla. *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam*. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2004, s. 63-68. ISBN 80-213-1234-3.
- BARTOŠ, J.; KACÁLEK, D.. *Douglaska tisolistá – dřevina vhodná k zalesňování bývalých zemědělských půd*. Zprávy lesnického výzkumu, 56. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opocno, 2011.
- BOČEK, S.. *Růst a vývoj ovocných dřevin: Malý životní cyklus – fenologické fáze*. In: *Ovocné dřeviny v krajině 2007*, projekt OP RLZ CZ.04.1.03Ú3.3.13.2/2007. Hostětín, 2007.
- BRANT, V.; PIVEC, J.; VENCLOVÁ, V.. *Fenologická stanice v Praze-Suchdole*. Česká zemědělská univerzita v Praze. [Prezentace na České zemědělské univerzitě, FAZZP, Základní informace o fenologické stanici GPM Praha, 2012].
- BRONCANO, M. J.; VILÁ, M.; BOADA, M.. *Evidence of Pseudotsuga menziesii naturalization in montane Mediterranean forests*. *Forest Ecology and Management*. 2005.
- ČESKÁ REPUBLIKA. Rámcové vymezení cílových hospodářských souborů: Příloha 4. In: *Vyhláška Ministerstva zemědělství*. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 1996, ročník 1996, o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů, číslo 83.

- DRÁPELA, K.; ZACH, J.. *Dendrometrie: (dendrochronologie)*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. ISBN 8071571784.
- DUDÍKOVÁ, T.. *Je Pseudotsuga menziesii dalším invazním druhem v NP České Švýcarsko?*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2009. Magisterská diplomová práce.
- FRAVER, S.; SEYMOUR, R.S.; SPEER, J.H; WHITE, A.S.. *Dendrochronological reconstruction of spruce budworm outbreaks in Northern Maine*. USA, 2007. Forest research
- FRITTS, C.H.. *Growth – rings of trees: Their correlation with climate*. 1966.
- GUTTENBERG, A.. *Die Formausbildung der Baumstämme*. Österreichische Vierteljahresschrift. Wien, 1915.
- Historická data: počasí: mapy charakteristik klimatu. *Portál ČHMÚ* [online]. Praha: ČHMÚ, 2015 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>
- CHMELAŘ, J.. *Dendrologie s ekologií lesních dřevin*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-213-0334-4.
- KANTOR, P.; BUŠINA, F.; KNOTT, R.. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na školním polesí Hůrky středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického průzkumu*. 2010.
- KUČERA, J.. *Denrometer Increment Sensor DRL 26A,B,C: User's Manual*. Brno: Environmental Measuring Systems, 2015 [cit. 2016-04-17]. Dostupné také z: [http://www.emsbrno.cz/r.axd/pdf\\_v\\_DRL26\\_userman\\_u\\_pdf.jpg?ver](http://www.emsbrno.cz/r.axd/pdf_v_DRL26_userman_u_pdf.jpg?ver)
- KULHAVÝ, J.. *Ekologie lesa III*. 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009.
- LADENFOGET, K.. *Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Langenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume*. Det. Forstliche Forgsvae sen i Danmark, 1946.
- MÍCHAL, I.. *Dynamika přírodního lesa I až VI*. Živa, XXXI (LXIX) 1983.
- MUSIL, I.. *Lesnická dendrologie 1: Jehličnaté dřeviny*. Praha: ČZU v Praze - FLE, 2003.
- MUSIL, I.; HAMERNÍK, J.. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin : lesnická dendrologie 1*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2007.

- OLIVER, Ch.D.; LARSON, B.C.. Forest stand dynamics. New York: Wiley, 2009.
- Picea sitchensis*2 (Bong.) Carrière: Sitka spruce. *Welcome to the PLANTS database* [online]. United States Department of Agriculture, 2016 [cit. 2016-04-20].  
Dostupné z: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PISI>
- Picea sitchensis*1: illustration. *EFloras.org: Flora of North America* [online]. 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z:  
[http://efloras.org/object\\_page.aspx?object\\_id=41259&flora\\_id=1](http://efloras.org/object_page.aspx?object_id=41259&flora_id=1)
- PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.. *Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky*. Zprávy z lesnického průzkumu: 53, 2008.
- Přírodní lesní oblasti: PLO. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem: ÚHÚL* [online]. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo>
- Pseudotsuga menziesii*2 (Mirb.) Franco: Douglas-fir. *Welcome to the PLANTS database* [online]. United States Department of Agriculture, 2016 [cit. 2016-04-20].  
Dostupné z: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PSME>
- Pseudotsuga menziesii*1 var. *glauca*: illustration. *EFloras.org: Flora of North America* [online]. 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z:  
[http://efloras.org/object\\_page.aspx?object\\_id=41285&flora\\_id=1](http://efloras.org/object_page.aspx?object_id=41285&flora_id=1)
- RICHARDSON, D. M.; REJMÁNEK, M.. *Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework*. Diversity and Distributions. Volume 10, 2004.
- ROČEK, I.; MUSIL, I.; CHALUPA, V.. *Arboretum Lesnické fakulty České zemědělské univerzity v Praze Kostelec nad Černými lesy: Arboretum of the Faculty of Forestry of the Czech University of Agriculture Prague, Kostelec nad Černými lesy, Czech Republic*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 1998. ISBN 8021304138.
- RYBNÍČEK, M.; ČERMÁK, P.; ŽID, T.; KOLÁŘ, T.. *Radial growth and health condition of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) stands in relation to climate (Silesian Beskids, Czech republic)*. Geochronometria. 2010.
- SHEPPARD, P. R.. *Dendrochronology: extracting climate from trees*. *Wileyinterdisciplinary reviews: Climate change* . 2010.
- SIMON, J; VACEK, S.. *Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-131-9.

- SCHWEINGRUBER, F.H.. *Tree rings and enviroment dendroecology. Swiss Federal Institute for Forest, snow and landscape research. WSL/FNP.Birmensdorf. 1996.*
- SVOBODA, A. M.. *Introdukce okrasných jehličnatých dřevin. Studie ČSAV, Academia Praha, 1976.*
- SVOBODA, M.; ZENÁHLÍKOVÁ, J.. *Historický vývoj a současný stav lesa v NP Šumava kolem „Kalamitní svážnice“ v oblasti Trojmezí. Příroda. Praha. 28: 71 – 122 p., 2009.*
- ŠEBÍK, L.; POLÁK, L.. *Náuka o produkci dřeva. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1990.*
- SHEPPARD P. R.. *Dendrochronology: extracting climate from trees. Wiley interdisciplinary reviews: Climate change (3): 343 – 352 p., 2010.*
- ŠINDELÁŘ, J.; FRÝDL, J.. *Obecné předpoklady pro využívání vhodných cizokrajných lesních dřevin v lesním hospodářství ČR. In: Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2004, s. 9-14. ISBN 80-213-1234-3.*
- ŠINDELÁŘ, J.; BERAN, F.. *k některým aktuálním problémům pěstování douglasky tisolisté: orientační studie. Praha: Lesnický průvodce. VÚLHM, 2004, (3), 32. ISSN 0862-7657.*
- ŠMELKO, Š.. *Biometrické zákonitosti rastu a prírastku lesných stromov a porastov. Bratislava, 1982.*
- ŠMELKO, Š.. *Dendrometria: vysokoškolská učebnica. Vyd. 1. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2000. ISBN 8022809624.*
- TOPCUOGLU, A.: *Verteilung des Zuwachses auf die Schaftlänge der Bäume, Tharandter Forstl. Jahrbuch, 1940.*
- TREML V.. *Možnosti dendrochronologie při určení změn reliéfu vyvolaných povodněmi, případová studie Babí potok. J. (ed) Povodně a změny v krajině. Praha: Univerzita Karlova, 2007.*
- UZEL, P.. *Rekonstrukce dynamiky horských smrkových lesů s využitím dendrochronologických metod. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2012. Bakalářská práce.*
- WIEDEMANN, E.. *Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Frankfurt a. M.. J, D. Sauerländer's Verlag, 1955.*